A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KUTATÓHELYEINEK 2017. ÉVI TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEI

I.
Matematika és természettudományok

Budapest
2018

A Magyar Tudományos Akadémia matematikai és természettudományi kutatóhelyeinek beszámolói alapján – az intézmények vezetőinek aktív közreműködésével – szerkesztették az MTA Titkársága Kutatóintézeti Főosztályának munkatársai, valamint a Támogatott Kutatócsoportok Irodájának igazgatója

Jenes Barnabás főosztályvezető

Horváth Csaba
Imrik Krisztina
Koroknai Levente
Redler László

Idei Miklós

TARTALOMJEGYZÉK

Tartalomjegyzék ... 3
Előszó ... 6
A táblázatokkal kapcsolatos megjegyzések ... 9
Matematikai és természettudományi kutatóközpontok és kutatóintézetek ... 11
MTA Atommagkutató Intézet ... 12
Az MTA Atommagkutató Intézet főbb mutatói és pénzügyi adatai 2017-ben ... 27
MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont ... 30
Földrajztudományi Intézet ... 32
Földtani és Geokémiai Intézet ... 42
Geodéziai és Geofizikai Intézet ... 51
Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet ... 62
Az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont főbb mutatói és pénzügyi adatai 2017-ben ... 72
MTA Energiatudományi Kutatóközpont ... 79
Atomenergia-kutató Intézet ... 83
Energia- és Környezetbiztonsági Intézet ... 95
Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézet ... 107
Az MTA Energiatudományi Kutatóközpont főbb mutatói és pénzügyi adatai 2017-ben ... 120
MTA Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet ... 126
Az MTA Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet főbb mutatói és pénzügyi adatai 2017-ben ... 142
MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet ... 145
Az MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet főbb mutatói és pénzügyi adatai 2017-ben ... 161
MTA Természettudományi Kutatóközpont ... 164
Anyag- és Környezetkémiai Intézet ... 171
Enzimológiai Intézet ... 186
Kognitív Idegtudományi és Pszichológiai Intézet ... 203
Szerves Kémiai Intézet ... 209
Az MTA Természettudományi Kutatóközpont főbb mutatói és pénzügyi adatai 2017-ben ... 217
MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont ... 225
Részecske- és Magfizikai Intézet ... 232
Szilárdtest-fizikai és Optikai Intézet ... 247
Az MTA Wigner Fizikai kutatóközpont főbb mutatói és pénzügyi adatai 2017-ben ... 262
Matematikai és természettudományi támogatott kutatócsoportok ... 267
MTA–BME Irányítástechnikai Kutatócsoport ... 268
MTA–BME Műszaki Analitikai Kémiai Kutatócsoport ... 271

MTA–BME Szerves Kémiai Technológia Kutatócsoport 274
MTA–SZTE Bioszervetlen Kémiai Kutatócsoport 277
MTA–BME Gépek és Járművek Dinamikája Kutatócsoport 280
MTA–BME Informatikai Rendszerek Kutatócsoport 283
MTA–BME Kompozittechnológiai Kutatócsoport 286
MTA–BME Kondenzált Anyagok Fizikája Kutatócsoport 289
MTA–BME Sztochasztika Kutatócsoport 292
MTA–BME Vízgazdálkodási Kutatócsoport 295
MTA–DE Egyenletek, Függvények, Görbék Kutatócsoport 297
MTA–DE Redoxi- és Homogén Katalitikus Reakciók Mechanizmusa Kutatócsoport 300
MTA–DE Részecskefizikai Kutatócsoport 302
MTA–ELTE Egerváry Jenő Kombinatorikus Optimalizálási Kutatócsoport 304
MTA–ELTE Elméleti Fizikai Kutatócsoport 307
MTA–ELTE Fehérjemodellező Kutatócsoport 310
MTA–ELTE Geológiai, Geofizikai és Űrtudományi Kutatócsoport 313
MTA–ELTE Geometriai és Algebrai Kombinatorika Kutatócsoport 316
MTA–ELTE Komplex Kémiai Rendszerek Kutatócsoport 319
MTA–ELTE Numerikus Analízis és Nagy Hálózatok Kutatócsoport 322
MTA–ELTE Peptidkémiai Kutatócsoport 325
MTA–ELTE Statisztikus és Biológiai Fizika Kutatócsoport 328
MTA–ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport 329
MTA–ME Anyagtudományi Kutatócsoport 332
MTA–ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport 335
MTA–MTM–ELTE Paleontológiai Kutatócsoport 338
MTA–PE Levegőkémiai Kutatócsoport 341
MTA–PTE Molekuláris Kölcsönhatások az Elválasztás-Tudományban Kutatócsoport 344
MTA–PTE Nagyintenzitású Terahertzes Kutatócsoport 347
MTA–PTE Szelektív Kémiai Szintézisek Kutatócsoport 350
MTA–SZTE Analízis és Sztochasztika Kutatócsoport 353
MTA–SZTE Fotoakusztikus Kutatócsoport 356
MTA–SZTE Mesterséges Intelligencia Kutatócsoport 359
MTA–SZTE Reakciókinetikai és Felületkémiai Kutatócsoport 361
MTA–SZTE Sztereokémiai Kutatócsoport 364
MTA–SZTE Biomimetikus Rendszerek Kutatócsoport 367
MTA–SZTE SzupramolekuLáris és Nanoszerkezetű Anyagok Kutatócsoport 367
MTA–BME Számítások Vezérelte Kémia Kutatócsoport 371
MTA–BME Szilárd testek morfodinamikája Kutatócsoport 372

MTA–ELTE Extragalaktikus Asztrofizikai Kutatócsoport 373
A matematikai és természettudományi támogatott kutatócsoportok főbb mutatói és pénzügyi adatai 2017-ben 375
Matematikai és természettudományi egyetemi Lendület kutatócsoportok 415
MTA–BME Lendület Jövő Internet Kutatócsoport 416
MTA–BME Lendület Statisztikus Térelméleti Kutatócsoport 419
MTA–ELTE Lendület EIRSA Asztrofizikai Kutatócsoport 422
MTA–ELTE Lendület Katalízis és Szerves Szintézisek Kutatócsoport 423
MTA–ELTE Lendület Rácstérelméleti Kutatócsoport 426
MTA–PE Lendület Transzlációs Glikomika Kutatócsoport 429
MTA–SZTE Lendület Pórusos Nanokompozitok Kutatócsoport 432
MTA–BME Lendület Emberi Egyensúlyozás Kutatócsoport 435
MTA–BME Kémiai Nanoérzékelők Kutatócsoport 438
MTA–BME Lendület Kiber-fizikai Rendszerek Kutatócsoport 441
MTA–BME Lendület Kvantumkémiai Kutatócsoport 444
MTA–BME Lendület Magneto-optikai Spektroszkópia Kutatócsoport 448
MTA–BME Lendület Spintronikai Kutatócsoport 451
MTA–DE Lendület Funkcionálanalízis Kutatócsoport 454
MTA–ELTE Lendület CMS Részecske- és Magfizikai Kutatócsoport 455
MTA–ELTE Lendület Forró Univerzum Kutatócsoport 458
MTA–SZTE Lendület Fotoelektrokémiai Kutatócsoport 460
MTA–BME Lendület Nanoelektronika Kutatócsoport 463
MTA–ELTE Lendület Kombinatorikus Geometria Kutatócsoport 465
MTA–PE Lendület Komplex Rendszerek Figyelemmel Kísérése Kutatócsoport 466
A matematikai és természettudományi Lendület kutatócsoportok főbb mutatói és pénzügyi adatai 2017-ben 468

ELŐSZÓ

A Magyar Tudományos Akadémia (MTA) egyik legfontosabb közfeladata a kutatóhálózat fenntartása és hatékony működtetése. Az akadémiai kutatóintézeteket és az egyetemeken működő támogatott és Lendület-kutatócsoportokat is magában foglaló kutatóhálózat szinte valamennyi tudományterületen a felfedező, azaz alapkutatást tekinti fő feladatának, ugyanakkor jelen vannak a gazdaságban közvetlenül hasznosuló alkalmazott kutatások is. Az akadémiai kutatóhálózatot 2017-ben a korábbi évekhez hasonlóan, tíz kutatóközpont, öt önálló jogállású kutatóintézet, 96 támogatott kutatócsoport, valamint ötvenegy, kimagasló teljesítményű kutatók által vezetett Lendület-kutatócsoport alkotja.

A Magyar Tudományos Akadémia az 1994. évi XL. törvénynek megfelelően a kutatóintézet-hálózatának tudományos eredményeiről készült beszámolóit évente megjelenteti.

A 2017-es év szakmai szempontból sikeresnek tekinthető, a korábbi kisebb megtorpanás után nőtt a tudományos publikációk száma, és a kutatóhálózat működésének javítására az MTA Közgyűlése alapján széleskörű intézményi és testületi véleményezési és konzultációs folyamat kezdődött.

Az MTA 2017. évi, 188. Közgyűlése megismerte és tudomásul vette az MTA elnöke által előterjesztett, a kutatóintézet-hálózat szakmai és működési tevékenységeinek felülvizsgálata során megfogalmazott javaslatokat, cselekvési pontokat és felkérte az MTA elnökét, hogy az AKT közreműködésével az előterjesztésben foglalt javaslatokat dolgozza ki, az ehhez szükséges egyeztetéseket folytassa le, és a kidolgozott javaslatokat terjessze az MTA Elnöksége elé jóváhagyás céljából. A kutatóközpontok és kutatóintézetek főigazgatói és igazgatói, továbbá a kutatóközpont szervezeti egységeként működő intézetek igazgatói az MTA főtitkára felkérése alapján, a 2017-es Közgyűlés által kialakított szempontrendszer szerint összefoglaló dokumentumokat készítettek a kutatóközpontok/intézetek helyzetéről, a cselekvési pontokkal kapcsolatos javaslataikról. Ezeket az anyagokat megkapták véleményezésre az MTA tudományos osztályai, továbbá az AKT szakbizottságai. Közben az MTA választott vezetői konzultációt folytattak az MTA kutatóhelyeinek szakmai és gazdasági vezetőivel. A véleményezés és a javaslatok megfogalmazása 2018 áprilisában fejeződött be, a testületek által megfogalmazott javaslatokat megkapják az MTA kutatóhelyei.

Az MTA fejezet 2017. évi jóváhagyott költségvetési támogatása 46 002,3 millió Ft volt – amely főként a kutatóközponti, kutatóintézeti beruházási-fejlesztési támogatások miatt – 23%-kal magasabb volt az előző évinél. Ebből a költségvetési szervek (intézmények) támogatása 29 814,3 millió Ft, a fejezeti kezelésű támogatás összege 16 188,0 millió Ft volt.

Az MTA 2017-ben kutatóhálózatában a kiemelkedő tudományos tevékenység feltételeit biztosító kutatási infrastruktúra-fejlesztést 1 299,7 millió Ft-tal támogatta. Ebből 100 millió Ft-nál magasabb összegű támogatásban hat MTA intézmény részesült: az MTA Atommagkutató Intézet, az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, az MTA Energiatudományi Kutatóközpont, az MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet, az MTA Természettudományi Kutatóközpont és az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont.

A megelőző év, 2016 volt pályázati szempontból a kutatóhálózat legsikeresebb éve az új kutatóközpontok 2012-es létrejötte óta. Az európai uniós források támogatásával meghirdetett

hazai pályázati lehetőségek 2015 második felében nyíltak meg, így magas szakmai színvonalra volt szükség ahhoz, hogy a rendelkezésre álló idő alatt az MTA intézményei a nagyszámú pályázó közötti szoros versenyben hozzájuthassanak a forrásokhoz. A 2016. év kiemelkedően sikeres volt a magyar kutatók számára az Európai Kutatási Tanács (ERC) pályázatain is. Az ERC egyenként 1,5–3,5 millió euró összegű támogatásával, 2017-ben sikeres tudományos munkát folytattak az akadémiai kutatóhálózatban. 2017-ben a kutatóhelyek jelentős mértékben szélesíthették kutatási aktivitásukat a megelőző évben elnyert nagyszámú kutatási pályázati támogatásnak köszönhetően, aminek eredménye a következő években jelentkezik majd mind hasznosítható módszerek, eljárások, új termesztett fajták formájában, mind pedig a felfedező kutatások eredményeinek nemzetközi tudományos folyóiratokban történő publikálásában.

Az MTA kutatóközpontokban és kutatóintézetekben foglalkoztatottak átlaglétszáma 2017-ben és az elmúlt években lényegében nem változott. 2017-ben az összes foglalkoztatott 4049 fő volt (2016-ban 3978, 2015-ben 4086). Ezen belül a kutatói létszám 2015-2017 között a következőképpen változott: 2476 (2015), 2464 (2016), 2439 (2017). A kutatóhálózatban az újonnan megszerzett PhD-fokozatok száma 120 volt. Az MTA doktora cím birtokosainak száma is 277-ről 288-ra nőtt, a kutatóhelyeken aktívan dolgozó akadémikusok száma pedig 48-ról 50-re emelkedett.

Az akadémiai kutatóintézet-hálózatban 2017-ben a tavalyi kisebb visszaesés után már jelentősen több tudományos publikáció született, mint 2016-ban. Az egy évvel ezelőtti adatokhoz képest a publikációk száma az élettudományok területén gyakorlatilag változatlan, de a humán- és társadalomtudományok terén 3,1%-kal, míg a matematikai és természettudományok területén 10,0%-kal nőtt.

A publikációk számának növekedése mellett azok teljesítménymutatói is jelentősen növekedtek. A 2017-es év jelentősebb publikációs eredményeket hozott a matematika és természettudományok területén, de a másik két tudományterületen is növekedés jelentkezett. Az összesített impakt faktor a matematika és természettudományok esetén 11,0%-kal nőtt, míg az élettudományok és a bölcsészettudományok esetén gyakorlatilag változatlan volt. Az összes független hivatkozások száma a matematika és természettudományok területén 11,9%-kal, az élettudományok esetén 7,8%-kal nőtt, a bölcsészet és társadalomtudományok esetén gyakorlatilag változatlan volt.

Az MTA kutatói továbbra is fontos szerepet vállalnak a felsőoktatásban. 2017-ben a kutatóintézet-hálózati kutatók 38,5%-a oktatott felsőfokú oktatási intézményben. Az MTA közfeladatai megvalósításában továbbra is fontos partnerként tekint az egyetemekre, hiszen az együttműködés erősítése mindkét fél számára előnyökkel jár.

2017-ben folytatódott a munka a Nemzeti Víztudományi Kutatási Program keretében. 2017 márciusában intézkedési tervet fogadott el a kormány a Nemzeti Vízstratégia végrehajtásáról (1110/2017. (III. 7.) számú Kormányhatározat). A kormányhatározat alapján a magyarországi vízgazdálkodásnak 2030-ig két fő célkitűzése van: a vízvisszatartás fokozása és a vizek jobb hasznosítása. A korábbi vízgazdálkodási irányelvekhez képest jelentős változás, hogy a vészhelyzet-elhárításra összpontosító vízkárelhárítás helyett a stratégia a megelőző vízgazdálkodást helyezi a középpontba. Fontos cél a vizek állapotának fokozatos javítása és a jó állapot elérése, a vízfolyások természetes állapotának megtartása. A programot az MTA Ökológiai Kutatóközpont (MTA ÖK) keretében létesült Víztudományi Koordinációs Csoport

dolgozza ki. Szintén e csoport feladata a víztudományi kutatóhálózat fokozatos kiépítése és országos koordinációja.
Az új ipari együttműködések létrejöttét a Célzott Lendület program is nagymértékben elősegítette, amelyet a Magyar Tudományos Akadémia, 2016-ban hirdetett meg azzal a céllal, hogy erősítse a kapcsolatot a versenyszférával, támogatva az alkalmazott kutatásokat és az innovációt. Elsőként a Széchenyi István Egyetem és az Audi Hungaria Zrt. együttműködésének eredményeként alakult meg Győrben az új Célzott Lendület Kutatócsoport, amelynek célja az autótervezés korai szakaszában új szimulációs módszerekkel megjósolni a friss modellek akusztikai tulajdonságait. A kutatás teljes támogatásának összege öt évre 319 millió Ft, amelynek 63%-át az Audi Hungaria, 37%-át az MTA biztosítja.

Az MTA által indított és finanszírozott Kiválósági Együttműködési Program tovább folytatódott 2017-ben. A kiválósági központok célja a kormányzat felsőoktatási és kutatási innovációs politikájának támogatása, a felsőoktatás és az akadémiai intézményhálózatok együttműködésével (részben) új kutatási innovációs centrumok kialakítása, melyek képesek külföldről is kutatókat hazánkba vonzani.

2014-ben – 330 millió Ft-os akadémiai támogatással – három akadémiai kutatóközpont (MTA SZBK, MTA Wigner FK, MTA TTK) indított hároméves kutatási programokat egyetemi partnerekkel a precíziós gyógyászat biológiai alapjai, az extrém anyagok, energiák és technológiák, valamint a MEDinPROT fehérjetudományi kiválósági együttműködés témakörében.

2015-ben újabb kiválósági központ alakult, amelynek alapja az MTA és az Audi Hungaria közötti együttműködési megállapodás. Az együttműködés bázisaként az MTA új kutatóhelyet alapít Győrött az MTA SZTAKI és a Széchenyi István Egyetem közreműködésével. A négy kiválósági központban zajló kutatásokat az Akadémia 2015-ben 300 millió Ft-tal támogatta.

2016-ban a Kiválósági Együttműködési Program keretében egy újabb kutatóközpont (ATK) is támogatásban részesült „Búza stressz-adaptációs kutatások” pályázata révén. 2017-ben a bölcsészet és társadalomtudományi területről az MTA BTK „Mohács 1526–2026: Rekonstrukció és emlékezet”, az MTA KRTK „Heurisztikus problémamegoldás párosító mechanizmusokban” és az MTA TK „Mobilitás Kutatási Centrum” című mintaprojektjei kapcsolódtak be újonnan az Akadémia kiválósági programjába.

A kutatóhálózat 2017. évi tudományos eredményeiről részletes, átfogó képet nyújtanak a kutatóközpontok, kutatóintézetek, a támogatott és Lendület-kutatócsoportok beszámolóinak tudományáganként (matematika és természettudományok, élettudományok, bölcsészet és társadalomtudományok) összeállított gyűjteményes kötetei. A beszámolókból megismerhetők a Magyar Tudományos Akadémia kutatóhálózatának 2017. évi kiemelkedő alapkutatási eredményei. A kötetekből egyúttal a felfedező jellegű kutatások társadalmi hasznosulására is kapható információ a felsőoktatási, közhasznú intézményi és ipari együttműködések eredményei alapján.

Budapest, 2018. április 9.

Török Ádám
főtitkár

A TÁBLÁZATOKKAL KAPCSOLATOS MEGJEGYZÉSEK

A táblázatban szereplő adatok egy részét a kutatóközpontok, az intézetek vagy a kutatócsoportok adták meg. A központok és az intézetek pénzügyi és létszámadatait a Fejezeti és Intézményi Pénzügyek Osztálya, a csoportokét pedig a Támogatott Kutatócsoportok Irodája (TKI) szolgáltatta a pénzügyi beszámolók alapján. A publikációs és idézettségi adatokat a Magyar Tudományos Művek Tára (MTMT) adatbázisából való lekérdezés alapján közöljük. Az idézettségi adatok – a nemzetközi gyakorlatra áttérve – a beszámolási évet megelőző évre (most 2016-ra) vonatkoznak. Többéves pályázatoknál mindig az adott évre eső összeg került feltüntetésre.

A beszámolók táblázataiban indexszel megjelölt számok jelentései:

[1] Az éves gazdasági beszámolóban szereplő átlagos statisztikai állományi létszám.

[2] A kutatói besorolásban lévő közalkalmazottak 2017. évi tényleges átlaglétszáma. Az átlaglétszámba beletartoznak a részmunkaidőben foglalkoztatottak is. Ezekben az esetekben a részmunkaidősök létszáma a ledolgozott órák alapján lett teljes munkaidős létszámra átszámítva. Az átlaglétszám a havi átlagos létszámadatok egyszerű számtani átlaga, vagyis éves átlagszámítás esetén 12-vel kell elosztani a havi átlagos létszámadatok összegét.

[3] Itt tájékoztatásul külön megadjuk azoknak az akadémikusoknak a tényleges számát, akik a kutatóhellyel munkaviszonyban nem állnak ugyan, de tudományos munkájuk kapcsolódik a kutatóhely tevékenységéhez.

[4] Akadémiai fiatal kutatói álláshelyen és egyéb álláshelyen foglalkoztatott 35 év alattiak együtt.

[5] A publikációk közé sorolhatók mindazon tudományos, oktatási és tudományos ismeretterjesztő művek, amelyeket a kutatóhely statisztikai állományi létszámába besorolt munkatársak jelentettek meg a beszámolási évben, és a publikáción szerepel a kutatóhely neve. Az egyes publikációtípusok meghatározásánál az MTMT definícióit vettük alapul (típus_jelleg_besorolás_v3.0).

[6] A teljes publikációnak tekinthető közleményfajták felsorolása az MTA Elnökség doktori határozata (MTA_doktori_határozat-kivonat) alapján:

- Folyóiratban megjelentek: szakcikk/tanulmány, összefoglaló cikk, rövid közlemény, sokszerzős vagy csoportos szerzőségű közlemény, forráskiadás, recenzió/kritika, műkritika, esszé.
- Könyvek: szakkönyv, monográfia, kézikönyv, forráskiadás, kritikai kiadás, atlasz.
- Könyvben megjelent: szaktanulmány, esszé, forráskiadás, recenzió/kritika, műkritika, műtárgyleírás, térkép.
- Konferenciaközlemény: folyóiratban, könyvben, egyéb konferenciakötetben (általában több mint két oldal).

[7] A 2017-es összesített impaktfaktorhoz a folyóiratok legutóbbi (2017-ben közzétett, de a 2016-os évre vonatkozó) impaktfaktorát használjuk.

[8] A kutatóhelyhez rendelt összes eddigi publikációra 2016-ban kapott (a megjelenési év: 2016) hivatkozások száma.

[9] A tárgyévben kiállított oklevelek alapján.

[10] Nemzeti úton megadott oltalmak: szabadalom, formatervezési minta, használati minta, védjegy, földrajzi árujelző, növényfajta-oltalom, kiegészítő oltalmi tanúsítvány.

[11] Megadott külföldi oltalmak: hatályosított európai szabadalom, közösségi védjegy, nemzetközi, Madridi Megállapodás szerinti védjegy, közösségi növényfajta-oltalom.

[12] Azokat az előadásokat és posztereket is ideszámítottuk, amelyek nem jelentek meg konferenciakiadványban, de dokumentálhatók.

[13] Itt csak a kormányszintű vagy ezzel ekvivalens országos és nemzetközi, nem megbízási díjért végzett szakpolitikai tanácsadó tevékenységet, bizottsági részvételt soroltuk fel.

[14] Mindazon személyek száma, akik hazai felsőoktatási intézményben rendszeresen (nem feltétlen heti rendszerességgel), tantervi keretek között oktatnak. A külföldi egyetem számára végzett oktatási tevékenységet, a felkérésre tartott előadásokat és a szakdolgozat, diplomamunka, PhD témavezetését a beszámoló III., illetve IV. pontjában találjuk. Az adatok a 2016/2017-es tanév második és a 2017/2018-as tanév első szemeszterére vonatkoznak.

[15] A 2017. évben a kutatóhely részére a Magyar Államkincstár által kiutalt összes költségvetési támogatás.

[16] 2017. december 31-én az MTA-keretből a kutatóhely rendelkezésére álló fiatal kutatói álláshelyeken foglalkoztatottak száma.

[17] Az ÚMFT-re, az egyéb hazai pályázatokra (ÚSZT, Széll Kálmán terv, stb.) és az EU-s pályázatokra kapott bevétel összege.

[18] A tárgyévre vonatkozó kutatási- és egyéb vállalkozásoktól származó bevétel, valamint minden egyéb, eddig nem szerepelt kutatási és nem kutatási bevétel összege.

MATEMATIKAI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONTOK ÉS KUTATÓINTÉZETEK

MTA ATOMMAGKUTATÓ INTÉZET
4026 Debrecen, Bem tér 18/c; 4001 Debrecen, Pf. 51
telefon: (52) 509 200; fax: (52) 416 181
e-mail: director@atomki.mta.hu; honlap: www.atomki.mta.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

Az MTA Atommagkutató Intézet (MTA Atomki) fő feladata az atomfizikai, magfizikai, nukleáris asztrofizikai és részecskefizikai alapkutatások területén a nemzetközi kollaborációkkal összehangolt élvonalbeli kutatások végzése volt a nagy nemzetközi kutatóközpontok és a saját kutatási infrastruktúra kiegyensúlyozott használatával. A korábbi évekhez képest új adminisztratív és technikai feladatot jelentett a 2016-ban elnyert GINOP pályázatok zökkenőmentes beindítása. Ehhez kapcsolódóan az infrastrukturális fejlesztések között kiemelt jelentőségű volt a Klímakutatási és Környezetfizikai Laboratóriumnak otthont adó épület átalakításának megkezdése. Az MTA Atomki 2017-ben is jelentős szerepet vállalt az egyetemi oktatásban, a PhD-képzésben, a nemzetközi szakemberképzésben és a tudomány népszerűsítésében.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Elméleti fizika

Kétrészű nem-lokális, pozitív parciálisan transzponált (PPT) állapotokat és ilyen típusú állapotokkal sérthető Bell-egyenlőtlenség családot találtak tetszőleges D-dimenziós (D>2) komponens terekben. A sejtés az, hogy D-nél kisebb komponens terekben a Bell-egyenlőtlenség család D tagja nem sérthető. Ezen sejtést az elvégzett numerikus számolások alátámasztják D<9 dimenzió esetén. Szeparábilis állapotok, amelyek egyben PPT-állapotok is, nem sérthetnek Bell-egyenlőtlenségeket. A nem szeparábilis, PPT-állapotokat kötötten összefont állapotoknak nevezzük. Ennek megfelelően olyan tanúkat találtak, amelyek D-dimenziós kötötten összefont állapotokat detektálnak eszközfüggetlen módon.

Coulomb-kölcsönhatás esetén a hullámfüggvény sajátos viselkedést mutat a konfigurációs tér azon pontjaiban, ahol két vagy három részecske térkoordinátája egybeesik. A hullámfüggvény viselkedését az ún. Kato-féle cusp (KC) egyenletek írják le. Kételektronos atomokat Hylleraas- vagy Kinoshita-bázisfüggvények segítségével írták le és vizsgálták a KC egyenletek teljesülését. Megadták, hogy a KC egyenletek teljesülése hogyan szűkíti le az alkalmazható bázisfüggvényeket. A korrekt módon kiválasztott bázisfüggvények szuperpozícióját megadó együtthatók sem tetszőlegesek. Az ezekre vonatkozó egyenleteket pontosították és a KC egyenleteknek eleget tevő próbafüggvényeket adtak meg. Eredményeik szerint fotoionizációs folyamatban a KC egyenletek teljesülése javítja a leírás hatékonyságát.

Vékonyrétegek száradás, megszilárdulás közben repedeznek, ami a tönkremenetelüket eredményezheti, de a repedési mintázat kontrollja újszerű alkalmazási lehetőségeket adhat. Diszkrételem-modellel vizsgálták, hogy a rétegben a rendezetlenség mennyiségét változtatva hogyan kontrollálható a zsugorodás által okozott repedési mintázat. Megmutatták, hogy kis rendezetlenség esetén egy celluláris repedési mintázat jön létre, amelyben az anyagdarabok méreteloszlása log-normális lesz. Növelve a mikroszkopikus rendezetlenséget, átmenet jön létre egy perkolációs fázisba, ahol repedések véletlen nukleációja és összeolvadása dominál,

hatványfüggvény méreteloszlást eredményezve. Kimutatták, hogy a rendezetlenség kontrolljával irányítani lehet a repedezést, amit mikroelektronikai alkalmazásokban ki lehet aknázni.
Egy külföldön elvégzett kísérletben igazolták az MTA Atomkiban korábban kidolgozott sokcsatornás szimmetria (MUSY) jóslatát. E szimmetria az atommag különböző konfigurációinak energiaspektrumát kapcsolja össze. Például: héjmodell-, vagy kvartettállapotok, törzs+alfa és egzotikus klaszterállapotok spektrumát. Egy rugalmatlan alfaszórási kísérletben a ^{28}Si atommag magasan fekvő 0^+ spin-paritású alfa-klaszter állapotait keresték meg. Ezt a spektrumot a MUSY képes részletesen megjósolni a mag kisenergiás spektrumának kvartettmodell-leírása alapján. Az elméleti előrejelzést a kísérleti eredmények nagy pontossággal igazolták. A szimmetria prediktív erejének további alátámasztását adja, hogy az a nagyenergiás ^{12}C+^{16}O spektrumot is megjósolta a kísérleti adatokkal jó egyezésben.

Egzaktul megoldható komplex potenciálok esetében vizsgálták, hogy a képzetes komponensük csatolási állandójának változtatásával a nívóik hogyan keresztezik egymást. Valós potenciálokkal szemben ez előfordulhat PT-szimmetrikus (a szimultán térbeli és időbeli tükrözésre nézve invariáns) potenciálok eltérő n (nódusszám) és q (kvázi-paritás) kvantumszámú nívóira. Az irodalomban a Scarf II potenciál példáján nemrégiben kimutatták, hogy ilyenkor a két energia-sajátfüggvény elveszíti lineáris függetlenségét. Most bebizonyították, hogy ez a jelenség általános a Natanzon-osztályú potenciálokra, amit három konkrét példával illusztráltak is.

Részecskefizika

A részecskegyorsítókban létrehozott nehézion ütközésekben a nagysebességű ionok erős mágneses teret keltenek, ami befolyásolhatja az ütközés során létrejövő átmenetet a hadronikus fázisból a kvark-gluon plazmába. A mágneses tér kvark-gluon plazmára való hatását leggyakrabban a kvantum-színdinamika közelítéseként előálló alacsonyenergiás effektív elméletek keretein belül szokták vizsgálni, és a kvarkállapotokat a mágneses térben mozgó szabad töltés Landau-szintjei segítségével írják le, gyakran csak a legalacsonyabb Landau-szinten figyelembe véve. Kutatásukban azt vizsgálták rács-szimulációk segítségével, hogy ez a közelítés mennyire helytálló. Megállapították, hogy kvarkok esetén csak a legalacsonyabb Landau-szint különíthető el egyértelműen, és meghatározták ennek a különböző fizikai mennyiségekhez adott járulékát.

Vizsgálták a lokalizációs átmenetet az SU(3) mértékelméletben. Ismeretes, hogy az erősen kölcsönható anyag hadronikus állapotból kvark-gluon plazmába történő átalakulását az Anderson átmenethez hasonló lokalizációs átmenet kíséri. Míg a lokalizációs átmenet élesen meghatározott kritikus hőmérséklettel rendelkezik, a kvark-gluon plazmába történő átmenetről ez csak akkor lenne elmondható, ha a kvarktömegek a valóságosnál lényegesen nagyobbak lennének. Egy ilyen modellben meghatározták a lokalizációs átmenet kritikus hőmérsékletét és megállapították, hogy az pontosan megegyezik a kvark-gluon plazmába való átmenetnek az irodalomból ismert kritikus hőmérsékletével. Ez az eredmény hozzájárul a lokalizációs és a kvark-gluon plazmába való átmenet kapcsolatának jobb megértéséhez.

Az O(2) szimmetrikus, illetve a sine-Gordon periodikus skalártérelméletek, továbbá az XY klasszikus spinmodell és a Coulomb-gáz egymásra leképezhetők és azonos univerzalitási osztályba sorolhatók. Az O(2) modell és a sine-Gordon elmélet csak közelítéssel képezhető egymásra, de az amplitúdó fluktuációkat is figyelembe véve egzakttá tehető, azonban az így kapott sine-Gordon modell a szokásostól eltérő alakú lesz. Az O(2) modell legújabb vizsgálata azt mutatta, hogy az amplitúdó fluktuációk módosíthatják a fázisszerkezetet, ami ellentétben áll számos kísérleti eredménnyel. Az fRG módszer segítségével megvizsgálták az

O(2) modell fázisait annak sine-Gordon reprezentációját használva és tisztázták az amplitúdó fluktuációk szerepét.
A CMS müondetektorok helyzetmeghatározásával kapcsolatos alaptevékenység mellett végezték a GE1/1 müondetektorok pozíciójának mérésével kapcsolatos munkát, illetve az új fejlesztésű strip detektorok helyzetének lokalizálását az egyes komponensek koordináta-rendszerében. Emellett folytatták a CERN EP-DT csoportjával közös kutatási együttműködés keretében vizsgált LPG-alapú száloptikai érzékelők tesztjét. A korábbi évek során gyűjtött tapasztalatok alapján végzett kísérleti munka célja ezúttal az LPG-alapú érzékelőkben a besugárzásokat követően jelentkező hibajavító mechanizmusok fizikai hátterének megértése volt.

Külföldi nagyberendezésekhez fejlesztettek ki és szállítottak le komponenseket: A Brookhaven National Laboratory (Phenix) munkatársaival együttműködve kifejlesztették az ECAL kiolvasó rendszerének felújításához a tervezett SiPM-alapú szenzorok kalibrációs módszerét, valamint kifejlesztették és legyártották a kalibrációhoz szükséges többcsatornás elektronikus rendszert. Az ESS-ERIC projekt keretében kifejlesztették és leszállították az RF-LPS interlock rendszer SIM egységét. Megvalósult az RF-rendszer technikai egységeinek jeleit átalakító SCB prototípusa, annak parametrikus és rendszerintegrációs tesztje.

Magfizikai alapkutatás

A korábbi, jelentős érdeklődést kiváltó, sötét anyaggal kapcsolatos kísérleti eredményeik ellenőrzésére és pontosítására az elektron-pozitron spektrométerüket átköltöztették az Atomki új Tandetron gyorsító laboratóriumába. Modern szilícium helyzetérzékeny (DSSD, Double Sided Silicon strip Detector) detektorokra cserélték ki a szögmérésre használt gáztöltésű detektorokat. Az adatgyűjtő rendszerüket is jelentősen modernizálták. Megismételték a korábbi méréseiket, és sikerült reprodukálniuk a ^{8}Be 18,15 MeV-es átmenetben megfigyelt anomáliát, és pontosítani az új részecske tömegét.

Sikeresen alkalmaztak egy új, inverz kinematikával működő módszert a ^{58}Ni atommag sugarának (anyagsugarának) meghatározására. A kísérleteket a darmstadti GSI-ben a kísérleti nehézion tároló-gyűrű segítségével végezték. A He atommagokon mért rugalmas szögeloszlásokat sűrűségfüggő optikaimodell-potenciálok felhasználásával, az eikonal közelítés segítségével számították ki, majd illesztették a kísérleti eredményekhez. Ez az úttörő kísérlet azt demonstrálja, hogy ezzel a módszerrel igazi áttörést lehet majd elérni a stabilitási sávtól távoli radioaktív atommagok anyageloszlásának vizsgálatában.

A klasszikus folyadékcsepp-modell szerint az erősen lecsökkent központi sűrűség az atommagokban nem fordulhat elő. Az atommagok másik alapvető modellje, a héjmodell szerint, ha a központi térfogatban elhelyezkedő $s_{1/2}$ nukleonpályák nincsenek betöltve, míg a külső területeken elhelyezkedők igen, buborékszerű szerkezet alakulhat ki. Az Atomki kutatói, nemzetközi együttműködésben, radioaktív nyalábos kísérletben a neutrontöbbletes ^{34}Si atommagról bizonyították be, hogy a protoneloszlása buborékszerkezetet mutat, míg a neutronsűrűsége egyenletes.

A héjmodell szerint az atommagban a nukleonok energiaszinteken, pályákon helyezkednek el, a pályák héjakba csoportosulnak. A teljesen betöltött héjakkal rendelkező „mágikus" atommagok különösen stabilak. Az Atomki munkatársai nemzetközi együttműködésben a ^{79}Cu atommag szerkezetét vizsgálva kimutatták, hogy annak közvetlen szomszédja, az erősen neutron többletes ^{78}Ni zárt proton- és neutronhéjjal rendelkezik. Így ez az egyik neutronban leggazdagabb kétszeresen mágikus atommag.

Részt vettek az AGATA (Advanced GAmma Tracking Array) γ-spektrométer üzembe helyezésében a franciaországi Caen-ben működő GANIL intézetben. A ciklotron-gyorsító komplexum által szolgáltatott stabil és radioaktív nehézion nyalábokat használták egzotikus atommagok in-beam γ-spektroszkópiai vizsgálatára. A több segéddetektor által is használt NUMEXO2 digitális jelfeldolgozó Atomki-beli firmware-fejlesztése a DIAMANT töltöttrészecske-detektort a 2018-as mérési kampányban használandó detektorrendszer (AGATA+DIAMANT+NEDA) integrális részévé tette.

A GANIL-ban az AGATA γ-detektorrendszerrel végrehajtott kísérlet során az Atomki munkatársai, nemzetközi együttműködésben, az N=60 neutronszám körüli deformációs szigetet vizsgálva először azonosították a neutrontöbbletes ^{96}Kr atommag második 4^+ gerjesztett állapotát. A ^{96}Kr második 4^+ és első 2^+ állapotának energiaaránya megerősíti, hogy ezt a deformációs szigetet a protonszámban a Kr izotópok határolják alulról. Viszont a kapott alacsony érték erős deformáció kialakulását jelzi a ^{96}Kr-ban, ellentmondásban a kriptonokban korábban észlelt eredményekkel.

A ^{17}O(p, γ)^{18}F reakció a csillagfejlődés számos különböző szakaszában játszik kulcsszerepet a hidrogénégési folyamatokban. Az Atomki új Tandetron gyorsítóján végzett első, sikeresen lezárult, tudományos projekt keretében ennek a reakciónak a hatáskeresztmetszetét mérték széles energiatartományban. A méréseket az asztrofizikailag lényeges teljes hatáskeresztmetszetet közvetlenül szolgáltató aktivációs technikával végezték. Ezt a módszert korábban nem alkalmazták a vizsgált energiatartományban. A mérési eredmények, illetve R-mátrix analízis alapján független megerősítését adták az alacsonyenergiás rezonanciák tartományában mért adatoknak, illetve az irodalminál kisebb direkt befogási hatáskeresztmetszetet javasoltak.

A nehéz, protongazdag izotópok szintéziséért felelős asztrofizikai γ-folyamat modellezéséhez szükséges magfizikai bemenő adatokat vizsgálták Ir izotópokon γ-befogási reakciók hatáskeresztmetszetének mérésével. A kísérleteket egy eddig nem alkalmazott módszerrel, röntgendetektálással kombinált vastagcéltárgy-hozam méréssel végezték, mellyel lehetővé vált e korábban nem vizsgált izotópok tanulmányozása is. A mért adatokat összevetették modellszámítások előrejelzéseivel, és azt találták, hogy az alfa-mag optikai potenciál korábban javasolt módosításával a kísérleti eredmények jól reprodukálhatók.

A ^{17}O(p, α)^{14}N reakció vizsgálatával a LUNA együttműködés előzőleg bebizonyította, hogy bizonyos csillagokban ennek a reakciónak a sebessége mintegy kétszerese a korábban feltételezettnek. E kísérleti eredmények alapján sikerült feloldani a nehéz oxigén izotópok asztrofizikai eredetének rejtélyét. Bebizonyították, hogy 4-8 naptömegű csillagokból származnak a naprendszerben talált egyes meteoritszemcsék, így ezek a csillagok hozzájárultak a naprendszert létrehozó anyag kialakulásához.

Magfizikai alkalmazások

Bizonyos folyadék fázisú minták elemösszetételének ismerete igen fontos tudományos és ipari szempontból (biológiai minták, ásványolaj stb.). Viszont sok esetben a mintapreparáció e mintáknál komplikált, vagy hatással van az eredeti mintakörnyezetre. Standard fémsó oldatok és vérminták fő- és nyomelem tartalmát (pl. Na, P, S, Cl, K, Ca, Fe, Cu, Zn, Br) határozták meg levegőn történő részecskeindukált Röntgen- és gamma-emissziós spektroszkópiával (PIXE-PIGE).

A polidimetilsziloxánt (PDMS) eddig a mikro- és nanolitográfiában replikakészítésre használták. Ebben a munkában az Atomki kutatói megmutatták, hogy pozitív és negatív reziszt anyagként direkt írásra is alkalmazható ez a polimer, attól függően, hogy milyen előhívószert alkalmaznak. Számos különböző vegyszer tesztelése során megállapították, hogy pozitív rezisztként KOH vagy NaOH volt maratásra alkalmazható, és a besugárzott területen a maratási sebesség függött az ionfluenstől. Negatív rezisztként tömény H_2SO_4 megfelelően előhívta a besugározatlan anyagot. Rezisztenciateszttel kimutatták, hogy a végeredmény-struktúrák sokkal ellenállóbbak lettek szerves oldószerekkel szemben, mint a kiinduló anyag.

Az IPERION CH EU H2020 projekt keretében többek között elvégezték a Pireneusokban található kovakőlelőhelyek geokémiai jellemzését abból a célból, hogy összevessék a magdaléni kultúrából származó kőeszközökkel. A Magyar Nemzeti Múzeummal való együttműködés keretében bronzkori aranyleletek elemösszetételét határozták meg. A Hajdúsági Múzeum felkérésére a térségből származó bronzkori szitulák elemösszetételét adták meg. Ezek nagyméretű bronzedények, valószínűleg italok keverésére, tárolására használták őket. Eredményeik hozzájárultak a rendőrség által csempésztevékenységgel kapcsolatosan lefoglalt, ún. második hajdúböszörményi szitula eredetének tisztázásához.

^{52}Mn PET (Pozitron Emissziós Tomográfia) radioizotópot használtak mezőgazdasági haszonnövények mikroelem-felvételének PET kamerával történő meghatározásához. A haszonnövény és a vele szimbiózisban élő nitrogénmegkötő baktériumok mangánfelvételét tanulmányozták, a mangán felvételét és az esetleges feldúsulást követték nyomon PET kamerával. A cél a PET módszer bevezetése és alkalmazása a szeparációs és transzport folyamatok dinamikus leképezésére. PET kamerával vizsgálták kromatográfiás oszlopon fokozatosan szeparálódott nyomjelzett komponensek leképezését az elválasztás hatékonyságának követésére. A PET képalkotást használták a ^{11}C-jelzett metanol–olefin reakciójának leképezésére és analizálására is speciálisan aktivált katalizátor oszlopon.

Alkatrészek kopásának vizsgálatára irányuló mérések során felmerült a radioaktív térfogat homogenitása. Ennek mérésére új módszert dolgoztak ki. Eszközül az Atomkiban kifejlesztett miniPET berendezés legújabb változatát használták. A pozitronbomló izotóp(ok) mérése alapján határozták meg az aktivitáseloszlást.

Meghatározták orvosi izotópok előállításához kapcsolódó reakciók hatáskeresztmetszeteit. Olyan új kísérleti reakció hatáskeresztmetszet adatokat határoztak meg, amelyek különböző referencia adatbázisok létrehozását támogatják, segítik a megfelelő elméleti modellek kidolgozását, illetve az adatok gyakorlati alkalmazását is magukban foglalják. A vizsgált céltárgy anyagok: Al, Ti, Cu, Mo, Cd, Tm, Y, Zn, Zr, Ir voltak. Elkészítették a NAÜ monitor reakciók adatbázisának új online verzióját. Kísérleti adatokat kompiláltak a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (IAEA) EXFOR adatbázisába.

Nagy anyagmennyiségű, dúsított gadolínium céltárgyaktól (>500 mg) történő új, nagy hatásfokú radio-terbium elválasztási módszereket fejlesztettek ki. A terbium radioizotópjai között négy olyan is van, melyek bomlási tulajdonságai alkalmassá teszik azokat orvosbiológiai célokra (rákterápia: ^{149}Tb és ^{161}Tb; SPECT diagnosztika: ^{155}Tb; PET diagnosztika: ^{152}Tb). A radio-terbiumok a megfelelő bio-targeting vektorokkal társítva fontos szerepet töltenek be a teranosztikus (diagnosztikus és terápiás izotópok egyetlen ágensben való kombinálása) módszerek klinikai kutatásában és alkalmazásában.

Atom- és molekulafizika

A közelmúltban végzett kísérletekhez kapcsolódva elméletileg vizsgálták az egyszeres ionizáció folyamatát a 75 keV p + H_2 ütközési rendszerben. Az ún. két-effektív-centrum közelítést alkalmazták a folytonosan torzított hullámú modell keretében. Számításaik a korábbi elméleti leírásoknál lényegesen jobb egyezést mutatnak a mért többszörösen differenciális hatáskeresztmetszetekkel, különösen nagy impulzusátadások esetén. Elméleti módszerükkel sikeresen értelmezték a szóródott lövedékion szögeloszlására kapott kísérleti eredményeket is, mind koherens, mind inkoherens lövedéknyalábok esetén.

Vízmolekulát bombáztak 1 MeV energiájú H^+ és He^+, valamint 650 keV-es N^+ ionokkal, és mérték a molekula Coulomb-robbanásából származó fragmentumok energia- és szögeloszlását. A kapott spektrumok elemzésével meghatározták az egyes fragmentációs csatornák hozamait. Ezekből többszörös ionizációs hatáskeresztmetszeteket származtattak, melyeket összevetettek a függetlenrészecske-közelítés (IPM) keretében végzett klasszikus és kvantummechanikai modellszámításokkal. Az elméleti eredményeket felhasználva értelmezték a céltárgy többszörös ionizáltságú állapotainak megfigyelt eloszlását. Rámutattak az IPM modell korlátára a perturbáció erősségének növekedésénél.

Mágnescsapdában mikrohullámmal keltett plazmákat vizsgáltak egy saját fejlesztésű plazmadiagnosztikai mérőberendezéssel. A plazma részletes hőmérséklet- és sűrűségtérképét elkészíteni képes eszköz 4 db automatizált mozgású Langmuir-szondával rögzít áram-feszültség karakterisztikákat. A szintén saját fejlesztésű szoftver segítségével a szondák adatgyűjtése és az adatok kiértékelése automatikus és ciklikus. Mivel a kutatócsoport résztvevője a H2020 ENSAR2/MIDAS EU-együttműködésnek, 4 külföldi vendégkutató számára egy nagyon sikeres tudományos tréninget szerveztek az említett plazmaberendezéshez kapcsolódóan.

Fotonabszorpciós vizsgálatokat végeztek endohedrális negatív fullerén ionokon ($Sc_3N@C_{80}$) a szkandium L-héj ionizációs küszöbe környezetében a hamburgi PETRA-III szinkrotron nyalábcsatornáján az Atomki, a giesseni Justus Liebig Universität és a DESY együttműködésének keretében. Az ionok végállapoti töltésállapot-eloszlásának analízisével sikerült kimutatni a Sc L-héj rezonáns gerjesztését, valamint a rezonáns folyamatot követő kaszkád Auger-elektron emisszió jelenlétét.

A hamburgi PETRA-III szinkrotron nyalábcsatornáján asztrofizikailag releváns vas ionok fotoionizációját tanulmányozták különböző kezdeti állapotokból (Fe^{q+}, q=1,2,3) létrehozott végállapoti ionok (Fe^{q+-ne}, n=1,2,…7) detektálásával. Ugyanott Si^+ ion egyszeres és többszörös fotoionizációját vizsgálták a K-héj rezonáns gerjesztésének megfelelő fotonenergia-tartományban, és gerjesztési hatáskeresztmetszeteket mértek 1800-2000 eV energiájú fotonokkal a rezonancia szerkezet feltérképezésére.

A szigetelőfelület potenciáljának megfigyelésére alkalmazták makroszkopikus üveg kapillárison átjutott ionok eltérülését az eltelt idő függvényeként, mint egy ideális elektrométert, amely esetükben egy kúpos üveg kapilláris belső felülete volt. Megmutatták, hogy az üveg kapillárisok képesek akár 500 V-nál nagyobb potenciálra is feltöltődni, még egyszeres töltésű ionok esetében is, ezzel megnövelve az átvitelt, mely új teret nyithat a kúpos kapillárisok töltöttrészecske-transzportjának alkalmazása terén. A jelenlegi elrendezés a kapilláris potenciál dinamikáját szabályozó szivárgási áramok meghatározására is alkalmas. Bebizonyították, hogy a keletkezett másodlagos elektronok erősen befolyásolhatják a kapilláris potenciál növekedését, és ezáltal elkerülhető az úgynevezett Coulomb blokkolás.

Felületfizika

Kétféle módszerrel tanulmányozták elektromos kétréteg-kondenzátorok nanokristályos átmenetifém-oxid katódjának elektronszínképét. A Co, Ni, Mn, Zn, O, N, C összetételű nano-porok fotoelektron és Auger-elektron színképi sávjaiból a vegyi állapotokat, egy másik módszerrel a nano-porok tiltott sávszélességét határozták meg. A nano-porok előállítója a teheráni Materials and Energy Research Center volt, mint együttműködő partner. Az előállított nano-porokkal szuperkondenzátorokat készítettek, melyek töltéstároló képességét kísérletileg is ellenőrizték. 1000-2000 ciklikus feltöltés-kisütés után is nagy kapacitás értékeket, ill. nagy energia- és áramsűrűségeket tapasztaltak.

Átmeneti fémek optikai paramétereit származtatták Monte Carlo szimulációval elektronszínkép kísérletekből. Ni és Fe energiaveszteségi elektronszínképeit mérték 1-3 keV primer energiáknál. A kísérleti eredmények felhasználásával kínai együttműködő partnerek (University of Science and Technology, Hefei, Anhui, Kína) meghatározták a Fe és Ni optikai paramétereit és az elektronok rugalmatlan szórási szabad úthosszát az energiaveszteségi függvény származtatásával, a 0-100 eV (Fe) és a 0-200 eV (Ni) szélességű energiaveszteségi elektron színképekből. A mérések a korábbi optikai méréseknél pontosabb optikai paramétereket eredményeztek.

Anyagok optikai függvényének abszolút meghatározását mutatták be mért visszaszórt elektronveszteségi spektrumokra alapozva a nemrégiben kifejlesztett inverz Monte Carlo technika segítségével. A módszer az elektrontranszport-folyamatok pontos modellezésén alapul, az energiaveszteség függvény globális optimalizálását felhasználva. Anyagok optikai állandóit és az elektron rugalmatlan szabad úthosszakat adták meg, miután a számításaik pontosságát az f- és ps-összegzési szabályokkal ellenőrizték.

Vizsgálták vas és acél felületek magas hőmérsékletű fémötvözet-olvadékba (Zn-Ti, Zn-Mn) mártásos galvanizálással készített korrózió elleni bevonatát. Fotoelektron- és tömegspektorszkópiai mérésekkel kimutatták, hogy Zn-Ti ötvözettel készített bevonatban a különböző oxidációs állapotú titán oxidok (TiOx) különböző rétegekben helyezkednek el a felülettől mért mélység függvényében. A réteges szerkezet kialakulását az olvadék összetétele és a bevonati réteg hűlési sebessége határozza meg. Kimutatták, hogy nanométer skálán a rétegnövekedés aktivációs energiája megegyezik a felületi durvaság növekedéséhez szükséges aktivációs energiával. A TiOx réteges szerkezetének feltárása műszaki és anyagtudományi szempontból is új eredmény.

Nedveskémiai eljárással előállított félvezető tellúr nanoszálak kristálynövekedési jellemzőit vizsgálták inert makromolekulákkal zsúfolt közegekben. A rendszer kinematikai viselkedését tanulmányozták szisztematikusan az előállított nanoszálak koncentrációjának és geometriai paramétereinek időbeli változásain keresztül. A téma anyagtudományi és biológiai szempontból is érdekes. Biológiai rendszerekben a zsúfoltság alapvető szerepet játszik a biokémiai folyamatokban, mint nemspecifikus katalizátor, és mélyebb ismeretük fontos az élő szervezetekbe került, vagy juttatott, szervetlen nanorészecskék stabilitásának és funkcionalitásának jövőbeni tervezéséhez.

Környezettudomány

A szisztematikus K-Ar kormeghatározások lehetővé tették a vizsgált területek tektonikai- és magmás események fejlődéstörténetének rekonstruálását, amely az alábbiakban foglalható össze: A riftesedés kezdeti fázisához köthető bazaltos és ignimbrites vulkáni tevékenység kora

38,5 millió és 22,3 millió év közé tehető. A riftesedéssel egy időben lejátszódó főleg bazaltos vulkáni tevékenység és a kisebb mennyiségű riolitos vulkáni anyag felszínre jutása kb. 1,2 millió év és 0,5 millió év között történt. A vizsgált területhez tartozó Bale Vulkáni Komplex kialakulásában felismert kitörési fázisok összetett vulkáni szerkezethez köthető eseménysort jelentenek, amely mintegy 20 millió év alatt játszódott le.

Nemesgáz analitikai vizsgálatok (He, Ne, Ar, Kr, Xe) készültek a kabai meteoriton. A minták nemesgázai különböző hőmérsékleteken (600; 800; 1000 és 1800 °C) lettek felszabadítva. A Ne izotópadatok segítségével sikerült a meteorit kozmogén kitettségi korát 11,8 millió évről 12,1 millió évre pontosítani. A meteorit a korábban feltételezett 9-10 cm-el szemben 15 cm sugarú lehetett, ablációs vesztesége pedig relatíve kicsi (~70%) volt. Xe izotóparányai alapján a meteorit nanogyémánt tartalma 500 ppm-re becsülhető, és a meteorit az egyik legprimitívebb típusba tartozik, ezzel megelőzve a referenciaként használt Allende meteoritot.

Új bizonyítékot találtak arra, hogy az észak-atlanti térség klímaingadozásai Európa és a Kárpát-medence éghajlatára és őskörnyezetére is jelentős hatással voltak. Elvégezték a Dunaszekcsői löszüledékekben található parányi elszenesedett növényi maradványok és csigahéjaik nagy pontosságú, gyorsítós tömegspektrométeres radiokarbon kormeghatározását. A pontosabb kalibrációs görbék, valamint Monte Carlo szimuláció segítségével meghatározható volt az üledékes rétegsor kor-mélység modellje. Az ebből számított üledékfelhalmozódási ráta és porfluxus, az üledékbe temetett csigahéjak stabilizotóp-összetétele, valamint az üledék és a benne lévő kvarckristályok méreteloszlása adtak információt az egykori környezet változásairól.

Az Észak-Patagóniai partoknál, a San Matias-öbölben (Argentina) tíz különböző régészeti kagylóhéjdomb feltárása és radiokarbon analízise alapján meghatározták az óceáni eredetű szén beépítése miatt a kagylókban fellépő ^{14}C kor-módosító hatást (Reservoir-kor, R). Ezt az azonos régészeti horizontokból származó kagylóhéj töredékek és elszenesedett növényi maradványok összehasonlító AMS ^{14}C kor mérése tette lehetővé. Az egyedi R értékek 205±48 év és 358±56 év között mozogtak a 700-5300 ^{14}C év közötti korszakban, jelentősebb időbeni függés nélkül. Az átlag korrekciós kor értéke (R=266 ± 51 év) jól alkalmazható más régészeti lelőhelyeken talált kagylókon mért ^{14}C korok naptári korokká való átszámítása során.

A Provalata-barlang (Macedónia) gipsz lerakódásain végeztek részletes S és O izotóparány-elemzéseket. Csak néhány tanulmány foglalkozik barlangi szulfát üledékek kén- és oxigénizotóp-frakcionációjának vizsgálatával, figyelembe véve a kénsavas speleogenezist is. Pozitív korreláció mutatkozott a $\delta^{18}O$ és $\delta^{34}S$ értékek között, mely a többlépéses mikrobiális oxidáció környezeti kontrollja hatására alakulhatott ki. Ezen felül a kénhidrogén oxidációját megelőző $\delta^{34}S$ eltolódása a H_2S kén izotóp-összetételének változására mutat rá.

A $^{190}Pt/^{186}Os$ rendszert széles körben alkalmazzák kormeghatározásra a geo- és kozmokémiában. A ^{190}Pt felezési idejét ($6{,}5(3)\times10^{11}$ év), az eddig közölt adatok szórása (2×10^{11} - 12×10^{11} év között) miatt pontosítani kellett. Ehhez nemzetközi együttműködésben alacsony hátterű kettős rácsos Frisch-féle ionizációs kamrát építettek. A mérésekhez használt platina izotóparányát határozták meg, amihez lézer ablációs induktív csatolású tömegspektrometriás módszert (LA-ICP-MS) dolgoztak ki. Mérési eredményeik alapján a felhasznált platinában a ^{190}Pt aránya kis mértékben, de eltért az átlagtól, így a felezési idő meghatározásánál figyelembe kellett venni. A ^{190}Pt felezési ideje $T_{1/2} = (4{,}97 \pm 0{,}16) \times 10^{11}$ évnek adódott.

Az MRI vizsgálatok terjedésével megnőtt a szennyvizekbe kerülő, gadolíniumot tartalmazó kontrasztanyagok mennyisége. Négy vízi növényfaj esetében vizsgálták meg laboratóriumi körülmények között, hogy milyen mértékben veszik fel a vízből a leggyakrabban használt két kontrasztanyagot, a Dotaremet és az Omniscant. Meghatározták a koncentrációfüggő gadolíniumfelvételt és jelentős akkumulációt nem tapasztaltak. A kontrasztanyaggal telített növényekből a Gd maradék nélkül kiürült. Békalencsénél az Omniscan felezési ideje 1,9 nap, a Dotaremé 2,9 nap volt. Szignifikáns mértékű biofiltrációt nem tudtak kimutatni, ezért az utótisztító tórendszerek valószínűleg nem tudják a szennyvízbe került kontraszt anyagokat eltávolítani.

Összehangolt mintavételt folytattak Magyarország 5 nagyvárosában (Budapest, Debrecen, Miskolc, Nyíregyháza, Pécs). A szálló por koncentrációja, elemi összetétele, szerves és szervetlen, valamint fosszilis és modern szén tartalma alapján meghatározták a városi aeroszol szennyezés forrásait, a források adott légszennyezettségi szinthez való hozzájárulását, továbbá vizsgálták a hosszú távú transzportból származó aeroszol szerepét is. Receptormodell-számítás eredményeként az alábbi forrásokat azonosították: talaj, regionális transzportból származó másodlagos aeroszol, biomassza égetés, olajégetés, közlekedés, tengeri só, valamint biogén aeroszol. Diszperziós modellszámítás segítségével meghatározták az öt városban egyszerre megjelenő epizódok földrajzi eredetét.

Intenzív kéthetes aeroszol mérési és mintavételi kampányt hajtottak végre Budapest központjában, egy enyhe téli időszakban. A terepi on-line mérések mellett, elemi szén, szerves szén, levoglükozán és egyéb kémiai összetevők, valamint radiokarbon mérése történt a mintákból. Újszerű, egyszerűsített kombinált radiokarbon-levoglükozán alapú forrásmeghatározási módszert vezettek be és alkalmaztak a főbb széntartalmú aeroszolkomponensekre. Az elemi- és szerves összetevők jellemzően eltérő fosszilis forrásokból származtak. Míg az elemi-szén frakció inkább a gépjárművek kibocsátásához volt köthető, addig a szerves komponensek forrása inkább a háztartási felhasználáshoz és ipari tüzeléshez kapcsolható.

Fukushima partjainál és az Északi-Csendes-óceán nyugati részein mélységi vízoszlopokból trícium, radiokarbon és radiocézium-koncentráció méréseket végeztek a 2011-2012-es évben gyűjtött mintákban. A legmagasabb felszíni ^{134}Cs és ^{137}Cs értékeket Fukushima partjainál mérték, mely mintegy 3 nagyságrenddel magasabb volt a baleset előtti szinthez képest. A trícium szint ennél kisebb mértékben nőtt meg, mindössze hatszoros értékek voltak kimutathatóak. Radiokarbonban mindössze 9%-os növekmény volt a természetes szinthez képest. Az erősen szennyezett víztömegek direkt kibocsátása, illetve a száraz- és nedves kihullás a sérült Fukushimai erőműből jelentősen megváltoztatta ezek koncentrációját az Északi-Csendes-óceán nyugati részein a tengervízben.

Folyékony radioaktív hulladékok ^{107}Pd tartalmának elemzésére szolgáló elválasztási eljárást fejlesztettek ki. $RhCl_3$ porból ciklotronos besugárzással és savas roncsolással folyadék formájú ^{103}Pd nyomjelzőt állítottak elő, az egyéb aktivációs termékektől való teljesebb radiokémiai elválasztás érdekében. Az előállított gamma-sugárzó nyomjelző anyag segítségével valós (atomerőművi) minták elválasztását optimalizálták, különös tekintettel az ICP-MS mérésnél számottevő interferenciát okozó ezüsttől való elválasztására.

b) Tudomány és társadalom

Az MTA Atomki a 2017. év folyamán a következő rendezvényekkel érte el a nagyközönséget: *Európai Science on Stage Fesztivál, Kutatók Éjszakája, Fizikusnapok* és látogatócsoportok fogadása.

A 10. jubileumi *Európai Science on Stage Fesztivál* (2017.06.29.-07.02.) Debrecenben az Atomki társrendezésében valósult meg. A fesztiválon kb. 400, természettudományos tárgyakat tanító általános- és középiskolai tanár vett részt 30, főleg európai országból, és cserélte ki innovatív oktatási módszereit és tapasztalatait. Kiállítási standokon, műhelyekben és színpadi előadásokon mutatták be legjobb kísérleteiket és oktatási gyakorlataikat. Az Atomki kutatói a zsűri munkájában is részt vettek, és az intézet ajánlotta fel a technikailag legigényesebben megvalósított kísérletért adandó különdíjat is.

A *Kutatók Éjszakája* (2017.09.29.) alkalmával az Atomkiban folyó kutatásokkal ismerkedhettek meg az érdeklődők *„Miről mesélnek a műtárgyak és régészeti leletek - a fizikusoknak?”* című előadás keretében. A műtárgyak, régészeti leletek tanulmányozásában ma már egyre nagyobb szerepet kapnak a természettudományos módszerek. A fizika segítségével megállapíthatjuk a tárgyak, leletek korát, anyagösszetételét, illetve felfedezhetünk addig nem ismert részleteket is. A közönség létszáma 80 fő volt.

A *Fizikusnapokat* 38. alkalommal rendezte meg az Atomki (2017.11.20-24.), ezúttal az emberközpontú tudomány jegyében. Az elhangzott négy előadás tematikája az emberiség előtt álló kihívásokhoz, illetve az ezekre a tudomány segítségével adható válaszokhoz kapcsolódott. Így szó volt a klímaváltozás fizikai alapú modellezéséről, az atombomba kifejlesztésének történetéről, a mesterséges intelligenciáról, illetve az antropikus elvről. Az előadásokra általános iskolástól nyugdíjas korúig jöttek érdeklődők, összesen 339 fő. A hét folyamán a délelőtti órákban csoportok érkeztek összesen 24 iskolából, Debrecenből és távolabbi településekről, hogy a meghirdetett 28-féle rendhagyó óra valamelyikét meghallgassák. 70 rendhagyó óra hangzott el, melyen összesen 1975 látogatóórát töltöttek az Intézetben. Az utolsó napon a Debreceni Katasztrófavédelmi Kirendeltség közreműködésével tűzvédelmi előadás hangzott el, majd a nézők egy próba tűzriadó keretében levonultak az udvarra, ahol egy roncsautó feláldozásával oltási bemutatót láthattak. Az egyhetes esemény révén az Intézet részt vett a *Magyar Tudomány Ünnepe* keretében futó *Kutatóhelyek Tárt Kapukkal* programban.

Fentieken kívül az év során 20 csoportban 504 fő érkezett az Intézetbe (általános és középiskolások, egyetemisták, felnőtt érdeklődők) és összesen 1282 látogatóórát töltöttek el. A programok a csoportok ismeretszintjéhez és érdeklődéséhez igazodnak és kísérletekkel tarkított előadásokat, valamint az Intézet laborjaiban történő látogatásokat tartalmaznak. A látogatóközpontban a radioaktív sugárzás tulajdonságaival és kimutatásával, a hidegfizikai bemutató alkalmával pedig az alacsony hőmérsékleten lejátszódó jelenségekkel ismerkednek az érdeklődők.

Az Atomki kutatói szerepet vállaltak hazai középiskolai tanárok továbbképzésében a CERN-ben, illetve közreműködtek a Nemzeti Radon Cselekvési Terv elkészítésében, valamint az új sugárvédelmi szabványok megalkotásában is.

Az Atomki weblapján keresztül megtekinthetők az Intézet kutatói által írt ismeretterjesztő cikkek, amelyekből 2017-ben összesen 5 jelent meg az *Élet és Tudomány*, a *Fizikai Szemle* és a *Természet Világa* oldalain.

A *Kutatók Éjszakája* és a *Fizikusnapok* ismeretterjesztő előadásairól készült felvételek elérhetők a legnépszerűbb fájlmegosztó portálon. A tanárok visszajelzései alapján főleg az *Utazó Fizika* program keretében néhány évvel ezelőtt létrehozott négy előadást tudják hasznosítani a tanórákon: Víz, Földünk természetes védelmi rendszerei, Hideg-meleg, Energia.

2017 során az Atomki és munkatársai 119 hazai média-megjelenésben szerepeltek.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

Az Intézet együttműködésben folytatott kutatásai hagyományosan egyrészt a nagy nemzetközi kollaborációk (pl. CERN-CMS, LUNA, RIKEN stb.) keretében valósulnak meg, másrészt pedig különféle szintű kétoldalú kapcsolatokon alapszanak. A kollaborációk köre 2017-ben az AGATA (Advanced GAmma Tracking Array) együttműködéssel bővült. Az Atomki a magyar koordinátora a H2020 E-RIHS PP (European Research Infrastructure for Heritage Science Preparatory Phase) projektnek. Az Atomki munkatársai két új projekthez csatlakoztak a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (IAEA) szervezésében. A kétoldalú kapcsolatok elsősorban a környező országok partner intézményeivel kötött megállapodásokkal bővültek (Varsói Egyetem, krakkói Magfizikai Kutatóintézet, prágai Károly Egyetem, Nagyváradi Egyetem, Szlovák Geológiai Intézet), de új megállapodások születtek távolabbi országok intézményeivel is (Eindhoveni Egyetem, CIMAP, Caen, Franciaország, NECSA, Dél-Afrika).

Az új hazai együttműködések között megemlíthető az MTA BTK Régészeti Intézet Lendület Kutatócsoportjával, illetve az MTA Ökológiai Kutatóközpontjával kialakított munkakapcsolat. A vállalati szférából továbbra is az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. a legjelentősebb együttműködő partner.

2017-ben az Atomki kutatói szervezték meg a 2nd Radiocarbon in the Environment nemzetközi tudományos konferenciát Debrecenben (július 3-7) amelyen összesen 108 regisztrált résztvevő érkezett 27 országból, több mint 110 előadással.

Az Atomki Külső Tanácsadó Testülete 2017. november 20-án tartotta ülését az Intézetben, ahol egyebek mellett az Atomki munkatársainak az ELI (Extreme Light Infrastructure) szegedi és bukaresti intézményében tervezett kutatásairól kapott tájékoztatást.

A felsőoktatásban való részvétel 2017-ban is fontos szerepet töltött be az Intézet kutatóinak tevékenységében. Az Atomki kutatói főképpen a Debreceni Egyetemen, azon belül pedig főleg a Természettudományi és Technológiai Karon végeztek oktatómunkát. Összesen 32 elméleti és 20 gyakorlati kurzust hirdettek meg. A beszámolási időszak folyamán 21 PhD-, 12 MSc-, 29 BSc- és 15 TDK-hallgató dolgozott az Intézetben. Doktori képzésben 48 Atomkis kutató volt érdekelt, köztük heten doktori iskolai törzstagként. Közülük öten a Debreceni Egyetem fizikai, ketten pedig az informatikai doktori iskolájának törzstagjai. Az Intézetben folytatódott a kutatóhallgatói ösztöndíjas program, amelynek keretében egyetemisták vállalnak részt a kutatómunkában. A tavaszi és az őszi félévben 8, illetve 7 ösztöndíjas vett részt ebben a programban. Az Atomki fiatal kutatói témavezetést biztosítottak annak a nyolc

egyetemistának, akik kilenc hétre érkeztek az Intézetbe a Nagyváradi Egyetemről az Erasmus+ program keretében.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

- *GEOCORE Magminta, Gyűjteményi és Laboratóriumi Földtani Tudásközpont fejlesztése*, GINOP-2.3.3-15-2017-00043, 36 hónap, 166 175 E Ft
- *Egzotikus atommagátalakulások precíziós vizsgálata*, OTKA K124810, *48 hónap,* 47 840 E Ft
- *Kollektív és egyrészecske mozgásformák atommagokban*, OTKA PD124717, 36 hónap, 15 219 E Ft
- *Légköri aeroszol forrásainak vizsgálata városi környezetben*, OTKA PD125086, 36 hónap, 15 219 E Ft
- *Ultragyors folyamatok vizsgálata intenzív lézer-anyag ütközésekben*, OTKA KH126886, 24 hónap, 20 000 E Ft
- *Eszközfüggetlen kvantumprotokollok nem desztillálható kvantumrendszerek tesztelésére*, OTKA KH 125096, 24 hónap, 19 995 E Ft
- *Erősen reaktív molekula-töredékek létrehozása gáz fázisú ütközési folyamatokban*, TÉT_16-1-2016-0126, 24 hónap, 1970 E Ft
- *Szigetelő felületek fel- és letöltődési dinamikájának a vizsgálata: Kapillárisok, mint önszerveződő elektrosztatikus lencsék*, 2017-2.2.5-TÉT-FR-2017-00008, 24 hónap, 1790 E Ft
- E-RIHS PP, 36 hónap, 37 000 EUR
- IAEA 22185, 36 hónap, 20 000 EUR
- IAEA F22069, 36 hónap, 20 000 EUR

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Pál KF, Vértesi T: Family of Bell inequalities violated by higher-dimensional bound entangled states. Physical Review A, 96:(2) 022123 (2017) https://arxiv.org/abs/1704.08600
2. Halász Z, Nakahara A, Kitsunezaki S, Kun F: Effect of disorder on shrinkage-induced fragmentation of a thin brittle layer. Physical Review E, 96:(3) 033006 (2017) http://real.mtak.hu/72272/
3. Hornyák I, Kruppa A: Hylleraas- and Kinoshita-type wave functions with correct cusp conditions. Physical Review A, 96: 052506. 7 (2017) http://real.mtak.hu/72172/
4. Adsley P, Jenkins D G, Cseh J, Dimitriova S S, Brümmer J W, Riczu G, et al.(18): α clustering in ^{28}Si probed through the identification of high-lying 0^+ states. Physical Review C, 95:(02) 024319. 8 (2017) https://arxiv.org/abs/1609.00296
5. Lévai G: Accidental crossing of energy eigenvalues in PT-symmetric Natanzon-class potentials. Annals of Physics, 380: 1-11 (2017) http://real.mtak.hu/72297/
6. Bruckmann F, Endrődi G, Giordano M, Katz SD, Kovács TG, Pittler F, et al. (7): Landau levels in QCD. Physical Review D, 96:(7) 074506. 18 (2017) https://arxiv.org/abs/1705.10210

7. Defenu N, Trombettoni A, Nándori I, Enss T: Nonperturbative renormalization group treatment of amplitude fluctuations for $|\varphi|^4$ topological phase transitions. Physical Review B, 96: 174505. 16 (2017) https://arxiv.org/abs/1706.00618

8. Zamora JC, Aumann T, Csatlós M, Krasznahorkay A, Stuhl L, Zenihiro J et al. (47): Nuclear-matter radius studies from Ni-58(alpha,alpha) experiments at the GSI Experimental Storage Ring with the EXL facility. Physical Review C, 96:(3) 034617 (2017) http://real.mtak.hu/74318

9. Mutschler A, Lemasson A, Sorlin O, Bazin D, Dombrádi Z, Sohler D, et al. (22): A proton density bubble in the doubly magic ^{34}Si nucleus. Nature Physics, 13: 152-156 (2017) https://arxiv.org/abs/1707.00358

10. Olivier L, Franchoo S, Vajta Z, Sohler D, Dombrádi Z, Xu Z et al. (66): Persistence of the Z=28 Shell Gap Around ^{78}Ni: First Spectroscopy of ^{79}Cu. Physical Review Letters, 119:(19) 192501 (2017) http://real.mtak.hu/74319

11. Dudouet J, Lemasson A, Dombrádi Z, Kuti I, Sohler D, Zielińska M et al. (66): $^{96}_{36}Kr_{60}$ - Low- Z Boundary of the Island of Deformation at N=60. Phys. Rev. Letters, 118:(16) 162501 (2017) https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.118.162501

12. Sahin E, Bello Garrote FL, Sohler D, Vajta Z, Yoshinaga K et al. (48): Shell Evolution towards ^{78}Ni: Low-Lying States in ^{77}Cu. Physical Review Letters, 118:(24) 242502 (2017) http://real.mtak.hu/74320

13. Wu J, Nishimura S, Korkulu Z, Dombrádi Z, Kuti I, Vajta Z, et al. (68): 94 β -Decay Half-Lives of Neutron-Rich $_{55}$Cs to $_{67}$Ho : Experimental Feedback and Evaluation of the r -Process Rare-Earth Peak Formation. Physical Review Letters, 118:(7) 072701 (2017) http://real.mtak.hu/74321

14. Gyürky Gy, Ornelas A, Fülöp Zs, Halász Z, Kiss G G, Szücs T, Huszánk R, Hornyák I, Rajta I, Vajda I: Cross section measurement of the astrophysically important ^{17}O (p ,γ)^{18}F reaction in a wide energy range. Physical Review C, 95:(3) 035805 (2017) https://arxiv.org/abs/1703.03184

15. Lugaro M, Karakas A I, Elekes Z, Fülöp Zs, Gyürky Gy, Szücs T, et al. (37): Origin of meteoritic stardust unveiled by a revised proton-capture rate of ^{17}O. Nature Astronomy, 1: 0027 (2017) https://www.nature.com/articles/s41550-016-0027

16. Huszánk R, Csedreki L, Török Zs: Direct Trace Element Analysis of Liquid Blood Samples by In-Air Ion Beam Analytical Techniques (PIXE–PIGE). Analytical Chemistry, 89:(3) 1558-1564 (2017) http://real.mtak.hu/47603/

17. Nagy GUL, Lavrentiev V, Bányász I, Szilasi Sz, Huszánk R, Rajta I, et al.(8): Compaction of polydimethylsiloxane due to nitrogen ion irradiation and its application for creating microlens arrays. Thin Solid Films, 636: 634-638 (2017) http://real.mtak.hu/74322

18. Sánchez de la Torre M, Angyal A, Kertész Z, Csedreki L, Furu E, Papp E, Szoboszlai Z, Szikszai Z et al. (10): Trace element mapping of two Pyrenean chert deposits (SW Europe) by PIXE. Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section B, 400: 58-64 (2017) http://real.mtak.hu/743223

19. Zhu X, Kosinov N, Kubarev AV, Bolshakov A, Valastyán I, Hofmann JP, Roeffaers MBJ, Sarkadi-Pribóczki E, et al. (10): Probing the Influence of SSZ-13 Zeolite Pore Hierarchy in Methanol-to-Olefins Catalysis by Using Nanometer Accuracy by Stochastic

Chemical Reactions Fluorescence Microscopy and Positron Emission Profiling. CHEMCATCHEM, 9:(18) 3470-3477 (2017) http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cctc.201700567/epdf

20. Ditrói F, Tárkányi F, Takács S, Hermanne A: Extension of activation cross section data of long lived products in deuteron induced nuclear reactions on platinum up to 50 MeV. Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section B, 401: 56-70 (2017) http://real.mtak.hu/62366/
21. Takács S, Ditrói F, Szűcs Z, Haba H, Komori Y, Aikawa M, et al. (7): Crosschecking of alpha particle monitor reactions up to 50 MeV. Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section B, 397: 33-38 (2017) http://real.mtak.hu/54058/
22. Kovács STS, Herczku P, Juhász Z, Sarkadi L, Gulyás L, Sulik B: Dissociative ionization of the H_2O molecule induced by medium-energy singly charged projectiles. Physical Review A, 96:(3) 032704 (2017) http://real.mtak.hu/71226/
23. Sarkadi L: Calculation of the matrix elements of the Coulomb interaction involving relativistic hydrogenic wave functions. Computer Physics Communications, 212: 283 (2017) http://real.mtak.hu/71224/
24. Müller A, Bernhardt D, Borovik A, Buhr T, Hellhund J, Ricz S, et al. (13): Photoionization of Ne Atoms and Ne+ Ions Near the K Edge: PrecisionSpectroscopy and Absolute Cross-sections. Astrophysical Journal, 836:(2) 166 (2017) http://real.mtak.hu/74325
25. Takáts V, Hakl J, Csik A, Bereczki H F, Lévai G, Vad K et al.(9): Ti oxidation states in Zn(Ti) coating of hot-dip galvanized steels. Surface And Coatings Technology, 326: 121-127 (2017) http://real.mtak.hu/74327
26. Hunyadi M, Gácsi Z,Csige L, Csik A, Huszánk R, Szűcs Z et al.(8): Enhanced growth of tellurium nanowires under conditions of macromolecular crowding. Physical Chemistry Chemical Physics, 19: 16477-16484. (2017) http://pubs.rsc.org/en/Content/ArticleLanding/2017/CP/C7CP01011G
27. Xu H, Da B, Tóth J, Tőkési K, Ding ZJ: Absolute determination of optical constants by reflection electron energy loss spectroscopy. Physical Review B, 95:(19) 195417 (2017) http://arxiv.org/abs/1609.02639
28. Abbasi N, Moradi M, Hajati S, Kiani MA, Tóth J: In-situ growth of ultrathin Ni_6MnO_8 nanosheets on nickel foam as a binder-free positive electrode for asymmetric supercapacitor: Effects of alkaline aqueous and redox additive electrolytes. Journal of Molecular Liquids, 244: 269-278 (2017) http://real.mtak.hu/74334
29. Kovacs M, Seghedi I, Yamamoto M, Fülöp A, Pécskay Z, Jurje M: Miocene volcanism in the Oaş–Gutâi Volcanic Zone, Eastern Carpathians, Romania: Relationship to geodynamic processes in the Transcarpathian Basin. Lithos, 294-295: 304-318 (2017) http://real.mtak.hu/74335
30. Újvári G, Stevens T, Molnár M, Demény A, Fabrice L, Jull AJT, et al. (10): Coupled European and Greenland last glacial dust activity driven by North Atlantic climate. Proceedings of The National Academy of Sciences of The United States of America, 114:(50) 10632-10638 (2017) http://real.mtak.hu/72368/
31. Miller JA, Dunford AJ, Swana KA, Palcsu L, Butler M, Clarke CE: Stable isotope and noble gas constraints on the source and residence time of spring water from the Table

Mountain Group Aquifer, Paarl, South Africa and implications for large scale abstraction. Journal of Hydrology, 551: 100-115 (2017) http://real.mtak.hu/74336

32. Italiano F, Kis B-M, Baciu C, Ionescu A, Harangi S, Palcsu L: Geochemistry of dissolved gases from the Eastern Carpathians - Transylvanian Basin boundary. Chemical Geology, 469: 117-128 (2017) http://real.mtak.hu/74337
33. Koltai G, Spötl C, Shen CC, Wu CC, Rao Z, Palcsu L, et al. (9): A penultimate glacial climate record from southern Hungary. Journal of Quaternary Science, 32:(7) 946-956 (2017) http://real.mtak.hu/74339
34. Braun M, Georgiev YM, Schönherr T, Wilsenach H, Zuber K: A new precision measurement of the α-decay half-life of ^{190}Pt. Physics Letters B, 768: 317-320 (2017) https://doi.org/10.1016/j.physletb.2017.02.052
35. Haliuc A, Veres D, Brauer A, Hubay K, Hutchinson S, Braun M et al. (7): Palaeohydrological changes during the mid and late Holocene in the Carpathian area, central-eastern Europe. Global and Planetary Change, 152: 99-114 (2017) http://real.mtak.hu/74338
36. Salma I, Németh Z, Weidinger T, Maenhaut W, Molnár M, Major I, et al. (10): Source apportionment of carbonaceous chemical species to fossil fuel combustion, biomass burning and biogenic emissions by a coupled radiocarbon–levoglucosan marker method. Atmospheric Chemistry and Physics, 17:(22) 13767-13781 (2017) https://doi.org/10.5194/acp-17-13767-2017

AZ MTA ATOMMAGKUTATÓ INTÉZET FŐBB MUTATÓI ÉS PÉNZÜGYI ADATAI 2017-BEN

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatóhely neve: MTA Atommagkutató Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	182			Ebből kutató[2]:	100
PhD, kandidátus:	61	MTA doktora:	16	Rendes tag és levelező tag:	0
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					2
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					34

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				34
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				464
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				3
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				393
Ebből impaktfaktoros publikáció				329
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	1
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	1	idegen nyelven:	1

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	151,28	Összes független hivatkozás száma (2016):	5675
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			8921

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	7	MTA doktora:	1

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			105
		poszterek száma:	108
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	26	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	8
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			6

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			63
Témavezetések száma: TDK munka:	15	Diplomamunka (BSc):	29
Diplomamunka (MSc):	12	PhD:	21

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	1101 762,26	E Ft
Fiatal kutatói álláshelyen fogl. sz.[16]: 13 Teljes saját bevétel:	750 080	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		16
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	81 039,0	E Ft
Az év folyamán az egyéb NKFIH forrásból támogatott témák száma:		7
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	35 823,12	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		34
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	213 147,11	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		7
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	4489,04	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	415 582,29	E Ft

VI/A. A kutatóhely részletezett pénzügyi adatai 2017-ben

A kutatóhely neve: MTA Atommagkutató Intézet

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege:	1101 762,26	E Ft
Az időszak folyamán a teljes saját bevétel összege:	750 080,56	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		E Ft
OTKA - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	81 039,0	E Ft
Egyéb NKFIH forrásból - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	35 823,12	E Ft
ÚMFT - a tárgyévre vonatkozó bevétel:		E Ft
Egyéb hazai pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	166 175,74	E Ft
EU-s pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	46 971,37	E Ft
Egyéb külföldi pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	4489,04	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - kutatásra:	79 798	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - egyéb:	24 859,54	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb kutatási bevétel:	1479,8	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb nem kutatási bevétel:	309 444,95	E Ft

MTA CSILLAGÁSZATI ÉS FÖLDTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT

9400 Sopron, Csatkai utca 6–8.
9401 Sopron, Pf. 5
telefon: (99) 508 343; fax: (99) 508 350
1121 Budapest, Konkoly Thege Miklós út 15–17.
telefon: (1) 391 9322; fax: (1) 275 4668
1112 Budapest, Budaörsi út 45.
e-mail: szarka.laszlo@csfk.mta.hu; web: www.csfk.mta.hu

A Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézetből, Földrajztudományi Intézetből, Geodéziai és Geofizikai Intézetből és a Földtani és Geokémiai Intézetből álló kutatóközpont alaptevékenysége csillagászati és földtudományi (földrajzi, földtani, geokémiai, geodéziai és geofizikai) kutatások végzése, a Nemzeti Szeizmológiai Hálózat működtetése, felfedező kutatások (alapkutatások) végzése, eredményeinek felhasználásra való előkészítése, illetőleg közzététele; a felfedező kutatáshoz szükséges elméleti vizsgálatok, obszervatóriumi, terepi és laboratóriumi mérések végzése, tudományos műszerek, módszerek kialakítása, valamint a mérési adatok tudományos feldolgozása és publikálása, obszervatóriumok és laboratóriumok fenntartása, illetőleg szükség esetén újak létesítése (Alapító Okirat 4.3.1).

I. A kutatóközpont egészét érintő kutatási és tudományszervezési eredmények 2017-ben

A kutatóközpont eredményes és eseménydús évet zárt. A konkrét kutatási eredményeket, tudománymetriai és egyéb adatokat az intézeti beszámolók tartalmazzák. Egyes tudományterületeken az elért eredmények a kedvező nemzetközi konjunkturális háttérfolyamatokhoz viszonyítva is átütő jelentőségűek.

A négy intézetről:

- A CSI nemzetközi tekintélyét jelzi, hogy 2017-ben befogadóhelye lett 8–10 külföldi kutatónak, emellett – egy akadémiai infrastruktúra-támogatásnak, és egy cégalapításnak köszönhetően (Magyar Csillagászat Nonprofit Kft.: 90%-ban MTA CSFK-tulajdonú cég) – disszeminációs tevékenysége is új minőségi szintre lépett.
- A GGI-ben 10 hónapos közbeszerzési folyamat végén, 2017 októberében sikerült elindítani a soproni épület külső-belső felújítását. Az átmeneti helyre történő kiköltözés előtt megrendezték a második hazai űrfórumot.
- Az FTI-ben a Magyar Nemzeti Atlasz első kötetére sikerült pénzügyi támogatást szerezni és a közbeszerzést elindítani.
- A FGI környezet-geokémiai (a geoszférák határfelületein végbemenő geokémiai folyamatokkal kapcsolatos) valamint archeometriai kutatásai kiemelkedő szcientometriai indikátorokkal társulnak.

A kutatóközpontban művelt témák távlati gazdasági jelentőségét kellőképpen illusztrálja a Belügyi Tudományos Tanács májusi kihelyezett ülésén megtapasztalt érdeklődés.

A 2017-re átnyúlt Konkoly-emlékév zárását követően 2017 áprilisában − az Akadémia könyvtárában, az MTA KIK-kel együttműködésben − emléktáblát állítottak Milutin Milankovics szerb kutatónak, akinek itteni élete és munkássága (Budapest, 1914–1918) sok szempontból egyedülálló.

Vezetés és adminisztráció

2017 folyamán frissült a Kutatóközpont Alapító Okirata, Szervezeti és Működési Szabályzata, valamint – az elnöki és főtitkári konzultációra való felkészülés keretében – frissült az MTA CSFK középtávú stratégiája is. Több ízben megerősítést nyert, hogy a hatékony működés kulcsa a kutatóközponti vezetők együttműködési készségében rejlik.

A gazdasági vezető személyében 2017 áprilisában bekövetkezett változás révén a kutatóközpont belső pénzügyi láthatósága javult, az intézetek számára érthetőbb és világosabb lett a működés, bár a gazdasági informatikai szoftver még fejlesztésre szorul. Feladataik – a nagyprojektek és az egyre bonyolultabb szabályozási követelmények révén − sokkal összetettebbek lettek. A 2016−2017-ben megindult különféle (GINOP, H2020, ERC, NVKP) nagyprojektek végrehajtásához jelentős létszámbővítésre (pályázati asszisztensek, projektmenedzserek, beszerző, műszaki ügyintézők felvételére) volt szükség. Mindez szükséges előfeltétele volt az adminisztrációs akadályok, közöttük a bonyolult közbeszerzések leküzdésének. A nagyprojektek zöme túl van a kritikus közbeszerzési mérföldköveken. (E nagyprojektek hirtelen megjelenése csupán a vezetési és adminisztrációs szempontokat tekintve is fokozott kockázati tényezőket jelentett.)

Az információáramlásra (rendszeres vezetői: IT és KUTTA értekezletek, főigazgatói hírlevelek, pályázati tájékoztatók stb. révén) nem lehet elég nagy súlyt fektetni. A sok telephelyes kutatóközpontban a napi működést (a jelenleg még papíralapú adminisztrációs követelmények teljesítését) a főigazgató heti kétszeri Sopron-Budapest utazása könnyíti.

A kutatók és a nemkutatók munkájának korrekt anyagi megbecsülése a kutatóközpont fenntarthatóságának egyik elengedhetetlen előfeltétele. A Kjt. korlátai és az adott költségvetési támogatási keretek között részmegoldást találtak: a kiváló publikációs teljesítményt felmutató kutatók közötti elismerésére még 2016 végén kidolgozták a „Kiváló CSFK Kutató” címadományozási és jutalmazási rendszert. A címet a kutatók 25-30 százaléka (2017 elején 31, 2018 elején 32 fő) kapta meg, előző két évi teljesítményük alapján. Éltek az MTA Emeritus Kutatója címre, valamint egyéb kitüntetésekre történő felterjesztés lehetőségeivel is. A főigazgató-helyettes által Sopronban és Budapesten megtartott „A tudományos közlés művészete” című továbbképzés a fiatal kutatóknak adott a publikálás terén iránymutatást.

II. Közvetlenül a kutatóközpont vezetése alá tartozó kutatócsoportok kutatási eredményei, ezek jelentősebb publikációi

A kutatómunka az intézetekben folyt.

MTA CSILLAGÁSZATI ÉS FÖLDTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT
FÖLDRAJZTUDOMÁNYI INTÉZET
1112 Budapest, Budaörsi út 45.; 1554 Budapest, Pf. 130
telefon: (1) 309 2628; fax: (1) 309 2628
e-mail: kocsis.karoly@csfk.mta.hu; honlap: www.csfk.mta.hu, mtafki.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

Az Intézet 2012 óta a Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont egyik Intézeteként végzi tudományos tevékenységét. A kutatóhely hosszú távú, kiemelt alapkutatási feladata az ország és a Kárpát-medence természeti környezetében rövid- és hosszútávon várható változások kutatása, továbbá a társadalmi-gazdasági térszerkezet átalakulási folyamatainak vizsgálata. Ezek egyaránt kapcsolódtak nemzetközi megbízásokhoz (Syngenta), valamint a különböző akadémiai és kormányzati szervezetek által meghirdetett projektekhez (OTKA, NKFI, MTA, TÁMOP).

A hon- és nemzetismeret terén 2017-ben kiemelkedő tudományos eredmény volt a Magyarország Nemzeti Atlasza című országos hatáskörű MTA projekt vezetése, a „Természeti környezet" c. kötet kiadáshoz való előkészítése. A készülő atlaszmű átfogó képet ad hazánk természeti-társadalmi környezetének jelenlegi helyzetéről és múltbeli alakulásáról. A projekt a hazai tudományos élet számos tekintélyes képviselőjét toborozta soraiba a készülő atlaszmű megvalósításához.

Az FTI-ben dolgozó természetföldrajzi kutatásokat végző kollégák – más hazai földtudományi kutatóhelyekkel karöltve – évtizedek óta foglalkoznak a hazai árvizek, felszínmozgásos folyamatok (földcsuszamlások, bánya- és folyópartomlások, talajpusztulás), geomorfológiai és hidrogeográfiai okainak feltárásával. További, nemzetközi szinten is perspektivikus kutatások zajlanak paleo- és recens talajtani, valamint eolikus felszínformálási témakörökben is.

A társadalomföldrajzi kutatócsoportok munkatársai korunk aktuális problémáit, kihívásait vizsgálják, így a nemzetközi migrációt, a hagyományos és kreatív gazdaságot, a fenntartható városfejlődést, valamint etnikai-, politikai-, turizmus- és városföldrajzi témákat.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Társadalomföldrajzi kutatások

Etnikai-, politikai földrajzi és migrációs kutatócsoport

A „SUMMA 2017" kutatás alapján meghatározhatóvá vált a kárpátaljai magyar népesség száma. Számításaik szerint a kárpátaljai magyarok 2001-es népszámlálásból továbbvezetett száma 2017 közepén 131 ezer főre becsülhető. Ez 20 ezer fős, 13,7%-os csökkenést jelent valamivel több, mint 15 év alatt; ugyanakkor az érték némileg kedvezőbb azon forgatókönyveknél, amik a magyarországi bevándorlási statisztikákon alapulnak. A kárpátaljai szórványmagyarság lélekszámának csökkenése (16,6%) jelentősen meghaladta a tömbmagyarságét (13%). Ennél is nagyobb a különbség a városi (17,9%) és a falusi (11,3%) magyarság fogyása között, ami elsősorban a városi népesség nagyobb mértékű

kivándorlásának az eredménye. A kivándorlás mellett fontos megemlíteni az ideiglenes – döntően munkavégzési és tanulási célú – migrációt, amely a kárpátaljai magyarok 22%-át érintette 2016 folyamán.

A Kárpát-medencei magyar szórványok települési és demográfiai jellemzőinek vizsgálata feltárta, hogy az alkalmazott szórványdefiníciótól függően a szórványban élő magyarok száma 396 ezer / 604 ezer fő, a külhoni magyarok 19, ill. 29%-a. A szórvány, szórványosodás jelensége mintegy 4500 Kárpát-medencei települést érint. Míg a közbeszéd a szórványkérdéshez gyakran a rurális „maradékközösségeket" társítja, addig a kutatás azt erősítette meg, hogy a szórvány urbanizáltsága jóval magasabb, mint a külhoni magyar átlag, tehát a szórvány elsősorban (nagy)városi jelenségnek tekinthető. Ez szórványstratégiai szempontból kedvező adottság, hiszen a szórványgondozás intézményi hátterét könnyebb a városokra koncentrálni, mint sok kistelepülésre. Az ezredforduló óta eltelt időszak trendjeit vizsgálva bebizonyosodott, hogy a szórvány nem állandó, hanem folyamatosan változik: megszűnik és újratermelődik (szórványosodás). Ez azt eredményezi, hogy a szórványnak otthont adó települések körének fluktuációja sokkal nagyobb, mint a magyar tömbterületeké, vagy a magyar többségű településeké. Ezen változásokat, azaz a szórvány létrejöttét és megszűnését (eltűnését) két fő tényező: a migráció és az asszimiláció okozza.

A többnemzetiségű városok szimbolikus tájképeinek kutatása rávilágított arra, hogy multietnikus környezetben, ahol a köztér gyakran válik etnicizált hatalmi-politikai játszmák terepévé, a városi kulturális örökség és főként az ehhez kapcsolódó turisztikai beruházások alkalmat teremthetnek az etnikai dichotómiákon való felülemelkedésre. Így a kulturális örökség felújítása, védelme és feltárása, mint egy konfliktuskezelési stratégia, eljárás is értelmezhető.

Gazdaságföldrajz kutatócsoport

A magyarországi falusi turizmusban a megújuló energiát előállító berendezések a turisztikai kínálat részeként is megjeleníthetők, ami indokolta a nem szállodai szállásadók vonatkozó gyakorlatának és attitűdjének a feltárását. A mintaterülethez tartozó 184 településen falusi szállásadók körében lebonyolított online kérdőíves felmérés alapján megállapítható, hogy a falusi szállásadók, mint vállalkozók rendelkeznek azokkal a készségekkel és ismeretekkel, amelyek lehetővé teszik számukra, hogy előteremtsék a beruházásokhoz szükséges forrásokat, részt vegyenek a létesítmények megtervezésének és kivitelezésének folyamatában, kontrollálják a technológia üzemeltetését. A megújuló energia biztosítását szolgáló objektumok értékelésekor a hátrányokat is számításba kell venni, leginkább a falusi miliő erodálása, a hagyományos, idilli településkép megváltozása jelent kockázatot. A megújuló energia kiépülésének folyamata a vizsgálatba vont falvakban jelenleg is zajlik, közel 30%-os a szállásadók érintettsége, amely a modernizáció feltartóztathatatlan folyamatáról árulkodik.
A hazai nagyvárosi agglomerációk turisztikai szerepkörének értékelése során a vizsgálatba vont térségek üdülőfunkcióját és szálláshelyigényes vendégforgalmát elemezve meghatározhatóvá vált az úgynevezett láthatatlan turizmusban érintett települések köre. Az üdülőállományra és a turisztikai piacra vonatkozó adatbázisok összevetése alapján megállapítható, hogy a pécsi és a miskolci agglomerációban szoros összefüggés van az üdülésben és a turizmusban érintett települések vonatkozásában, előbbiben Orfű, utóbbiban Bükkszentkereszt képviseli a konvencionális és a láthatatlan turizmus szimbiózisának színterét. Amíg sem a győri, sem a budapesti agglomerációban nem jellemző ilyen markánsan szembeötlő átfedés, addig a fővárost övező térségben Szentendrét a láthatatlan turizmus archetípusaként sikerült azonosítani. Szentendre esetében a regisztrált szálláshelyek

férőhelyeinek túlkínálata alacsony vendégéjszaka számmal párosul, az üdülőfunkció mértéke, valamint az üdülőingatlanok számának jelentős volumene pedig együttesen felveti a szálláshely statisztikai adatgyűjtés körén kívüli forgalom jelenlétét.

Urbanizációs és településkörnyezeti kutatócsoport

A kutatócsoportnak Magyarországon elsőként sikerült megmérnie az ingázás ökológiai lábnyomának tér és időbeli változását a budapesti várostérségben (Budapest és a környező 185 agglomerációs település). Ennek alapját az ingázás volumene és az ingázáshoz használt közlekedési eszközök átlagos CO_2 kibocsájtása képezte 1990, 2001 és 2011 viszonylatában. Az eredmények azt mutatják, hogy az ingázás ökológiai lábnyoma a budapesti várostérségben az 1990-es évek során csökkent, a gazdasági szerkezetváltás, a csökkenő mobilitás, ill. részben magas munkanélküliség miatt. Az ezredfordulót követően azonban az ingázás ismét növekedni kezdett, ráadásul egyre többen használtak fosszilis üzemanyaggal hajtott járműveket (személygépkocsi, busz). Mindezek következtében az ökológiai lábnyom is növekedett. Az ingázás térszerkezete is lényeges változásokon ment keresztül, a vasúti ingázás egyre inkább néhány közlekedési tengelyre szorult vissza, miközben a magánautó használata már az agglomeráció kevésbé tehetős körzeteiben fölerősödött. Mindez rányomta bélyegét az ökológiai lábnyom térszerkezetére is a városrégión belül.

A kutatócsoport vizsgálta a lakótelepek különböző generációinak társadalmi átalakulását a rendszerváltozás után Budapesten. A kutatás feltárta, hogy az egyes lakótelepi generációk bár eltérő fejlődési pályán mozogtak, társadalmi és demográfiai összetételük továbbra is rendkívül heterogén maradt a város többi részéhez képest, sőt újabb társadalmi csoportok beköltözése révén még heterogénebbé vált. A népesség kor- és háztartási összetételét vizsgálva megállapítható, hogy a lakótelep építésénél alkalmazott technológia (tégla, panel) és a méret jelentős hatással volt a népesség átalakulására az egyes lakótelep-generációkban. Az idősebb lakótelepeknél (különösen az 50-es évek generációjánál) fiatalabb és képzettebb rétegek megjelenése mutatható ki, míg a 70-es és 80-as évtized lakótelepeinél az öregedés és a viszonylagos társadalmi-gazdasági lecsúszás volt a jellemző. Bár a felsőfokú végzettségű foglalkoztatottak aránya Budapest valamennyi lakótelepi generációja esetében növekszik, de ennek üteme elmarad a város átlagától, ami rávilágít a lakótelepek társadalmi státuszának fokozatos csökkenésére. A foglalkozási főcsoportok részesedésére irányuló vizsgálat világosan kimutatta, hogy a társadalmi hanyatlás leginkább az 1970-es évtized panel lakótelepeit fenyegeti.

A fenntartható területhasználat hazai nagyvárosok környéki kihívásainak kutatása terén a fő cél a magyarországi urbanizáció térfolyamatainak és a nagyvárosi térségek átalakulásának a vizsgálata volt, a rendszerváltozás óta eltelt időszakban. A kutatás keretében kimutathatóvá vált elsőként Szeged és Kecskemét városok, valamint környékük területhasználatában bekövetkezett változások társadalmi-ökológiai hatásai, az urbanizáció környezetre gyakorolt hatásai és kihívásai, valamint a városok belső struktúrájának átalakulása. A vizsgálat-sorozat 2018-ban újabb városokkal bővül, ami összehasonlító vizsgálatokat tesz majd lehetővé.

Természetföldrajzi kutatások

Negyedidőszak és felszínfejlődési folyamatok kutatócsoport

Hullóporos szedimentációs mechanizmusok mélyebb megértése érdekében a szemcseméret-adatok őskörnyezeti értelmezésének problémáit tárta fel a kutatócsoport. Kimutatható, hogy a

túlzott leegyszerűsítések jelentős problémákkal terhelik meg az adatok értelmezését, azaz (1) egyetlen mérőszámmal vagy egyszerű index-szel nem lehet kifejezni a komplex szemcseeloszlási görbe legfőbb jellemzőit; (2) egyetlen környezeti folyamatra nem lehet következtetést levonni szemcseméret adatok alapján, mivel az üledékek képződésekor uralkodó szélviszonyok, a forrásterület(ek) távolsága vagy éppen a poranyag leülepedése utáni talajosodási, mállási folyamatok együttes hatása alakítja ki a vizsgált minta granulometriai profilját.

Az észak-atlanti klímahatások és a hazai, glaciális porfelhalmozódás közti kapcsolat porfluxus adatok felhasználásával egyértelműen kimutatható. Érdekes volt, hogy mindezen interstadiális-stadiális váltakozások a szemcseméretben nem jelennek meg markánsan.
A kutatócsoport geomorfológiai, környezetrekonstrukciós és üledékföldtani vizsgálatokkal támogatta számos régészeti feltárás értelmezését. Megállapításokat tettek a holocén éghajlat és környezetváltozás helyi és regionális jellemzőire.

Természetföldrajzi kutatócsoport

A kutatócsoport a szénnek (mint a legjelentősebb üvegházhatású gáz fő alkotóelemének) a talajokban való megkötődését vizsgálja. A kutatómunkában kitüntetett szerepet játszik az emberi hatás (tájszerkezet és a mezőgazdasági hasznosítású területek) vizsgálata, illetve az erózió szerepének a kutatása. A különböző talajtípusokhoz köthető szervesanyag megkötődésével, ill. CO_2-felszabadulással kapcsolatban terepi esőszimulátoros kísérletek eredményeit hasonlították össze nagyparcellás kísérletek eredményeivel hagyományos (PT) és kímélő művelés (CT) tekintetében. Mindkét mérési technika megerősítette, hogy a kímélő művelés minden talajállapot mellett nagyobb vízbeszivárgást és kisebb talaj (ezen belül talajszén) veszteséget eredményez.

Az Intézet által koordinált NVKP projekt keretében a kutatócsoport módszert fejlesztett ki az EDC hatású ethynil-ösztrodiol és egyes SSRI-l (pl. sertraline) szorpciós kísérleteihez. Ugyanezen projekt keretében elkezdték egy váltakozó oxidációs-redukciós környezet előállítását, amelyben remélhetőleg a fenti anyagok nemcsak megköthetők, hanem lebonthatókká is vállnak. Harmadrészt kidolgoztak egy vízi környezetekből történő humuszanyag-kivonási módszert, amely segítségével kisvízfolyásokból és a Dunából izoláltak humuszanyagokat. Ezen anyagok területi különbözőségének törvényszerűségeit 2018-ban kezdik kutatni. Ezen eredmények az EDC-k és SSRI-k környezet-típusonkénti felhalmozódásának kutatásához szolgáltatnak alapot.

Térképészeti – regionális földrajzi kutatások

Kartográfiai és geoinformatikai munkacsoport

A 2016 februárjában létrejött Kartográfiai és geoinformatikai munkacsoport kettős céllal alakult. Ennek megfelelően elsődlegesen az MNA szerkesztését irányítja, emellett pedig a CSFK FTI kutatási- és publikációs tevékenységéhez kötődő kartográfiai feladatokat végzi.
Az MNA projekt keretében befejeződtek a „Természeti környezet” c. kötet kartográfiai munkálatai. Ennek eredményeként elkezdődött a kiadvány grafikus arculatának véglegesítése. A szakmai és nyelvi lektorálást követően folyamatban van a végső nyomdai állományok előállítása, ezzel pedig lehetővé vált a nyomdai sokszorosítás.

A munkacsoport – a korábbi évekhez hasonlóan – 2017-ben is részt vett a CSFK FTI kutatói tudományos munkájához szükséges kartográfiai munkák kivitelezésében. Ez többek között a publikációs tevékenységben, illetve a külsős projektekhez szükséges beszámolókban is megjelent (pl. *„Belarus in Maps”*). A fentieken túl a munkacsoport részt vett a Hungarian Geographical Bulletin kartográfiai szerkesztésében.

b) Tudomány és társadalom

Az Intézet munkatársai az utóbbi évek gyakorlatának megfelelően egyre aktívabban vesznek részt az elért kutatási eredmények kommunikációjában a társadalom és a döntéshozók felé. Ennek formái sokfélék: tudományos konferenciák szervezése és azokon való részvétel, sajtótájékoztatók, tudományt népszerűsítő rendezvények, médiaszereplés, szakértői tevékenység, iskolai versenyek szervezése, terepi bemutatók tartása, vagy épp blogok és honlapok üzemeltetése (pl. porvihar.blogspot.hu; aeoliandust.blogspot.com; varosrehabilitacio.net; geogulliver blog), illetve a közösségi média (FB, Researchgate, Academai.edu, Linkedin) aktív használata.

Az Intézet munkatársai 5 nemzetközi és 7 hazai konferencia, workshop szervezésében vettek részt. Ezek közül a legfontosabbak az Intézet munkatársainak szervezésében 2017. szeptember 7-én az MTA székházában megtartott Belarus in Maps könyvbemutató és a részben ehhez kapcsolódó, szeptember 8-i *„International Workshop on Regional Geography”*; és a 2017. november 20-i nemzetközi workshop *„Urban heritage: rehabilitation or reinvention?”* voltak. Továbbá az Intézet munkatársai részt vettek a 2017. szeptember 8–9-én az MTA-SYLFF Alapítvány égisze alatt megtartott *„Own fate – Self-managing the future”* című nemzetközi konferencia, illetve az augusztus 17-18-án lezajlott HUNGEO konferencia megszervezésében.

Az Intézet kutatói tudománynépszerűsítő tevékenységük során 2017-ben 10 ismeretterjesztő előadást tartottak, 19 nyilvános esemény megszervezésében vettek részt. Az Intézet igazgatója főként a hon- és nemzetismerettel kapcsolatos kutatási eredmények széles körű ismertetéséhez járult hozzá, főként a hazai és a határon túli magyar médiában (többek között karpataljalap.net, karpatinfo.net, felvidek.ma, szabadsag.ro, erinto.ro, greenfo.hu, boon.hu). Az Intézeti munkatársak porviharokkal kapcsolatos kutatásai Indiában is érdeklődésre tartottak számot (indianexpress.com). Az Intézet kutatói emellett szakértőként nyilatkoztak a Pannon TV, a Klubrádió és a TrendFM műsoraiban, illetve megjelentek a Délmagyar és a Kisalföld c. napilapban. Széles közönséget érnek el a Földgömb magazinban megjelenő ismeretterjesztő cikkek is.

Az Intézet kutatói a Magyar Földrajzi Társaság tagságának és vezetőségének oszlopos tagjai: egy alelnök mellett többen a választmány tagjai, és aktívan részt vesznek a nagy múltú civil szervezet tevékenységében.

Az Intézet egyik főmunkatársa szakértőként és szerzőként részt vett Somogy megye klímastratégiájának kialakításában, melyről a Somogy Megyei Közgyűlés Klímaváltozási Platformjának előadást is tartott 2017. november 20-án.

Az Intézet egyik főmunkatársa 2013 óta szervezője és lebonyolítója a *4Cities* (4cities.eu) nemzetközi programnak, amely 4 helyszínen (Brüsszel, Bécs, Koppenhága, Madrid) folytat gyakorlatorientált képzést. Ennek keretében 2017-ben a Bécsi Egyetem Földrajz és Regionális Kutatás Intézetéből 40 hallgató érkezett Budapestre az általa szervezett szakmai programra.

2017. április 29-én a Millenárison került megrendezésre a „Felfedezők Napja” című rendezvény. Ezen – a korábbi évekhez hasonlóan – az MTA CSFK FTI minden kutatócsoportja és a könyvtár is képviseltette magát színes kiállítással. A rendezvényen a CSFK Földrajztudományi Intézet „Földrajz az egész világ” címet viselő standjánál az Intézet természet- és társadalomföldrajzi kutatócsoportjainak kollégái a szakterületükön zajló terepi munkához kapcsolódó játékos feladatokkal, vizsgálatokkal, érdekességekkel (pl. különleges kőzetek, talajminták, mikroszkóp, térképek) várták a kilátogató családokat. 2017. június 9–11-én az Intézet munkatársai a „Lelkes Ásványbörze és Geológiai Napok” című rendezvényen képviselték az Intézetet.

A terepi bemutatók közül azt a 7 szakmai bemutatót kell kiemelni, amit az Intézet szentgyörgyvári kísérleti állomásán folyó kutatásokról rendeztek a munkatársak. A célközönség igen változatos volt: egyetemisták (Sopron, Kecskemét, Gödöllő), talajtani szakmérnökök, megyei hatósági emberek, növénytermesztési szakemberek.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

2017-ben a hazai tudományos kapcsolatok terén kiemelkedő jelentőségű volt a „Magyarország Nemzeti Atlasza” c. országos hatáskörű, közfeladatként végzett MTA projekt folytatása, melyet az MTA CSFK Földrajztudományi Intézet koordinál, az Intézeti igazgató, mint szerkesztőbizottsági elnök vezetésével. A projekt főbb partnerei: ELTE ITK Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék, ELTE TTK Földrajz- és Földtudományi Intézet, Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, Országos Meteorológiai Szolgálat, Országos Vízügyi Főigazgatóság, MTA ATK Talajtani és Agrokémiai Intézet, MTA ÖK Ökológiai és Botanikai Intézet, DE TTK Földtudományi Intézet, ME MFTK Földrajz-Geoinformatikai Intézet, SZTE TTK Földrajzi és Földtani Tanszékcsoport, PTE TTK Földrajzi Intézet.

Az Intézet természetföldrajzi kutatásaiban a főbb partnerek: ELTE TTK, MTA ATK Talajtani és Agrokémiai Intézet, Szent István Egyetem, MTA TTK Reprodukció Rendszerbiológiája Lendület Kutatócsoport. A külföldi kapcsolatok közül kiemelkedik a University of Wolverhampton, az Újvidéki Egyetem, a Kínai Tudományos Akadémia, a Nanjing University (Kína), a Kobe University (Japán), valamint a University of Bayreuth. A COST Action CA16202 (International Network to Encourage the Use of Monitoring and Forecasting Dust Products) program keretében több mint 20 európai ország légköri ásványi porral és porviharos eseménnyel foglalkozó kutatójával került az Intézet közös kutatói platformba.

A társadalomföldrajzi kutatásokban a főbb külföldi partnerek 2017-ben a Charles Darwin University (Ausztrália), a Lengyel Tudományos Akadémia Földrajzi Intézete, a University of Warsaw (Centre for Migration Research), az Institute of European and American Studies, Academia Sinica (Tajvan), a Tajvani Nemzeti Egyetem Földrajzi Intézete, az Ukrán Nemzeti Tudományos Akadémia, valamint a GRID Arendal (Norvégia).

Az Intézet egyik legfontosabb üzleti partnere a Syngenta Magyarország Kft, akikkel talajkímélő és hagyományos művelési technikák környezeti hatásainak vizsgálata zajlik. A Mecsekérc Zrt-vel két szerződése is van az Intézetnek, amelyek az új atomerőművi blokk(ok) telephelyengedélyének megszerzéséhez kapcsolódtak. Fontos nemzetközi partner a Syngenta Corp Protection AG (Basel, Svájc), velük együttműködésben zajlik a „Fedőnövények hatása a talaj fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságaira” című kutatás. A nyertes NVKP projekt

keretében olyan vállalatokkal működik együtt Intézetünk, mint az Aquaprofit Zrt., UTB Envirotec Zrt., Magyar Telekom.

Az Intézet kutatóit 16 esetben kérték fel tanácsadónak. 14 opponensi, 89 egyéb szakértői (ebből 7 külföldi felkérésre), 50 szaklektori (ebből 30 külföldre) véleményt készítettek.
Az Intézet széleskörű hazai és nemzetközi kapcsolatainak egy része oktatási-kutatási kapcsolat, de hasonlóan nagy jelentőségűek a különféle társasági, szerkesztőbizottsági tagságok is. Az Intézet kutatóihoz összesen 15 nemzetközi tudományos bizottsági tagság kötődik, közülük három fő nemzetközi tudományos bizottság(ok) vezetője, továbbá 24 nemzetközi és 18 hazai földrajzi szakfolyóirat szerkesztőbizottsági tagság kapcsolható az Intézethez. Az MTA CSFK FTI munkatársai összesen 56 hazai tudományos bizottságban tagok, ebből 8 vezetői tisztség.

Az Intézet munkatársai közül 9 fő lát el oktatói feladatokat hazai felsőoktatási Intézményekben (BGE, ELTE, SZTE, ME, SE, SZIE, Corvinus), közülük heten doktori iskolában is oktatnak, négyen doktori iskolai törzstagok, két fő vezetője doktori iskolának. 2017-ben az FTI munkatársai 42 elméleti kurzust és 17 gyakorlatot vezettek. Témavezetőként segítették 4 TDK-, 36 BSc- és 15 MSc-dolgozat elkészültét és 26 PhD-dolgozat munkálatait.
Az Intézet kutatóinak 2017 folyamán 142 közleménye jelent meg, ebből 6 monográfia és 39 szakcikk, amin belül 8 impaktfaktoros tanulmány. Ezek összesített impakt értéke 22,518 volt. A 2017-es megjelenésű független hivatkozások száma 495, a 2017-ben talált összes független hivatkozásé pedig 823.

2017 során az Intézet kutatói összesen 59 előadással és 11 poszterrel jelentek meg nemzetközi konferenciákon, míg hazai rendezvényeken 47 előadással és 5 poszterrel képviselték az Intézetet. A nemzetközi konferenciák közül kiemelkedik az AAG Boston, EUGEO Brüsszel, EGU Bécs, Nordic Geographers Meeting Stockholm, CATference Kijev, Japan Geoscience Union Meeting (Chiba), World Conference on Soil and Water Conservation Under Global Change (Lleida), International Conference on Geomorphology (Új-Delhi), RSA Dublin, RSA Kolozsvár.

Az év során az Academia Sinica, Taipei, Taivan kutatója egy hónapot töltött vendégkutatóként az Intézetben. Rövidebb időszakra pedig több vendég is érkezett Ukrajnából (Ukrán Tudományos Akadémia Földrajzi Intézete), Lengyelországból (Lengyel Tudományos Akadémia, IRM Kraków, University of Lódz), Spanyolországból (University of Lleida) és Belaruszból (Belarusz Állami Egyetem). Az év folyamán együttműködési keretszerződés és szándéknyilatkozat került aláírásra az Ain Shams Egyetemmel (Egyiptom).
Az Intézet kutatói közül egy fő hosszabb (Tajvani Nemzeti Egyetem Földrajzi Tanszék), nyolcan rövidebb vendégkutatói vagy vendégoktatói tevékenységet folytattak külföldi felsőoktatási intézményeknél (Bécsi Egyetem, Lipcsei Egyetem Földrajzi Intézete, Baseli Egyetem), illetve Kutatóintézetben (GRID-Arendal).

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

NVKP_16-1-2016-0003 A budapesti várostérség egyes szennyezéseinek felmérése és a környezeti kockázatok csökkentése c. projekthez kiegészítő támogatás (MTA EUHUNKPT, 2017. január 1-től 18 hónapon keresztül felhasználható; 7,4 millió Ft).
H2020-MSCA-RISE felkészülés (MTA EUHUNKPT, 2017. január 1-től 18 hónapon keresztül felhasználható; 138 ezer Ft). A római Tor Vergata Egyetemmel közösen újra beadásra kerülő RISE projektet előkészítő látogatás költségeit fedezi.

„Diverzitás és dzsentrifikáció városi terekben” című projekt (NKM-111/2017, MTA projekt alapú magyar-lengyel mobilitási támogatás, 36 hónap, 2 490 ezer Ft). A projekt célja, hogy Budapest és Varsó példáján keresztül vizsgálja a nagyvárosok jelenlegi átalakulásának formáit, az egyre diverzifikáltabb városi társadalom térbeli mintáit.

„Új trendek a magyar ipar térszerkezetében a negyedik ipari forradalommal összefüggésben” (K-125091, NKFI, 2017 novemberétől 48 hónap, 17.862.000 Ft). A projekt azt vizsgálja, hogy a negyedik ipari forradalom hogyan hat az ipar térszerkezetére, milyen térbeli átrendeződés megy végbe és mindezeknek milyen társadalmi és gazdasági konzekvenciái vannak.

„A területhasználat hatása a talajtakaró szerves széntelítettségére” (K-123953, NKFI pályázat, 2017 novemberétől 48 hónap, 16.432.000 Ft). A kutatás célja, hogy meghatározza eltérő textúrájú talajok lehetséges és aktuális szénmegkötését, tisztázza a területhasználat és az ásványos összetétel szerepét a talaj széntelítettségében, azonosítsa és hasznosítsa a kihasználatlan szénmegkötési lehetőségeket. Magyarország jellemző tájtípusain a művelésmódok figyelembevételével reprezentatívan mintázzák a felső 30 cm-es talajréteget. A vizsgált táj/talajtípus ásványi fázisához hozzárendelik a szerves anyag összetételét is, miáltal a szénkörforgalom dinamikájára is következtetni tudnak. A szerves anyagok talajbeli mobilizációját (mineralizáció és migráció) laboratóriumi kísérletekkel modellezik és meghatározzák az ásványi fázis szerepét a folyamatokban. Az eredményeket összegezve, talaj-, táj- és területhasználat vonatkozásában meghatározzák azokat a pontokat, ahol minimális beavatkozással jelentős mennyiségű szénmegkötés lenne elérhető.

„Szántásos és talajkímélő művelések talajeróziós vizsgálata” (Syngenta, 2017. január 1-től 12 hónap, 10.165.000+áfa). A két művelés technológia összehasonlítása a talajerózió szempontjából a Szentgyörgyváron kialakított mintaterületen, különös tekintettel a peszticidek lemosódásának szempontjából.

„Fedőnövények hatása a talaj fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságaira – GCC trial project” (Syngenta, 2017. október 1-től 15 hónap, 3.011.000+áfa). A dombsági mezőgazdasági területek erózió elleni védelme kulcskérdés. A védelem egyik módja lehet a zöld fedő növények (GCC) alkalmazása, amely előnyeinek és hátrányainak vizsgálata szükséges. A 2017 őszén indult kutatás célja nagy parcellákon vizsgálni a GCC hatását a talaj fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságaira.

„Geomorfológiai kockázatok értékelése a BAF mélységi tároló felszíni létesítményeinek telepítése szempontjából” c. projekt kiegészítése (Mecsekérc Zrt., 2017. március 1-től 3 hónap, 1.760.000+áfa). A geomorfológiai kockázatok tényezőinek meghatározását követően a munkatársak elvégezték a terület geomorfológiai kockázat értékelést. Az értékelés a terepi vizsgálatok alapján és térinformatikai módszerek felhasználásával történt.

COST Action CA16202, International Network to Encourage the Use of Monitoring and Forecasting Dust Products: nemzetközi kutatói együttműködést támogató European Cooperation in Science and Technology (COST) pályázatán Sara Basart (Barcelona Supercomputing Center) vezetésével benyújtott légköri porhoz kapcsolódó tudományos együttműködési akció pályázatot a szervezet 2017. június 23-án támogatásban részesítette. Ennek az együttműködésnek a keretében 2017. november 14-én Brüsszelben megalakult a 28 ország képviselőit magában foglaló program vezetői testülete, ahol a magyarországi képviselő

és egyben a rövidtávú kutatási küldetésekért felelős bizottság vezetőhelyettese is intézetünk munkatársa.

2017-ben valósult meg a Budapesti Történeti Múzeum megbízásából lebonyolított kutatás, melynek tárgya: Budapest III. ker. Királyok útja 225. és I. ker. Fő utca 2. régészeti feltárások geomorfológiai, környezet-rekonstrukciós és üledékföldtani vizsgálatai. A munka magában foglalta a terepi munkákat, a begyűjtött minták (26 db) laboratóriumi vizsgálatát, eredményeinek értelmezését, a geomorfológia és környezetrekonstrukciós kutatásokat, tematikus térképek és ábrák szerkesztését és az összefoglaló kutatási jelentés elkészítését. Megbízási díj: 995.000 Forint + ÁFA.

Rövid szakmai látogatás a GRID-Arendalnál (Norvégia) (EGT Finanszírozási Mechanizmus HU 08 Ösztöndíj Program, 5000 EUR) Az ötnapos szakmai látogatás több célt szolgált. Egyrészt biztosította a hivatalos kapcsolatfelvételt a két intézmény között. Másrészt a szakmai látogatás a delegációban utazó minden kolléga egyéni szakmai fejlődését is elősegítette. A résztvevők a jelenlegi munkájukhoz és szakmai profiljukhoz kapcsolódó feladatokról tanultak, informálódtak a GRID-Arendal szakértőitől.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Egedy T, Kovács Z, Kondor A Cs: Metropolitan region building and territorial development in Budapest: the role of national policies. International Planning Studies 22:(1) 14-29. (2017) DOI, Scopus
2. Fabula Sz, Boros L, Kovács Z, Horváth D, Pál V: Studentification, diversity and social cohesion in post-socialist Budapest. Hungarian Geographical Bulletin (2009-) 66:(2) 157-173. (2017) DOI, Scopus
3. Horáčková Š, Lehotský M, Štefanička T, Viczián I: Sedimentary-vegetation response to the channel by-pass: a case study of the Danube river. Ekologia / Ecology (Bratislava) 36:(2) 172-183. (2017) DOI
4. Jakab G, Madarász B, Szabó J A, Tóth A, Zacháry D, Szalai Z, Kertész Á, Dyson J: Infiltration and soil loss changes during the growing season under ploughing and conservation tillage. Sustainability 9:(10) Paper 1726. (2017) DOI, Scopus
5. Karácsonyi D, Kocsis K, Bottlik Zs (szerk.): Belarus in maps. Budapest: MTA CSFK Geographical Institute, 2017. 194 p. Teljes dokumentum
6. Kereszturi A, Gyollai I, Kereszty Zs, Kiss K, Szabó M, Szalai Z, Ringer M, Veres M: Analyzing Raman – Infrared spectral correlation in the recently found meteorite Csátalja. Spectrochimica Acta Part A-Molecular And Biomolecular Spectroscopy 173: 637-646. (2017) DOI, WoS, Scopus
7. Kertész Á: The effect of land degradation on ecosystem services. In: Křeček J, Haigh M, Hofer T, Kubin E, Promper C (szerk.): Ecosystem Services of Headwater Catchments. New Delhi: Springer India, 2017. pp. 209-216. DOI
8. Smith M K, Egedy T, Csizmady A, Jancsik A, Olt G, Michalkó G: Non-planning and tourism consumption in Budapest's inner city. Tourism Geographies: An International Journal Of Tourism Space Place And Environment Paper RTXG 1387809. (2017) DOI, Scopus

9. Tátrai P, Erőss Á, Kovály K: Kin-state politics stirred by a geopolitical conflict: Hungary's growing activity in post-Euromaidan Transcarpathia, Ukraine. Hungarian Geographical Bulletin (2009-) 66:(3) pp. 203-218. (2017)
DOI, Teljes dokumentum, Scopus
10. Udvardi B, Kovacs I J, Fancsik T, Konya P, Batori M, Stercel F, Falus G, Szalai Z: Effects of Particle Size on the Attenuated Total Reflection Spectrum of Minerals. Applied Spectroscopy 71:(6) 1157-1168. (2017) DOI, PubMed, WoS, Scopus
11. Újvári G, Stevens T, Molnár M, Demény A, Fabrice L, Varga G, Jull AJT, Páll-Gergely B, Buylaert J P, Kovács J: Coupled European and Greenland last glacial dust activity driven by North Atlantic climate. Proceedings Of The National Academy Of Sciences Of The United States Of America 114:(50) 10632-10638. (2017)
REAL, DOI, PubMed, WoS, Scopus
12. Zátori A, Michalkó G, T Nagy J, Kulcsár N, Balizs D: The tourist experience of domestic VFR travellers: the case of Hungary. Current Issues In Tourism 20: 1-23. (2017)
DOI, Scopus

MTA CSILLAGÁSZATI ÉS FÖLDTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT
FÖLDTANI ÉS GEOKÉMIAI INTÉZET
1112 Budapest, Budaörsi út 45.
telefon/fax: (1) 319 3137
e-mail: Demeny.Attila@csfk.mta.hu
honlap: www.csfk.mta.hu; www.geochem.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

Az Intézet feladata a litoszféra anyagát, folyamatainak jobb megismerését célzó alapkutatások végzése, amelyek az ásvány-, kőzet-, és fluidum-képződés, az izotópgeokémia, a környezetgeokémia és a szerves geokémia területén folynak.

A geokémia belső fejlődése, továbbá a természetes környezet állapotának megismerése, megőrzése és az életminőség javítása szempontjából egyre nagyobb jelentőségű környezettudományi vonatkozású kutatások folytatása határozta meg az Intézet 2017. évi tevékenységét. Ehhez kapcsolódóan folytatták a geoszférák határfelületein végbemenő geokémiai folyamatok kutatását, amelyek körében elsősorban a Kárpát-medence és tágabb környezete múltbéli és jelenkori környezetállapotát és annak változásait vizsgálták. Tanulmányozták továbbá a talajok geokémiai és ásványtani sajátságait is.

Az emberiség tárgyi emlékeinek archeometriai kutatásában kiemelt szerepet kapott a Seuso Kutatási Projekt archeometriai alprojektjének koordinálása, amellyel az archeometriai kutatás továbbra is az Intézet kiemelt kutatási területe volt.

A fenti tevékenységek mellett az utóbbi időben háttérbe szorult a korábban nagy hagyományokkal rendelkező, a nemzetközi tudományos közösség által is elismert földtani alapkutatás. Ezen a kutatási területen belül továbbra is meghatározó az egyes hazai ásványi nyersanyagaink képződését, migrációját és felhalmozódását eredményező, illetve befolyásoló geokémiai folyamatok korszerű vizsgálata.

Folytatták a Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont megalakulásával beindított, a csillagászat és a földtudományok közti határterületek kutatását is több Intézet munkatársainak bevonásával a laboratóriumi asztrofizika területén.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Paleoklimatológiai és környezetrekonstrukciós kutatások

NKFIH-OTKA projekt keretében folytatták a barlangi képződmények paleoklimatológiai célú vizsgálatát. Az aggteleki barlangrendszer legjelentősebb tufaképződményeinek (Havasok és Nagy-tufa) komplex petrográfiai, korhatározási, nyomelem- és izotóp-geokémiai elemzésével vizsgálták a csapadékmennyiség időbeli változását az utolsó kb. 4000 évben. Eredményeik európai és kelet-mediterrán barlangi előfordulások hasonló adataival történő összehasonlítása arra utal, hogy a kontinens csapadékeloszlásának időbeli változása mozaikos jelleget mutat. A Baradla-barlang egy nagyméretű, kidőlt cseppkövének fúrásos mintázásával a cseppkő képződésének korai szakaszát is megvizsgálták. Urán-tórium sorozatos korhatározás segítségével tisztázódott, hogy a cseppkő már kb. 330 000 évvel ezelőtt elkezdett kialakulni. A cseppkő jó rétegzést mutató alapképződménye a 330 000 és 160 000 év közötti időszakot fedi le, aminek vizsgálatával értékes, és világszerte ritkaságnak számító adatokat nyertek a jégkorszaki és meleg időszakok klímaviszonyaira.

A horvátországi Barac- és a Cerovacke-barlangokban végzett monitoring jellegű kutatás során megállapították, hogy a beszivárgó víz általában viszonylag hosszú ideig tartózkodik a karsztban (>1 év). A Barac-barlangban a csepegővíz dominánsan a téli csapadékot, míg a Cerovakce-barlangban a nyárit reprezentálja. Vizsgálataik arra utalnak, hogy kisebb beszivárgási időszakokban már a barlang feletti karszt repedéseiben, üregeiben történhetett karbonátkiválás, ami befolyásolja a későbbiekben képződő cseppkövek összetételét. A frissen képződött karbonátok és a csepegővíz stabilizotóp-összetétele, valamint a mért hőmérsékletadatok alapján felállították a vizsgált képződményekre alkalmazható karbonát-víz frakcionációs egyenletet.

Nemzetközi együttműködésben megkezdték a Budai-hegység területéről begyűjtött és az U/Th módszerrel pleisztocénnek határozott travertínó minták stabil oxigén és kapcsolt izotópos vizsgálatát. A mérések új adatokat szolgáltattak a Budai-hegységi édesvízi mészköveket lerakó egykori termálforrások hőmérsékletének időbeni és térbeli változására, ami nagymértékben járul hozzá a Budai-hegység paleohőmérsékleti és paleohidrológiai rekonstrukciójához.

Az Atlanti-óceán északi medencéjének tágabb környezetéből ismert, földtörténeti szempontból rendkívül gyors és intenzív felmelegedési és lehűlési fázisok környezeti hatásait mutatták ki a Kárpát-medencében a dunaszekcsői lösz rétegsor nagy felbontású, faszeneken és csigahéjakon végzett radiokarbon kormeghatározás segítségével. A porfelhalmozódás 32-24 ezer (kal. BP) évek közötti változásainak hátterében a hazai jégkorszaki csapadékviszonyok és növényzet megváltozásai állhattak, amint azt a csigahéjak stabilizotóp összetételi adatai mutatják. Az Észak-atlanti régió klímaváltozásai a légköri áramlási viszonyok megváltozásai révén fejthették ki hatásukat a Kárpát-medence őskörnyezeti viszonyaira. Feltételezhető, hogy ennek hátterében a jelenkori Észak Atlanti Oszcilláció (NAO) jégkori megfelelőjének eltérő fázisai állhatnak: a NAO– és NAO+ dominanciájú periódusok megfelelhettek a hidegebb, nagy porfelhalmozódással jellemezhető stadiális illetve enyhébb interstadiális fázisoknak. A fentiekben vázolt eredmények tehát azt bizonyítják, hogy az észak-atlanti térség éghajlata és annak változásai egy a maitól eltérő klímaállapot (jégkorszak) során is jelentős, közvetlen hatással voltak a Kárpát-medence éghajlatára és őskörnyezetére.

Az Intézetben működő *MTA-Lendület 2ka Paleoklíma Kutatócsoport* kutatásai keretében az Antarktiszi jégfuratokban őrzött stabilizotóp-szignál új szempontú értelmezését adták a csapadékösszeggel való súlyozási alternatívák összehasonlítása révén. Az eredmény összhangban van friss terepi megfigyelésekkel, miszerint a felszíni hóréteg stabilizotóp-összetételét a csapadékhullási események közti időszak hőmérsékleti viszonyai is befolyásolják, amiért a felszínközeli légréteg vízgőztartalma és a felszíni hóréteg közötti izotópcsere a felelős folyamat. Modern geostatisztikai módszerekkel feltárták a felszíni hóréteg $\delta^{18}O$ értékét jellemző térbeli korrelációs mintázatot egy nyugat-antarktiszi mintaterületen, továbbá elkészítették a hó/firn oxigén stabilizotópos tájképét.

Az Ibériai-félszigeten a lehulló csapadék stabilizotóp-észlelő hálózatának geostatisztikai kiértékelésével rámutattak, hogy pusztán a nemzetközi hálózatból származó (GNIP) adatok nem nyújtanak hiánytalan képet a félszigetről. Egy regionális hálózattal kombinálva azonban feltehetőleg évszakos különbségek (páraforrás eredet) szempontjából reprezentatívnak tekinthető a kombinált hálózat az egész félszigetre.

Az üledékes proxi adatsorok egyenlépésközűvé tételére kidolgozott módszertan minden korolt üledékes szelvényből (pl. tengeri üledék, cseppkő) származó nyomelem és stabilizotóp-

geokémiai adat paleokörnyezeti feldolgozásánál és értelmezésénél kulcsfontosságú lehet, hiszen ezek közös tulajdonsága a nem egyenközű korskála, aminek kiküszöbölésére találtak alternatív megoldást. A spektrális kontroll segítségével az interpolálásból adódó torzítások kiküszöbölhetővé váltak, így univerzálisan felhasználható ekvidisztáns idősorok jöttek létre, melyeket wavelet koherencia analízissel klímaváltozókhoz lehetett hasonlítani.

NKFIH projekt keretében összevetették a Gerecse-hegység területén található Duna-teraszok kozmogén ^{10}Be izotópos mélységprofilos kitettségi kor- és ^{26}Al/^{10}Be betemettségi kormeghatározások eredményeit más kronológiai módszerek eredményeivel. Az új mérések alapján a legidősebb szint már a késő-pliocén során ármentessé válhatott (2,9 ± 0,5 Ma). Ez az első olyan numerikus kor, ami igazolja a Duna késő-pliocén jelenlétét a térségben. A munka módszertani szempontból is új eredményeket hozott. Az új koradatok összesítése alapján a Gerecse-hegység kiemelkedése a késő-pliocén és a kora-pleisztocén során ~50 m/Ma, a középső pleisztocén során ~60 m/Ma és a késő-pleisztocén során ~230 m/Ma lehetett. Az eredmények beépültek a legújabb Gerecse-hegység földtani térképének magyarázójába is.

Archeometriai kutatások

A Seuso-projekt keretében folytatták a Seuso-kincs tárgyainak archeometriai vizsgálatát. Kémiai összetételi vizsgálataik szerint a tárgyak Bi/Pb aránya alapján (amely paraméter jól alkalmazható az eltérő ércforrásból származó nyersanyagok elkülönítésében) a tárgyak négy csoportba sorolhatók, ami eltérő nyersanyagfelhasználást jelez. A tárgyakban az illóelemek (antimon, arzén, higany, ón és cink) hiánya, valamint az 1%-nál kevesebb ólomtartalom arra utal, hogy kupellált ezüstből készültek (az érc ezüsttartalmú ólomérc: galenit, cerusszit lehetett). Kimutatták, hogy a tárgyak ólomizotóp-összetétele viszonylag szűk tartományban változik. Az adatokat az európai ólom-ezüstércek ólomizotópos adataival összevetve a mai Olaszország, Franciaország, Németország, Égeikum, Spanyolország és Nagy-Britannia területén lévő ércesedések kizárhatók a potenciális nyersanyagforrások közül. Az adatok részleges átfedést mutatnak a mai Szerbia, Koszovó, Románia és Bulgária érceinek jelenleg ismert adataival, vagyis a geokémiai eredmények (és a régészeti adatok) alapján balkáni eredetű ércfelhasználás feltételezhető.

Az i.sz. 3. század végi, bolygatatlan sírból előkerült ezüst augurbot nielló-berakásainak elemzése alapján ötféle niellót különítettek el: tiszta akantit, akantit és jalpait szételegyedése, tiszta jalpait, jalpait és mckinstryit szételegyedése, tiszta stromeyerit vagy mckinstryit és stromeyerit szételegyedése. Ezek alapján kétféle forgatókönyv feltételezhető: a készítés során többféle összetételű niellóval díszítették a tárgyat vagy a különböző összetételek korabeli javítások anyagát jelölik. A tárgyak aranyozásainak elemzése során kimutatott higany tűzi aranyozásra utal, a forraszanyagban megjelenő ón- és ólomtartalom pedig lágyforrasz használatát jelzi.

Az ezüst quadripus fő- és nyomelem-összetétele (Ag, Cu, Pb, Bi) alapján hasonlít a Seuso-kincs tárgyainak összetételéhez (92,5–96,5 wt% Ag; 1,9–5,6 wt% Cu). Különböző részeihez (oromdísz, láb felső része, griff, láb alsó része, talapzat, keresztpántok, szegecsek, alátétlemezek) eltérő összetételű ezüstöntecset használtak. Egy-egy láb különféle részeinek eltérő nyomelem-tartalma arra utal, hogy a különböző részeket külön készítették el, majd keményforrasztással rögzítették egymáshoz. Érdekes jelenség, hogy a két eredeti láb megfelelő részei (oromdíszek, griffek, talapzatok, lábak alsó részei, felső részei) a nyomelemek koncentrációját tekintve is hasonló összetételűek. Ez alapján felmerül, hogy sorozatgyártásban készítették el az egyes részeket, majd ezután állították össze a tárgyat.

Környezetásványtani és -geokémiai kutatások

NKFIH projekt keretében összevetették a teljes talaj és a talajalkotó ásványszemcsék nehézfém-megkötő képességét vas- és agyagfelhalmozódással jellemzett talajokban. Ahogy várták, lúgos körülmények között jelentősebb volt a megkötődés, amit nemcsak a teljes talajban, de szemcseszinten is kimutattak. Kivételt képezett ez alól a Cd és a Zn, amelyek az agyagásvány-szemcséken nagyobb megkötődést mutattak a savanyú talajokban. A Pb és Cu nagyobb megkötődése a Cd-hoz és Zn-hez képest szintén kimutatták a teljes talajban és az ásványszemcséken is. Noha a Pb és Cu kicsapódását közvetlenül is kimutatták a vizsgált lúgos talajokban, ezen fémek nagyobb megkötődését a vizsgált szemcsék felületén is bizonyították. Kapcsolatot mutattak ki a vizsgált talajszemcsék vastartalma és fémmegkötő-képessége között. Ezt a vas-oxihidroxidoknak a vas-agyag szemcseegyütteseken belül növekvő arányával hozták összefüggésbe a lúgos talajokban, míg a savanyúakban az agyagásványok szerkezetében jelenlévő vas mennyiségének növekedésével állították párhuzamba.

Vizsgálták a vas és agyagfelhalmozódással jellemzett vízhatású talajok nehézfém-megkötő képességét is. Megállapították, hogy különböző redox környezetekből származó talajok eltérően adszorbeálják a vizsgált elemeket. A megkötésben a vasásványok játszanak jelentős szerepet, a mocsárréten a szmektitek kisebb mértékben vesznek részt a toxikus elemek megkötésében. Anaerob talajkörnyezetben több foszfor és egyúttal nagyobb mennyiségű nehézfém kötődik a redukált vasas fázisokhoz, mint az átlevegőzött talajszintekben a vas-(oxi)hidroxidokhoz. Ez alapján feltételezik, hogy a folyamatban a foszfátoknak is jelentős szerepe van.

Agyagbemosódásos erdőtalajokban eddig úgy tartották, hogy az agyagásványok csak fizikailag mozdulnak el és vándorolnak a mélyebb szintek felé, ahol létrehozzák az agyaghártyákat. Agyagbevonat és a kilúgzott mátrix vizsgálatával kimutatták, hogy jelentős különbség van a két rész agyagásványos karaktere között. Vizsgálataik szerint az agyaghártya fázisai sokkal kisebbek, rendezetlenebbek, alapvetően szmektites jellegűek az agyagfrakcióban, míg ezzel szemben a mátrixban nagyok, és több köztük az illites karakterű. A szmektit összetételében vasdúsulás is kimutatható az agyaghártyákban, továbbá jelentős a nanoméretű vas-oxidok felhalmozódása a szmektitekkel együtt. Ezen eredmények utalhatnak arra, hogy az agyagvándorlás nem csupán fizikai-mechanikai folyamat, hanem kémiai is.

Ásványi nyersanyagok kutatása

Vas-karbonát (sziderit) konkréciók vizsgálatával megállapították, hogy üledékes eredetű, kétlépcsős mikrobiális Fe oxidációs és redukciós folyamat során keletkeztek. Peremi részük fényes, barna megjelenésű, a peremi rész keletkezése a vizsgálatok alapján kigázosodás útján keletkezett Fe-oxid. Ásványtani bizonyítékok alapján a peremi rész mállási kéreg vagy sivatagi máz típusú keletkeztetése kizárható. A vizsgálataik arra utalnak, hogy nagy hőmérsékletű hatás érhette a mintákat, ami üledékes mivoltukkal ellentmondásban áll. A sziderit, mint üledékes kőzet kiváló jelölt lehet a földi eredetű meteoritok nyomozásánál, mert hő hatására történő kigázosodásakor Fe-oxid keletkezik, amely a felszínen jól észrevehető, szemben a mészkővel és dolomittal.

Mikrobiális bevonatképződést vizsgáltak posztglaciális Marinoi rétegeken, ÉNy-Namibiában számos ásványtani és geokémiai módszer integrálásával. A mikrobiális tevékenység 3 típusát mutatták ki: elsődleges, szinszediment Fe-dús biomatokat, másodlagos biomatokat

vasásványok (pirit, klorit) biodegradációs átalakulásával, valamint pszeudo-másodlagos bevonatokat klasztokon. A vasoxidáló mikrobák által létrehozott biofilmek különböző forrásból származó vasat használnak fel. A biofilmek alaki sajátosságai, nyomelemtartalma, valamint ásványtani sajátosságai alapján a Marinoi posztglaciális biofilmek neutrális szuboxikus körülmények között képződhettek, csökkent sótartalmú vízben.

Átfogó történeti áttekintést adtak magyar és angol nyelven az Úrkúton folyó mangánércbányászat és tudományos kutatás száz évéről, a bánya nemzetközi jelentőségéről a bánya megnyitásától a bezárásáig.

Laboratóriumi asztrofizikai kutatások

Több spektroszkópiai módszer együttes alkalmazásával vizsgálták a csátaljai meteorit sokkolt ásványait a kémiai összetételük függvényében. A kapott adatokból nyert korrelációs paramétereket sokk-indikátorként használták. Megállapították, hogy ezzel a módszerrel hatékonyan azonosíthatók a sokk-olvadékok összetevői. Megfigyelések szerint a csátaljai meteorit gyengén sokkolt részén a sokk-átalakulás 2-6 GPa és 100°C mellett mehetett végbe, míg a jelentősen sokkolt terület (mozaikosság, mechanikai ikresedés) 5-10 GPa és 900 °C mellett történhetett. Az erősen sokkolt terület (alszemcsésedett, olvadéktartalmú olivin-piroxén klasztok) átalakulása 10-15 GPa között történt és elérhette az 1000°C-ot.

A kabai meteoritban vizsgálták a nagy hőmérsékletű hidrotermális átalakulás és vizes átalakulás lehetőségét. A nagy hőmérsékletű átalakulást a földpát összetételű anyag a földpáttól különböző IR spektrumai alapján valószínűsítették, ami alapján dmisteinbergit jelenlétére következtettek. A vizes átalakulást a kabai meteoritban a kondrumok átalakulási fokozatai szerint és az olivinek Fe-Mg diffúziója alapján figyelték meg.

Vizsgálták a másodlagos ásványképződést a Nakhla, Lafayette és Governador Valadares naklitokban. Két hidrotermális eseményt különítettek el: magasabb hőmérsékletű szulfidos átalakulást és alacsonyabb hőmérsékletű, vastartalmú fluidumok okozta átalakulást. Ezek az átalakulások az első (kilökődést megelőző) marsi becsapódást követően keletkezhettek. Vizsgálataik szerint a legtöbb ásvány alkáli-neutrális körülmények között jött létre.

Kimutatták, hogy az NWA5491 meteorit CVoxA altípusba sorolható, mely két önálló egységből áll (alsó és felső egységek eredeti akkréciós anyaggal és átalakulási jelenségekkel. A szülőégitest akkréciója különböző anyagból történhetett, de a térbeli különbséget későbbi folyamatok is okozhatták.

b) Tudomány és társadalom

A késő római Seuso-kincs kutatásához kapcsolódóan a Magyar Tudományos Akadémia felügyelete alatt indított Seuso Kutatási Projekt keretében az Intézet tovább folytatta az archeometriai kutatási terv megvalósítását. A támogatás mértéke 2017-ben 25 959 E Ft volt.

Az Intézet több munkatársa nagy lelkesedéssel vett részt a hagyományosan évenként megrendezett „Földtudományos Forgatag” című rendezvényen. A kutatók a nagy látogatottságú eseményen több száz érdeklődőnek mutatták be az Intézet munkáját és eredményeit ismeretterjesztő előadások és interaktív bemutatók segítségével.

Az Intézet egy kutatója kiállítóként és programszervezőként részt vett a „Felfedezők Napja” című interaktív rendezvényen, melyen leginkább a fiatal nemzedékek ismerkedhettek meg a

tudományos tevékenységgel és kutatásokkal, játékos bemutatók keretében. Ugyanezen kutató több előadást tartott a „Kutatók éjszaka” rendezvénysorozat keretein belül meteorológiai előrejelzések témában, melyek főként a középiskolások érdeklődését volt hivatott felkelteni.

Az Intézet igazgatója interjút adott az Élet és Tudomány című folyóiratnak „Cseppkövekben a klímaváltozás” címmel. Az Intézet egy kutatójával megjelent egy interjú az MTA Hírek rovatában az Észak-Atlanti régió klímaváltozásainak a Kárpát-medencére gyakorolt hatásairól. Az Intézet egy kutatója ismeretterjesztő cikket közölt az üledékek eredetének vizsgálatáról a Marson és a Földön a Természet Világa című folyóiratban.

Az Intézet több kutatója tartott ismeretterjesztő előadást paleoklimatológiai, természetvédelmi, vízföldtani és archeometriai témákban szakmai és civil rendezvényeken és középiskolások számára is (Pozsonyi Magyar Tannyelvű Gimnázium és Alapiskola, Csík Ferenc Általános Iskola és Gimnázium, Berze Természettudományos Önképző Kör).

Az Intézet egy kutatója részt vett a NASA holdkőzet gyűjteményének bemutatását célzó rendezvény (Holdi kőzetek – földi iparok) megszervezésében.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A kutatásaikat a korábbi és újonnan szervezett hazai és nemzetközi kapcsolataik keretében folytatták.

Új együttműködések

Az Osztrák–Magyar Akció Alapítványhoz a Bécsi-medence Dunától délre található teraszainak kutatására benyújtott pályázatuk támogatást nyert. A kutatás célja az említett folyóteraszok kutatása a schwechati repülőtér tervezett bővítése előtt, a függőleges kéregmozgások és a Duna bevágódásának jobb megértése céljából. Ennek során az Intézet a bécsi Universität für Bodenkultur kutatóival dolgoznak együtt.

Szintén az Osztrák–Magyar Akció Alapítvány támogatásával indítottak kétoldalú kutatást a Fertő tó hosszú-távú mikrobiális és fekális szennyezésének modellezése céljából. A kutatást a bécsi Medizinische Universität Wien kutatóival végzik.

Tudományos együttműködési megállapodás, illetve kutatási megbízás keretében számos külföldi és hazai kutatóintézettel (Croatian Geological Survey, University of Zagreb, KU Leuven, Universität Innsbruck, Geological Survey of Finland, Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, MTA ATOMKI, MTA BTK Régészeti Intézet, Szegedi Tudományegyetem, Szépművészeti Múzeum, Magyar Nemzeti Múzeum, Balatoni Múzeum) álltak kapcsolatban.

Vendégkutatók

Az Intézet egy kutatója 6 hónapot töltött a Dán Műszaki Egyetem Riso Laboratóriumában egy ERC pályázat (RELOS) keretében. A közös munka során többek között földpát kristályok kémiai összetételét (K és Rb tartalom) és az ekvivalens dózis kapcsolatát vizsgálták.

A Nemzetközi Atomenergia Ügynökséggel való együttműködés keretében 1 hónapra vendégkutatóként fogadtak egy thaiföldi hidrogeológust a Bureau of Groundwater Exploration and Assessment intézménytől. A vendégkutató ismerkedett az Intézetben lévő stabilizotóp analitikai módszerekkel, megismerte hazánk jelentősebb vízföldtani

jellegzetességeit és azok izotóp-hidrológiai jellemzőit, mélyítette tudását az izotópanalitika vízföldtani alkalmazása területén.

Az Intézet egy kutatója 3 hetet töltött a magyar–belga TraRAS projekt keretében a seattle-i University of Washington intézményben, ahol kapcsolt izotópos elemzéseket végeztek travertínó és mésztufa mintákon.

Az ausztráliai Newcastle University és az új-zélandi Waikato University kutatóival eddig nem vizsgált képződmények (antarktiszi gleccserkörnyezetben képződő kalcitok és tavi szivacsok) elemzését kezdték meg. Ennek keretében az utóbbi Intézetből egy kutató 2 hetet az Intézetben töltött.

Rendezvények

Az Intézet kutatói részt vettek a *9th Congress of Croatian and Hungarian Geomathematicians "Geomathematics in multidisciplinary science – The new frontier?"* című nemzetközi konferencia (2017. május 11–13., Pécs) szervezésében és a konferencia kiadványának szerkesztésében.

Meghívások, felkérések

2017-ben az INQUA (International Union of Quaternary Research) Magyar Nemzeti Bizottság vendégeként Budapesten ülésezett az INQUA Vezető Bizottsága. Ennek keretében szerveztek egy előadónapot, ahová az Intézet több kutatóját felkérték előadónak.

Az Archeometrai Kutatócsoportot felkérték, hogy tartsanak előadást a Seuso kutatással kapcsolatban a *25th Meeting of the International Scientific Advisory Committee* (ISAC) rendezvényen.

Részvétel tudományos bizottságokban

Az Intézet 5 kutatója nemzetközi, 12 kutatója pedig hazai tudományos bizottság tagja, ebből négyen egy-egy hazai bizottságban vezető tisztséget töltenek be. Az Intézet 7 kutatója 10 nemzetközi, 2 kutató 2 hazai folyóirat szerkesztőbizottságának tagja.

Részvétel a felsőoktatásban

Az Intézet 5 kutatója vett részt a felsőoktatásban, összesen 24 elméleti és 19 gyakorlati kurzus megtartásával számos hazai egyetemen. Az Intézet kutatói 2017-ben összesen 10 PhD, 16 MSc, 8 BSc és 7 TDK témavezetésben vettek részt.

Ipari kapcsolatok

Kutatási megbízás keretében több külföldi és hazai ipari céggel (Mecsekérc Zrt., Sand Hill Petroleum RO, OGD Mogyoród, D-Tech Aqua Kft., HYD Kft., Extralko Kft.) álltak kapcsolatban. Ezek között kiemelkedő jelentőségűek a Paks-2 projektben és a potenciális nagy aktivitású radioaktív hulladéktározó földtani kutatásában történő részvétel (megbízó: Mecsekérc Zrt.), amelyben az Intézet többféle ásványtani és geokémiai vizsgálattal vesz részt.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Az Intézetben dolgozó kutatók vezetésével az alábbi kutatási projektek nyertek támogatást az NKFIH-tól:

A „*Paleohőmérsékleti rekonstrukció édesvízi karbonátok stabil- és clumped izotóp geokémiai vizsgálata alapján*” című kutatás (KH 125584) keretében a korábban alkalmazott, és nagy bizonytalanságot rejtő hőmérséklet-becslési módszerekkel szemben az ún. clumped izotópos módszert alkalmazzák. Segítségével a karbonátok kiválási hőmérséklete nagy pontossággal meghatározható, kizárólag a karbonát fázis Δ47 értéke alapján. A projekt a módszer hazai bevezetésére épül, és célja hazai (részben korábban már U/Th módszerrel korolt), valamint külföldi travertínók, mésztufák és talajkarbonátok képződési hőmérsékletének meghatározása. A számolt hőmérsékletek alapján teljesen újszerű klímarekonstrukció válik lehetővé, ami nemzetközi jelentőségű eredményekhez vezet. A pleisztocén travertínók kiválási hőmérsékletének meghatározása a paleohidrotermális rendszer rekonstrukcióját is lehetővé teszi. Kiemelt célkitűzésük továbbá hazai fiatal kutatók támogatása és a módszerrel való megismertetése. A kétéves kutatás teljes összege 19 400 E Ft.

Macedón kutatókkal indított új együttműködésben kezdték meg „*A Balkán-félsziget negyedidőszaki fejlődéstörténetének vizsgálata glaciális és barlangi képződmények geokronológiai adatai alapján Macedóniában*” című kutatást (FK 124807). A tervezett kutatás negyedidőszaki glaciális felszínformák és barlangi üledékek helyben keletkező kozmogén izotópos kormeghatározásával szeretne közelebb jutni a következő kérdések megválaszolásához: Milyen ütemben vágódnak be a folyók és milyen gyors a terület kiemelkedése? Mikor kezdődött a térség kiemelkedése? Mikor voltak a legnagyobb kiterjedésűek a gleccserek? Mikor tűntek el az utolsó gleccserek? Milyen hőmérsékleti és csapadékviszonyok uralkodtak az egyes eljegesedési fázisokban? Milyen mértékű éghajlatváltozás vezetett a terület eljegesedéséhez? Mi volt a csapadék fő forrása a Mediterrán térségben? A négyéves kutatás teljes összege 36 762 E Ft.

A „*Mikrobiális proxy-k alkalmazása paleoklíma és paleokörnyezeti vizsgálatokban változatos üledéktípusokon*” című kutatás (K 125060) célja, hogy kiegészítsék az általuk kidolgozott komplex módszertant molekuláris szerves geokémiai mutatók (biológiai marker vegyületek) vizsgálatával, ami várakozás szerint megerősíti és/vagy tovább pontosítja a levonható következtetéseket. Kiterjesztik továbbá a kidolgozott módszertannal vizsgált minták, illetve üledékes kőzetek körét negyedidőszaki és recens (pl. lösz- és tóüledék minták) szekvenciákra, a Toarci Óceáni Anoxikus Eseményhez köthető üledékes rétegsorokra, valamint olyan ércesedésekre és elemdúsulásos folyamatok vizsgálatára, ahol a mikrobiális tevékenység nyomai proxy-ként alkalmazhatóak a paleokörnyezeti, paleoklimatológiai változások nyomon követésére. A négyéves kutatás teljes összege 26 000 E Ft.

A fentiek mellett az MTA infrastrukturális támogatást nyújtó pályázat keretében támogatást nyertek egy Fritsch Pulverisette 1 Premium line Model II típusú pofástörő berendezés beszerzésére (MTA INFRA-2017/103). A támogatás mértéke 16 260 E Ft.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Brogi A, Capezzuoli E, Kele S, Baykara MO, Shen CC: Key travertine tectofacies for neotectonics and palaeoseismicity reconstruction: effects of hydrothermal overpressured fluid injection. Journal of the Geological Society, 174: 679-699 (2017) http://dx.doi.org/10.1144/jgs2016-124
2. Demény A, Kern Z, Czuppon Gy, Németh A, Leél-Őssy Sz, Siklósy Z, Lin K, Hsun-Ming H, Shen Ch-Ch, Vennemann T W, Haszpra L: Stable isotope compositions of speleothems from the last interglacial e Spatial patterns of climate fluctuations in Europe. Quaternary Science Reviews, 161: 68-80 (2017) http://dx.doi.org/10.1016/j.quascirev.2017.02.012

3. Grengg C, Mittermayr F, Koraimann G, Konrad F, Szabó M, Demeny A, Dietzel M: The decisive role of acidophilic bacteria in concrete sewer networks: A new model for fast progressing microbial concrete corrosion. Cement And Concrete Research, 101: 93-101 (2017) http://doi.org/10.1016/j.cemconres.2017.08.020
4. Hatvani IG, Clement A, Korponai J, Kern Z, Kovács J: Periodic signals of climatic variables and water quality in a river – eutrophic pond – wetland cascade ecosystem tracked by wavelet coherence analysis. Ecological Indicators, 83: 21-31 (2017) http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.07.018
5. Kereszturi A, Gyollai I, Kereszty Zs, Kiss K, Szabó M, Szalai Z, Ringer M, Veres M: Analyzing Raman – Infrared spectral correlation in the recently found meteorite Csátalja. Spectrochimica Acta Part A-Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 173: 637-646 (2017) http://doi.org/10.1016/j.saa.2016.10.012
6. Kovács J, Tanos P, Várbíró G, Anda A, Molnár S, Hatvani IG: The role of annual periodic behavior of water quality parameters in primary production: chlorophyll-a estimation. Ecological Indicators, 78: 311-321 (2017) http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.03.002
7. Molnár Z, Polgári M, Hein JR, Józsa S, Fekete J, Gyollai I, Fintor K, Bíró L, Szabó M, Rapi S, Forgó P, Vigh T: Fe-Mn oxide indications in the feeder and mound zone of the Jurassic Mn-carbonate ore deposit, Úrkút, Hungary. Ore Geology Reviews, 86: 839-855 (2017) http://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2016.11.005
8. T, Price GD, Bajnai D, Nyerges A, Kesjár D, Raucsik B, Varga A, Judik K, Fekete J, May Z, Pálfy J: New multiproxy record of the Jenkyns Event (also known as the Toarcian Oceanic Anoxic Event) from the Mecsek Mountains (Hungary): Differences, duration and drivers. Sedimentology, 64: 66-86 (2017) http://doi.org/10.1111/sed.12332
9. Polgári M, Bérczi S, Horiuchi K, Matsuzaki H, Kovács T, Józsa S, Bendő Z, Fintor K, Fekete J, Homonnay Z, Kuzmann E, Gucsik A, Gyollai I, Kovács J, Dódony I: Characterization and ^{10}Be content of iron carbonate concretions for genetic aspects - Weathering, desert varnish or burning: Rim effects in iron carbonate concretions. Journal Of Environmental Radioactivity, 173: 58-69 (2017) http://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2016.11.005
10. Suursoo S, Hill L, Raidla V, Kiisk M, Jantsikene A, Nilb N, Czuppon G, Putk K, Munter R, Koch R, Isakar K: Temporal changes in radiological and chemical composition of Cambrian-Vendian groundwater in conditions of intensive water consumption. Science Of The Total Environment, 601-602: 679-690 (2017) http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.136
11. Szabó P, Kocsis L, Vennemann T, Pandolfi L, Kovács J, Martinetto E, Demény A: Pliocene–Early Pleistocene climatic trends in the Italian Peninsula based on stable oxygen and carbon isotope compositions of rhinoceros and gomphothere tooth enamel. Quaternary Science Reviews, 157: 52-65 (2017) http://doi.org/10.1016/j.quascirev.2016.11.003
12. Újvári G, Stevens T, Molnár M, Demény A, Fabrice L, Varga G, Jull AJT, Páll-Gergely B, Buylaert JP, Kovács J: Coupled European and Greenland last glacial dust activity driven by North Atlantic climate. Proceedings Of The National Academy Of Sciences Of The United States Of America, 114: 10632-10638 (2017) http://doi.org/10.1073/pnas.1712651114

MTA CSILLAGÁSZATI ÉS FÖLDTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT
GEODÉZIAI ÉS GEOFIZIKAI INTÉZET
9400 Sopron, Csatkai u. 6–8.
9401 Sopron, Pf. 5
telefon: (99) 508 343; fax: (99) 508 355
e-mail: Wesztergom.Viktor@csfk.mta.hu; honlap: www.csfk.mta.hu, www.ggki.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

Az Intézetben folyó geodéziai és geofizikai alapkutatások tárgya a Föld bolygó fizikai állapotának és folyamatainak megfigyelése, modellezése, értelmezése, valamint az ezekhez kapcsolódó elméleti (matematikai, fizikai) és kísérleti módszerek, vizsgálati eszközök fejlesztése. Az alaptevékenység körébe tartozó közfeladatok a szilárd Föld és a Föld körüli térség folyamatos obszervatóriumi megfigyelése (geodinamika, geomágneses tér, aeronómia), a nemzeti szeizmológiai hálózat és szolgálat fenntartása, a nemzetközi együttműködésekkel járó adatszolgáltatási feladatok ellátása, valamint időszakos megfigyelőrendszerek működtetése. Az Intézet közvetlen gazdasági jelentőségű tevékenysége a természeti erőforrások kutatása, földtani-földfizikai kockázatok elemzése.

Az Intézet nemzetközi összehasonlításban is hagyományosan sikeres kutatási témái a geomágnesség, a mélyszerkezet-kutatás, a szeizmológia, az aeronómia és a geodinamika. Az MTA Széchenyi István Geofizikai Obszervatórium szélessávú elektromágneses méréseivel és a Föld felső légkörét, plazmakörnyezetét diagnosztizáló obszervatóriumi hálózatok és nemzetközi projektek meghatározó szereplője.

A pályázati forrásokból megvalósuló infrastrukturális fejlesztések (két GINOP pályázat: Kozmikus hatások és kockázatok, Mágneses nulltér laboratórium) és a kibővült nemzetközi kooperációk (ESF Topo-Europe, AlpArray, ARISE) új interdiciplináris kutatási témákat alapoznak meg.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Kutatási infrastruktúra megerősítése, nemzetközi kooperációk bővülése:

A Széchenyi István Geofizikai Obszervatóriumban létesülő Mágneses nulltér laboratórium az interplanetáris térre jellemző elektromos és mágneses erőtér laboratóriumi előállításával űrfizikai, anyagtudományi kísérletekre, űreszközök fejlesztésére ad lehetőséget.

Folyamatban van a Föld plazmakörnyezetének megfigyelésére szolgáló ionoszféra-radar antennarendszerének építése és a földi ionoszféra állapotának és dinamikus folyamatainak megfigyelésére szolgáló DPS4D radarberendezés üzembe helyezése. A Global Ionospheric Radio Observatory (GIRO) hálózat tagjaként az obszervatórium aktív résztvevőjévé válik a nemzetközi űridőjárás-megfigyelő rendszernek és hozzáférést kap globális aeronómiai kutatások alapadataihoz.

A Piszkéstetői Obszervatóriumban létesült infrahang-állomás új lehetőségeket nyit a légkörtomográfiás vizsgálatokra, valamint légköri elektromos jelenségekkel, meteroritbecsapódásokkal összefüggő hangrobbanások megfigyelésére, lokalizálására.

Magyar–román–holland konzorciális együttműködésben elindult Kárpátok – Pannon-medence – Dinaridák tektonikai egység recens geodinamikai folyamatainak űrgeodéziai megfigyelésére radarreflektor hálózat telepítése a kárpáti szubdukció területén, továbbá egy-egy utóvulkáni működést mutató, illetve sótektonikával érintett területen.

Az AlpArray projektben Magyarország 23 szélessávú szeizmológiai állomással vesz részt. Ezen felül a hálózat keleti peremén az intézet egy hiánypótló, jó jel/zaj arányú, felszín alatti szeizmológiai állomást létesített. Az AlpArray hálózat 2017-ben a Földközi-tengeren telepített tengerfenéki szeizmológia állomásokkal vált teljessé.

Az Einstein-teleszkóp (ET) egy, a LIGO-ét tízszeresen meghaladó érzékenységű, széles spektrumú, ún. harmadik generációs gravitációshullám-detektor koncepciója. A Wigner FK kezdeményezésével létrejött Mátrai Gravitációs és Geofizikai Laboratórium (MGGL) a rekultiváció alatt álló gyöngyösoroszi mélyműveléses bányában épült 2015-ben. A 88 m-rel a földfelszín alatt található létesítményben az ET földalatti telepítésének és folyamatos működésének lehetőségét vizsgálták. Szeizmikus, infrahang- és elektromágneses érzékelőkkel alacsony frekvenciás zajméréseket végeztek az ET tervezett spektrumában, illetve a kozmikus eredetű müon fluxust is detektálták. Tanulmányban mutatták be a laboratórium mérési potenciálját a gravitációshullám detektálási kísérletekben, illetve a természetes és emberi eredetű zajforrások azonosításának előzetes eredményeit. Az előkészítő mérésekre alapozva további szisztematikus és szinkronizált vizsgálatokat terveznek.

Magnetoszféra-fizika: A turbulens földi magnetopauza és a lökésfront közötti térrészben vizsgálták a mágneses rekonnekció előfordulását az MMS (Magnetospheric Multiscale Satellite) szondák in-situ adatain. Részletes esettanulmányban ismertették az MMS adatokon a mágneses rekonnekció kulcsfontosságú régióinak feltérképezését, így lehetővé téve a különböző tér- és idő-skálákon érvényes elméleti leírások és szimulációk (folyadék és kinetikus modellek) összevetését az adatokkal. Azt találták, hogy a turbulens rekonnekció fizikai ismérvei egyes részleteiben hasonlítanak az eddig leginkább tanulmányozott 2 dimenziós lamináris esetekre. Az MMS által észlelt koherens mágneses struktúrák jelenléte a szimulációkkal összevetve pedig azt jelezheti, hogy a rekonnekció ténylegesen 3 dimenziós multi-skálás folyamat. Ezek az eredmények azért is fontosak, mert a turbulencia inhomogén eloszlású elektromos, mágneses, sebesség és sűrűség fluktuációkat hoz létre, s ezek elvileg a rekonnekció létrejöttét akadályozhatják. Másrészt a fluktuációk és rövid időskálák miatt a rekonnekció észlelése turbulens környezetben bonyolult. Ennek közvetlen következménye az előfordulási ráta alábecsülése, így egyelőre nem lehet pontosan meghatározni milyen szerepet játszik a rekonnekció a turbulencia által gerjesztett disszipációs folyamatokban.

Vizsgálták, hogy a turbulencia nemlineáris modelljei alapján előrejelezhető-e a turbulens fluktuációk csillapodásának mértéke. Ezen multi-skálás turbulencia modellek nem foglalják magukba az újabban felfedezett turbulencia által gerjesztett intermittens áramstruktúrákat és mágneses rekonnekciót, de a hullám-részecske kölcsönhatásokat sem. A fluktuációk csillapodásának mértékét a Cluster szondák adatait felhasználva becsülték meg a napszélben. A Cluster négy szondájának mágneses adatait felhasználva ’wave-telescope’ technikával előállították a hullámszám-frekvencia Euler-spektrumot (a szondák koordináta rendszerében), majd különböző hullámszámokra azt vizsgálták hogyan változik a gerjesztett frekvenciák energia eloszlása. Az energia eloszlás szélesedése a hullámszámok függvényében arányos a csillapodás mértékével. Azt találták, hogy a mágneses fluktuációk sokkal gyorsabban csillapodnak, mint azt a turbulencia modellek megjósolják. Ezért a mágneses tér energiájának

egy része át kell alakuljon más energiává a kisebb tér- és idő-skálákon a hullám-részecske kölcsönhatások vagy/és mágneses rekonnekció által.

Összehasonlították a Grand Unified Magnetosphere–Ionosphere Coupling Simulation (GUMICS-4) kód egy év hosszú szimulációját (a Cluster SC3 szonda pályája mentén meghatározott mágneses tér, elektronsűrűség és napszélsebesség eredményeket) a Cluster SC3 szonda által mért adatokkal. Bebizonyosodott, hogy a GUMICS szimulációk realisztikus eredményeket adnak a napszélben, a fejhullám közelében. Adekvát módon adják meg a mágneses teret és a plazma momentumokat és reagálnak a napszél nyomásának változására, azonban a megbízhatóság romlik a fejhullám mögött, attól fokozatosan távolodva. A magnetopauza helye a szimulációkban a plazma momentumokat használva nagyon nehezen állapítható meg és pontatlan, a magnetoszférában pedig semmiféle egyezés sincs a mért és a szimulált adatok között.

A földi lökéshullámról ismert, hogy képes a részecskék igen hatékony gyorsítására, mely a diffúziós lökéshullám gyorsítás, illetve az elsőrendű Fermi-gyorsítás néven ismert. A földi magnetoszféra előtt, a lelassuló napszél következtében kialakuló lökéshullám, az ún, földi fejhullám egy olyan természetes űrplazma laboratórium, ahol ez a folyamat részletesen tanulmányozható in-situ műholdas mérésekkel. A földi fejhullám a részecskék energiáját legalább két nagyságrenddel is képes megnövelni. Két fontos ioncsoport található a földi lökéshullám környezetében, a field-aligned beam ionsugár a lökéshullám merőleges részén visszavert napszél ionokból tevődik össze, a másik ioncsoport a lökéshullám másik oldalán, a párhuzamos oldalon található, ezek az ún. diffúz ionok, amelyek a diffúziós gyorsítási folyamat által nyernek energiát. A diffúziós ionok viselkedését és a gyorsítási folyamatot jellemzi a jelenséget leíró egyenletben a diffúziós együttható, amely alapvetően a gyorsítás hatékonyságát határozza meg. Bebizonyították, hogy egy erős visszavert ionsugár számottevően képes csökkenteni a diffúziós együtthatót, ezáltal az amúgy is hatékony gyorsítási folyamat hatékonyságát még inkább megnöveli. Ez az első alkalom, hogy leírásra kerül ez az esemény. Japán kutatók a műholdas adatokon alapuló eredményt számítógépes szimulációkkal erősítették meg, így bizonyítást nyert ennek az új, eddig ismeretlen jelenségnek a létezése.

Aeronómia, légkörfizika: A naptevékenység és az alsó ionoszféra kapcsolatának vizsgálatát kiterjesztették az ionoszféra magasabb tartományaira (90-150 km) a 23. napciklus két legnagyobb napkitörésének (Bastille Day event – 2000. július 14., Halloween event – 2003. október-november), és további két intenzív (X osztályú) flernek (2001. szeptember és 2006. december) az elemzésével. Az ionoszféra minimum frekvencia (fmin) és az E réteg kritikus frekvenciájának (foE) változását vizsgálták több európai, meridionálisan elhelyezkedő ionoszféra állomás ionogramjain. Az fmin paraméter nagymértékű megnövekedését (2-7 MHz) észlelték a vizsgált események legnagyobb fler kitörését követően. Megmutatták, hogy az fmin paraméter változása nő az ionoszféra állomás szélességével, azonban a kisebb mértékű röntgen fler kitöréseket követően, amelyek nem jártak együtt proton eseményekkel az fmin paraméter válaszának szélességfüggése kisebb mértékű volt. Emellett az fmin paraméter megnövekedésének időszakaiban az foE paraméter hiányát észlelték mindkét esetben. Az ionoszférikus rétegek órákig, vagy akár napokig tartó eltűnését (fade-out effect) tapasztalták a magasabb szélességeken elhelyezkedő ionoszférikus állomások esetében (Tromso, Loparskaya, Sodankyla). Az alkalmazott módszer alapján a röntgen sugárzás megnövekedése következtében kialakuló ionizációt meg tudták különböztetni a nagyenergiájú részecskék hatására bekövetkező változásoktól. Kimutatták, hogy a töltött részecskék által

okozott hatás nem korlátozódik csupán a sarki régióra (> 60°), hanem kimutatható közepes szélességeken (pl. Chilton, Juliusruh) is.

Schumann-rezonancia (SR) tranziensek azonosítása a háttér SR elemzése szempontjából fontos, mivel a tranziens jelek torzítják az idősorok spektrális tulajdonságait. Nagycenki, belski (lengyel) és rhode-islandi (USA) ELF adatokban előforduló SR tranziensek hatását vizsgálták a háttér SR spektrum tulajdonságaira. Megállapították, hogy a nyers adatok szegmenseiből képzett teljesítménysűrűség spektrumok integrált értékeinek az eloszlása alkalmazható a SR tranzienseket tartalmazó adatszeletek azonosítására. Az eloszlásban meghatároztak egy adaptív határérték (a mag-eloszlás szélesség 16 szorosa), amely fölött az oda eső adatokban előforduló tranziensek már jelentős mértékben torzítják a SR módusok frekvenciaértékeit. Az eljárást több állomás adatain alkalmazva lehetőség nyílik a SR tranziensek forrásainak globális helymeghatározására a tranziensek beérkezési idején alapuló módszerrel (time of arrival method).

Nemzetközi együttműködésben folytatták a vörös lidércek megfigyelését és elemzését. Magyarázatot adtak a mezoskálájú konvektív zivatarrendszerek rétegfelhő tartománya fölött kialakuló vörös lidérceket kiváltó villámok mechanizmusára. Összefüggést találtak a lidércek fényessége és a forrásvillámok töltésmomentum-változása között.

Szeizmológia, földrengés-veszélyeztetettség: A kisméretű (M<4) földrengések fészekmechanizmusának megbízható becsléséhez önmagukban sem a rendelkezésre álló polaritás adatok sem a jól modellezhető közeli szeizmogramok nem elegendőek. Kidolgoztak egy új probabilisztikus módszert, amely hullámformák és polaritás adatok együttes inverzióját hajtja végre. A JOWAPO (joint waveform and polarity) eljárás feltérképezi a modell paraméterek a posteriori eloszlás függvényét, valamint megbecsüli a vizsgált esemény maximum likelihood DC mechanizmusát, optimális fészekmélységét és skaláris momentumát. A megoldás bizonytalanságát konfidencia zónák adják meg. A módszert két olyan földrengésen tesztelték, melyek fészekmechanizmusa más forrásból jól ismert. Az eredmények azt bizonyítják, hogy ha az inverzió során néhány hullámformát is felhasználnak, akkor a pusztán polaritás adatokból számított, általában gyengén meghatározott megoldás bizonytalansága jelentősen csökken. Ha a polaritás adatok száma elegendően nagy, akkor még egyetlen állomás hullámformáit használva is megfelelő megoldást ad az algoritmus.

Az AlpArray projektben már rendelkezésre álló 1 évnyi hosszúságú magyarországi regisztrátumok olyan előzetes vizsgálatokat tettek lehetővé, mint a mikroszeizmikus zaj-alapú felületihullám-tomográfia. A Keleti-Alpok és a Pannon-medence közötti átmeneti zóna háromdimenziós S-hullám sebességeloszlásának számításához az AlpArray magyarországi és a nyugati határhoz közeli állomásainak adatait (36 állomás), valamint a 2006–2007-es Carpathian Basin Projekt regisztrátumait (35 állomás) használták fel. A Rayleigh-hullám csoportsebesség-eloszlás térképek esetén az elért felbontás a vizsgált terület egészén 5 és 25 s közötti periódusidőkre legalább 80 km-es, a Kisalföld és a Dunántúli-középhegység északkeleti részén eléri a 40 km-t is. A meghatározott S-hullám sebesség értékek 5 km-es mélységben 2.6 km/s és 3.5 km/s között, 15 km-es mélységben 3.3 és 3.7 km/s között, míg 25 km-es mélységben 3.4 és 4.2 km/s között változtak, utóbbi részben kéregbeli, részben köpenybeli sebességeket tükröz. Eredményeik alacsony sebességű zónát tártak fel az alsó kéregben a Balaton-felvidék térségében. Ennek eredete nem tisztázott, nem zárható ki, hogy a területen korábban zajló vulkanikus tevékenységhez köthető.

Összefüggést határoztak meg a Pannon-medencében a talajmozgás műszeres paramétereinek (maximális gyorsulás - PGA, Maximális sebesség - PGV) csillapodására. Összegyűjtötték a

korszerű digitális regisztrálás bevezetése óta a Pannon-medencében kipattant földrengések regisztrátumait mind a magyarországi állandó és ideiglenes, mind a szomszédos országok állomásairól. A regisztrátumokat egységesen feldolgozták, és a megfelelő jel/zaj arányú felvételekből számították a PGA és PGV értékeket. A kapott adatrendszer felhasználásával meghatározták a horizontális és vertikális talajgyorsulások és sebességek csillapodását leíró egyenletet a magnitúdó és az epicentrális távolság függvényében.

A BME Geotechnikai és Mérnökgeológia Tanszékével továbbfejlesztették a talajfolyósodás potenciál meghatározására szolgáló módszert. Olyan összefüggést fejlesztettek ki, amelynek két méréstípus, a CPT (Cone Penetration Test) és Vs (Shear Wave Velocity) mérések kombinált felhasználásán alapul. A gerjesztés jellemzésére a hagyományos feszültség és az energia alapú megközelítést egyaránt alkalmazták. Tapasztalataik alapján a módszer biztosabban elkülönítette a talajfolyósodást szenvedett és nem szenvedett helyeket, mint a klasszikusan csak egy méréstípust felhasználó módszerek. Szoftvert fejlesztettek Kramer és Mayfield (2007) eljárásának megvalósítására, amellyel meghatározhatók a talajfolyósodás veszélyeztetettségi görbéi, illetve visszatérési periódusa a mélység függvényében. A módszer a PSHA (Probabilistic Seismic Hazard Analysis) során különböző valószínűségekre előállított deaggregációs mátrixokat kombinálja a talajfolyósodás feltételes valószínűségének meghatározására szolgáló egyik modellel.

Geodinamika: Háromdimenziós numerikus modellezéssel vizsgálták a Rayleigh-szám, a mélységgel növekvő viszkozitás, a földköpenyre jellemző viszkozitásrétegek, a belső hőtermelés, a hőmérséklet- és mélységfüggő viszkozitás hatását a köpenybeli feláramlások (hőoszlopok) termikus szerkezetére és a felettük megjelenő topografikus és geoidanomáliára. A legegyszerűbb, kiinduló modellek esetén, ahol a viszkozitás exponenciálisan nő a mélységgel, jellemző a földi hőoszlopokhoz képest sokkal nagyobb hőmérséklet-különbség a feláramlás és környezete között, valamint a nagyságrenddel magasabb felszíni kiemelkedés. A viszkozitásrétegek és a belső hőtermelés együttes hatására a hőoszlop hőmérsékleti anomáliája erősen csökken, a vizsgált modellek közül ebben az esetben közelíti meg legjobban a földköpeny feláramlásaira jellemző értéket. Kimutatták, hogy azonban ezekben a modellekben is többszöröse a felszíni kiemelkedés az óceáni hotspot-hátságokénál. A hőmérséklet- és mélységfüggő viszkozitás hatására szintén csökken a hőoszlopok termikus anomáliája, bár nem akkora mértékben, mint a viszkozitásrétegek jelenléte esetén. Ennek oka, hogy numerikusan nem sikerült olyan mértékű hőmérsékletfüggést kezelni, mint a valóságban. Ezekben a modellekben azonban a kiemelkedés maximális értéke egy nagyságrendbe esik a földi, óceáni hotspotok magasságával. A geoid modellezéséhez szintén fontos a hőmérsékletfüggés figyelembevétele, a csak erősen mélységfüggő viszkozitású modellekre ugyanis inkább negatív geoidanomália jellemző a feláramlások felett.

Meghatározták a földi árapály keltette feszültségek eloszlását a Föld felszínén és annak belsejében, különös tekintettel ezek hatását a földrengés aktivitásra. Megvizsgálták a luniszoláris feszültség tenzor komponenseit a PREM (Preliminary Reference Earth Model) modell felhasználásával a Föld felszínén a szélesség és Föld belsejében a mélység függvényében (a mag-köpeny határig). A számítások eredményei megadják a luniszoláris hatás keltette feszültség növekedésének mértékét a Föld belsejében, mely néhány kPa értéket ér el 900 és 1500 km mélységhatárok között, azaz jóval a mélyfészkű földrengések övezete alatt. A földrengés energia túlnyomó részének felhalmozódási mélységi övezetében (50 km körül a felszín alatt) a luniszoláris eredetű feszültség mindössze 1 kPa körüli. Annak ellenére, hogy ezek az értékek sokkal kisebbek a földrengések során végbemenő feszültség

felszabadulásnál (1-30 MPa) nem zárható ki az árapály erők hozzájárulása a szeizmikus események keletkezéséhez.

Gravimetria: Folytatták a gravitációs árapálymméréseket az árapály hatás területfüggésének vizsgálatára. Előzetes vizsgálataik alapján az óceáni árapály terhelés hatása (FES2014 modell) nyugatról keletre haladva (Conrad Obszervatórium, Ausztria → Tarpa, Kelet-Magyarország) mintegy 0.7 μGal-al csökken az M2 hullámcsoport esetében, így a szimulált δO1/δM2 hányados, tekintettel arra, hogy az O1-ben kb. 1 nagyságrenddel kisebb a hatás, határozott növekvő tendenciát mutat. Ezt megerősítik a legjobbnak ítélt feed-back rendszerrel ellátott műszerek (G1188, Scintrex CG-5) mérései is, bár mértéke a szimuláltnak csak harmada. A saját mérőrendszerükkel (G949) észlelt adatok, a Conrad obszervatóriumi mérésektől eltekintve, igen jó összhangot mutatnak a szimulált hányadosokkal. Mivel a Conrad obszervatóriumban a mérések megkezdésekor (2012) még korántsem volt teljes a mérőrendszer, elképzelhető, hogy az ebből eredő hiányosságok okozzák a nem illeszkedő értéket. Ennek tisztázására 2017 év végén ismét kitelepítették a műszert. A graviméteres mérések adekvát feldolgozásához elengedhetetlen a műszer skálatényezőjének megfelelő pontosságú ismerete. A fenti mérési programban részt vevő műszerek mozgótömeges kalibrálási méréseit (~400 kísérlet 7 műszerrel) összegezték. Elméleti vizsgálatokkal és hibaterjedési modellel tisztázták, hogy egyáltalán mekkora pontosság várható a teszttömeg geometriai/fizikai paramétereinek bizonytalanságai alapján. Megállapították, hogy 0,2 – 0,3 μGal-nál megbízhatóbbnak nem tekinthető a kalibráló jel (~110 μGal), de a rugós műszerek elaszto-mechanikus szenzorainak karakterisztikái miatt az elérhető pontosság inkább 0,5 – 1 μGal.

Az óceáni terhelés hatásának számításához szükséges óceán felszín modellek optimális diszkretizálásához eljárást dolgoztak ki. Az optimalizálás alapját az adja, hogy az adatokban megmutatkozó hibák miatt elvileg végtelen számú, statisztikailag egyenértékű megoldás származtatható, ami lehetővé teszi, hogy egy adott felületet minimális számú, változó oldalméretű háromszög lefedéssel helyettesíthessünk. Ezekből a háromszögekből azután poliéderek határozhatók meg, amelyek segítségével pl. a terhelés hatása analitikusan számítható. Az elemszám csökkentése a számítási idő jelentős (akár 10%-ra) csökkenését is eredményezheti adott esetben, miközben a modellezés hibája összhangban marad a bemenő adatok hibájával. Vizsgálataik azt mutatták, hogy az óceáni felszín leírásánál egy 10 km × 10 km felbontású modell kb. 18 millió háromszöget jelent, ami a fentiek szerint akár 2 millióra is csökkenthető. A módszer természetesen bármely geofizikai határfelület esetén alkalmazható.

Űrgeodézia: Az Európai Űrügynökség Copernicus Földmegfigyelési programja a globális kiterjedésű, nagy idő és térbeli felbontást biztosító koordinált megfigyelésekkel új fejezetett nyitott a földtudományokban. A mikrohullámú távérzékelésen alapuló Sentinel-1 műhold SAR felvételeinek interferometrikus feldolgozása a felszíni deformációk fél hullámhosszon belüli, nagy pontosságú (<cm) meghatározását teszik lehetővé. A Sentinel-1 SAR adatok feldolgozása mind nagy tárolási és számítási kapacitást igényel, ezért a felszíni deformációk szisztematikus meghatározásához dedikált adat- és feldolgozó központ kialakítását kezdték el.

Integrated Sentinel-1 PSI and GNSS technical facilities and procedures for determination of 3D surface deformations caused by environmental processes ESA pályázat keretében vizsgálták az űrgeodéziai módszerek és fejlesztések felhasználását a tektonikus folyamatok megfigyelésében. Olyan integrált pontjeleket fejlesztettek ki, amelyek hosszú időn keresztül stabil reflexiót biztosítanak mind a leszálló, mind a felszálló irányú Sentinel-1 felvételek feldolgozásához. Kizárólag a Sentinel-1 műhold irányú észleléseit felhasználva a felszíni

deformációs terek 3D-ben csak torzítva határozhatók meg. Ezért Kálmán szűrésen alapuló eljárást fejlesztettek ki, amely kombinálja a globális navigációs rendszerek biztosította abszolút helymeghatározást a Sentinel-1 felvételek interferometrikus feldolgozásán alapuló relatív értelmű felszínváltozásokkal. Ezzel a kialakított integrált pontjelek nagy pontosságú, 3D-s, abszolút értelmű deformációs adatsora állítható elő. A kidolgozott eljárás alapján elsőként kiemelt földtani és földfizikai kockázatokkal érintett területek (dunai, balatoni magaspartok) folyamatos, nagy idő- és térbeli felbontású vizsgálatát végezik.

b) Tudomány és társadalom

Az Intézet alapkutatáson túli feladatai a természeti erőforrások kutatása és a földtani, földfizikai kockázatok elemzése, a Föld körüli térség állapotának a megfigyelése, Nemzeti Szeizmológiai Hálózat feladatainak ellátása. Ezeken a területeken az Intézet folyamatos szakértői támogatást nyújt a kormányzati szervek, az igazságszolgáltatás, a katasztrófavédelem számára, és a versenyszféra szereplőinek is a rendelkezésére áll. Az ORFK – MTA CSFK GGI – AEGON együttműködésen alapuló Országos Kármegelőzési Program keretében a GGI lakossági adatszolgáltatással és szakértői tevékenységgel járul hozzá az űridőjárással összefüggő, valamint környezetfizikai, földtani, földfizikai kockázatok mérsékléséhez. Az Intézet rendszeres résztvevő a Magyar Tudomány Ünnepe rendezvénysorozaton, a Föld napja alkalmából, illetve földtudományi előadóüléseken a társadalom széles rétege számára programokat, bemutatókat, előadóüléseket szervez. Az űrkutatást és különösen a szeizmológiai obszervatórium munkáját jelentős sajtó sajtónyilvánosság övezi.

A Magyar Tudomány Ünnepe keretében – a Széchenyi István Geofizikai Obszervatórium alapításának 60. évfordulóján – került sor a Mágneses nulltér laboratórium alapkőletételi ünnepségére. A megvalósuló laboratórium nemzetközi szinten is egyedülálló lehetőséget biztosít űrfizikai, geofizikai, anyagtudományi, élettudományi kísérletek számára, így hazai és külföldi kutatóhelyek, egyetemek, vagy akár ipari szereplők együttműködésének katalizátora lehet. A megnyitó mellett az érdeklődőket az intézet tevékenységét bemutató ismeretterjesztő előadások, műszerbemutatók várták.

A nagyközönségnek szóló népszerű tudományos előadások mellett az Intézet nagy nagysúlyt fektet a társadalom biztonságát elősegítő szervezetek munkájának támogatására. A Nemzeti Közszolgálati Egyetem és az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság katasztrófavédelmi szakembereinek képzésében aktív szerepet vállal.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

Tudományos megállapodások

Institute of Geodynamics of the Romanian Academy, Bucharest, Romania: aktív geodinamikai folyamatok megfigyelése, modellezése és értelmezése a Kárpát-Pannon régióban; geológiai szerkezetek és formációk vizsgálata geológiai, geokronológiai és geofizikai módszerekkel; ásványi nyersanyag források kutatása.

Global Coordination of Atmospheric Electricity Measurements (GloCAEM), University of Reading: globális légköri elektromos áramkör vizsgálata.

National Institute for Earth Physics – Magurele, Romania: szeizmotektonika, litoszféra-szerkezet kutatás; ionoszféra és atmoszféra vizsgálatok

Nemzetközi együttműködő intézetek és szervezetek

ARISE (Atmospheric dynamics Research InfraStructure in Europe): földi atmoszféra 3D leképezése a felszíntől a mezoszféráig;

School of Earth and Environment, University of Leeds: műholdradar interferometria, Sentinel-1 felvételek interferometrikus feldolgozása, 3D-s deformációs terek meghatározása;

Conrad Observatorium, Ausztria: nagy érzékenységű dőlésmérők tektonikai folyamatok megfigyelésére;

Massachusetts Institute of Technology: aeronómia, Schumann-rezonancia belső és külső forrásainak karakterizálása;

The Catholic University of America, NASA Goddard Space Flight Center: napszél-magnetoszféra energiacsatolás;

INTERMAGNET: nemzetközi geomágneses obszervatóriumi hálózat;

AlpArray Steering Commitee: ETH Zürich, University of Vienna, University of Berlin, National Institute of Oceanography and Experimental Geophysics (OGS), ISTerre Grenoble, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Prague IG ASCR, GeoForschungsZentrum Potsdam, MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet – alpi orogenezis átfogó vizsgálata;

ELTE TTK Litoszféra Fluidum Kutató Laboratórium: magnetotellurikus mélyszerkezet-kutatás és köpeny eredetű xenolitok vizsgálata litoszféra-asztenoszféra határ kutatása céljából

Wigner Fizikai Kutatóközpont: Mágneses nulltér laboratórium létesítése, ET kísérlet.

Nemzetközi és kiemelkedő országos tudományos rendezvények szervezése

ESF TOPO-TRANSYLVANIA Preparatory Meeting, Kisdisznód (Cisnadioara, Románia), 2017. június 18–20.
ESF TOPO-TRANSYLVANIA Progress Meeting, Gyula, 2017. október 24–25.
Az ESF TOPO-EUROPE programja keretén belül a projekt célja az európai litoszféra lemez tektonikailag legérdekesebb részének, a kárpáti szubdukciónak, a szubdukcióhoz kapcsolódó vulkánosságnak valamint a vulkáni tevékenység sótektonikára gyakorolt hatásának komplex űrgeodéziai, magnetotellurikus és szeizmológiai alapú tomográfiai megfigyelése és modellezése. A projektvezető GGI mellett a kezdeményezéshez az ELTE, a Román Földfizikai Intézet, a Román Geodinamikai Intézet, a Sapientia Tudományegyetem, a Babes-Bolyai Tudományegyetem és a litoszféra-dinamika egyik világvezető központjának számító Utrechti Egyetem csatlakozott.

Magyar Űrkutatási Fórum, MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet, Sopron, 2017. április 5–7.
A Magyar Asztronautikai Társaság (MANT) és az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont (CSFK) Geodéziai és Geofizikai Intézet (GGI) közös kezdeményezésére, a Soproni Egyetem Simonyi Károly Műszaki, Faanyagtudományi és Művészeti Kar társszervezésével megrendezésre került konferencia a legrégibb hagyományokkal rendelkező hazai űrkutatási szakmai-tudományos rendezvény. Célja, hogy minél szélesebb körű bemutatkozási lehetőséget teremtsenek a magyar űrkutatás és az űripar szereplői számára, továbbá az egyetemisták, doktoranduszok kutatómunkába való bevonására. Magyarország 2015 óta az Európai Űrügynökség (ESA) teljes jogú tagja, mostanra összegyűltek az első tapasztalatok a tagságunkkal kapcsolatban. A fórum elősegíti a véleménycserét, a meglevő szakmai kapcsolatok erősítését, új együttműködések kialakítását a hazai űrkutató közösségen belül.

A „Litoszféra-kutatás legfrissebb hazai eredményei” Budapest, MBFSZ Díszterem, 2017. december 7.

Külföldről érkezett vendégkutatók

2017-ben az Academia Europaea elnöke, a litoszféra dinamika elismert nemzetközi szakértője vezetésével *Geothermal Energy System - Thermo-mechanical controls on geothermal energy resources: case studies in the Pannonian Basin and other natural laboratories* címmel különszám jelent meg az intézet által gondozott Acta Geodaetica et Geophysica folyóiratban (Vol. 52, Issue 2, ISSN: 2213-5812). A tematikus füzet 6 kéziraton keresztül tekinti át a litoszféra kutatás legújabb eredményeit a Pannon-medence és más, tektonikai és geotermális szempontból jelentős területeken keresztül.

Hazai és határon túli felsőoktatási intézményekkel való együttműködés bemutatása

Az Intézet a kutatói utánpótlás, a tudástranszfer és a szélesebb együttműködést igénylő projektek miatt is hagyományosan erős kapcsolatot tart fent a felsőoktatási intézményekkel. Az Intézet a szakirányú oktatásban való részvételt támogatja, kutatói részt vesznek az SE, a BME, az ME, az ELTE és a BBTE földtudományi graduális és posztgraduális képzéseiben. Doktori és MSc témavezetést vállalnak és részt vesznek doktori iskolák működtetésében (törzstag, doktori tanács).

Külföldi egyetemen végzett oktatási tevékenység:
BBTE, Kolozsvár: Általános geofizika, Geofizikai kutatómódszerek.

Doktori iskolában oktatás:
BME Vásárhelyi Pál Doktori iskola: Inertial Structure of the Earth, Geofizikai adatfeldolgozás.
SE Cziráki József Faanyagtudomány és Technológiák Doktori Iskola: Méréselmélet, Digitális képfeldolgozás; SE Róth Gyula Doktori Iskola: Geodinamikai folyamatok modellezése, A GNSS rendszerek környezettudományi alkalmazásai, Környezeti mozgások mérése, A tudományos kutatás módszertana, Naptevékenység és időjárás, Geomágnesség, Űridőjárás és -klíma, Légköri elektrodinamika, A Föld szerkezete és folyamatai.

Témavezetés (PhD-disszertáció):
ELTE Földtudományi Doktori Iskola: 5 fő
ELTE Környezettudományi Doktori Iskola: 2 fő
Soproni Egyetem (EMK, KTK, FMK): 2 fő.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

NKFIH K124241: A Keleti Alpok – Pannon-medence átmeneti zóna szerkezete és geodinamikája az AlpArray Szeizmológiai Hálózat adatai alapján. Az AlpArray nemzetközi projekt magyar kutatásait támogató pályázatban a Keleti Alpok – Pannon-medence átmeneti zónájának szerkezeti és geodinamikai kutatását végzik. A szükséges adatokat a magyar permanens szeizmológiai állomáshálózat és az AlpArray ideiglenes hálózat nyújtja. Projekt költsége: 28.306 E Ft, futamidő: 2017. november 1. – 2021. október 31.

NKFIH K115836: Globális, regionális és lokális elektromágneses környezetünk tanulmányozása ELF tranziensek felhasználásával. A kutatás célja ELF tranziensekre alapozott környezetmonitorozó eljárások kidolgozása, mellyel vizsgálható a felső földkéreg elektromos vezetőképességének irányfüggése, a Földet körülvevő ionoszféra alsó határrétegének elektromos állapota, a légkör rétegei közötti elektromágneses csatolási folyamatai, az űridőjárási események környezetünkre gyakorolt hatása valamint az intenzív villámkisülések eloszlása térben és időben. Projekt költsége: 19.864 E Ft, futamidő: 2017. január 1. – 2019.december 31.

NKFIH K124366: Geofizikai eredetű zajok a gravitációs hullámok detektálásában. A tervezett vizsgálat célja az MGGL felszín alatti laboratóriumban, ill. annak felszíni környezetében mérhető szeizmikus, elektromágneses, ill. infrahang tartományba eső geofizikai zajok mérése, a források lehetőség szerinti azonosítása, karakterizálása. Témavezető: Wigner FK. Projekt költsége (GGI költségvetés): 7.557 E Ft, futamidő: 2017. szeptember 1. – 2020. augusztus 31.

GINOP-2.3.3-15 Mágneses nulltér laboratórium létrehozása (kozorciumvezető). A projekt célja egy elektromágnesesen „tiszta" laboratóriumi kamra kialakítása, amelyben a statikus és a változó geomágneses tér kikompenzálásával, és a maradék tér hatékony árnyékolásával a földi mágneses tér mintegy 5 nagyságrenddel lecsökkenthető és az interplanetáris térben jellemző mágneses környezet hozható létre. Projekt költsége: 435 M Ft, ebből a GGI: 175.4 M Ft, futamidő: 2017. június 1. – 2019. május 31.

Pályázati felkészülés (Elnyert támogatás összesen: 29.574 M Ft):

- Belső Kárpát-kanyar litoszféra dinamikájának vizsgálata;
- AlpArray – Steering Commitee munkájában való részvétel, fúrólyuk szeizmométer az üledékkel fedett alföldi terület pontosabb szeizmikus leképezésére
- DPS4D ionoszféra radar telepítési költségei (Kozmikus hatások és kockázatok)
- ESA PECS pályázathoz kapcsolódó Sentinel-1 feldolgozó központ részleges kiépítése.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Barnafoldi GG, Bulik T, Cieslar M, David E, Dobroka M, Fenyvesi E et al. (25): First report of long term measurements of the MGGL laboratory in the Matra mountain range. Classical And Quantum Gravity 34:(11) Paper 114001. 22. (2017) http://real.mtak.hu/73301/
2. Barta V, Haldoupis C, Satori G, Buresova D, Chum J, Pozoga M, Berenyi KA, Bor J, Popek M, Kis A, Bencze P: Searching for effects caused by thunderstorms in midlatitude sporadic E layers. Journal Of Atmospheric And Solar-Terrestrial Physics 161: 150-159. (2017) https://arxiv.org/abs/1708.00270v1
3. Bányai L, Szűcs E, Wesztergom V: Geometric features of LOS data derived by SAR PSI technologies and the three-dimensional data fusion. Acta Geodaetica Et Geophysica 52:(3) 421-436. (2017) http://real.mtak.hu/71024/
4. Cloetingh S, Van Wees J-D, Wesztergom V: Thermo-mechanical controls on geothermal energy resources: case studies in the Pannonian Basin and other natural laboratories. Acta Geodaetica Et Geophysica 52:(2) 157-160. (2017) http://real.mtak.hu/74364/
5. Gribovszki K, Kovács K, Mónus P, Bokelmann G, Konecny P, Lednická M (6): Estimating the upper limit of prehistoric peak ground acceleration using an in situ, intact and vulnerable stalagmite from Plavecká priepast cave (Detrekői-zsomboly), Little Carpathians, Slovakia– first results. Journal Of Seismology 21:(5) 1111-1130. (2017) https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10950-017-9655-3
6. Jorgensen AM, Heilig B, Vellante M, Lichtenberger J, Reda J, Valach F, Mandic I: Comparing the Dynamic Global Core Plasma Model with ground-based plasma mass density observations. Journal Of Geophysical Research: Space Physics 122:(8) 7997-8013. (2017) http://real.mtak.hu/71822/
7. Mentes Gy: The role of recent tectonics and hydrological processes in the evolution of recurring landslides on the Danube's high bank in Dunaföldvár, Hungary. Geomorphology 290: 200-210. (2017) http://real.mtak.hu/69976/

8. Kiss A, Földváry L: Uncertainty of GRACE-borne long periodic and secular ice mass variations in Antarctica. Acta Geodaetica Et Geophysica 52:(4) 497-510. (2017) http://real.mtak.hu/74370/
9. Szalai S, Szokoli K, Metwaly M, Gribovszki Z, Prácser E: Prediction of the location of future rupture surfaces of a slowly moving loess landslide by electrical resistivity tomography. Geophysical Prospecting 65:(2) 596-616. (2017) http://real.mtak.hu/73298/
10. Vörös Z, Yordanova E, Varsani A, Genestreti KJ, Khotyaintsev YV, Li W et al. (27): MMS Observation of Magnetic Reconnection in the Turbulent Magnetosheath. Journal Of Geophysical Research: Space Physics 122:(11) 11,442-11,467. (2017) http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2017JA024535/full

MTA CSILLAGÁSZATI ÉS FÖLDTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT
KONKOLY THEGE MIKLÓS CSILLAGÁSZATI INTÉZET
1121 Budapest, Konkoly Thege Miklós út 15–17.
telefon: (1) 391 9322; fax: (1) 275 4668
e-mail: kiss.laszlo@csfk.mta.hu; honlap: www.konkoly.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A beszámolási időszakban az Intézet az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont alapító okiratában a Csillagászati Intézet számára rögzített feladatoknak megfelelően alapkutatást végzett, több egyetemen részt vett a felsőfokú oktatással kapcsolatos feladatok ellátásában, valamint jelentős aktivitást fejtett ki a tudományos eredmények disszeminációjában. Az Intézet az alábbi témakörökben folytatott eredményes kutatómunkát:

A csillagok és a Nap fizikája, belső szerkezete, fejlődése
A csillagok belső szerkezete és pulzációja
Aktív jelenségek csillagok légkörében
Napaktivitás
A csillagokat és a Napot övező tér kutatása
Csillag- és bolygókeletkezés, az intersztelláris anyag fizikája
Exobolygórendszerek
A Naprendszer égitestjei
Nukleáris asztrofizika
Extragalaktikus asztrofizika
Laboratóriumi asztrofizika

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

A csillagok belső szerkezete és pulzációja

Továbbra is igen látványos eredmények születtek a pulzáló változócsillagok űrfotometriai adatsorainak elemzésén keresztül. Legfontosabb adatforrásuk a publikált vizsgálatokban a Kepler-űrteleszkóp volt, amelynek a 2009 és 2013 közötti eredeti missziója mellett a 2014 óta futó ekliptikai felmérés (a K2-program) is számtalan érdekes tudományos kutatást tett lehetővé. Egyik vizsgálatukban az eredeti Kepler-látómező egyetlen cefeida változójának, a V1154 Cygninek négy évnyi, folyamatos adatsorát elemezték. A pulzációs elemzésen túl első alkalommal mutattak ki cefeida típusú csillagban granulációra utaló jelet, ugyanakkor a konvektív gerjesztésű hipotetikus szoláris oszcillációt nem sikerült detektálni. Az űradatok mellett új földi spektroszkópiai méréseket is végeztek a csillagról, amelyekből a friss radiális sebességek kizárják a nagy tömegű kísérők létezését. A K2-missziós vizsgálatokból kiemelhető, hogy elvégezték két W Vir típusú csillag analízisét. Egyértelműen kimutatták a ciklusról-ciklusra történő változásokat mindkét csillag, a KT Sco és az M80-V1 gömbhalmaz-tag esetében. Az első csillagnál szabálytalan változást találtak, míg a másodiknál úgy tűnik, hogy a pulzáció periódusketttőződésen megy keresztül. A korábbi adatok elemzése kiderítette, hogy drasztikus periódusváltozás tapasztalható pulzációjukban. Összehasonlításképpen újraanalizálták magának a W Vir névadó csillag adatait, és arra jutottak, hogy móduslebegés helyett periódusketszereződést mutat. Ezek az eredmények megerősítik, hogy a nemlineáris dinamika fontos szerepet játszik a W Vir pulzációban.

Az űrcsillagászati sztelláris asztrofizikában egyre fontosabb szerepet játszik a Gaia asztrometriai űrobszervatórium. Noha az első tisztán űrbéli Gaia-parallaxisok csak 2018 tavaszán lesznek elérhetők, már az első adatkibocsátás 2016 őszén is rengeteg új vizsgálatot tett lehetővé. A Gaia DR1 több mint 700 galaktikus cefeida és RR Lyrae típusú változócsillag parallaxisát tartalmazza a Tycho-Gaia asztrometriai megoldás (TGAS) részeként. A kozmológiai távolságskála standard gyertyáiként alkalmazott objektumokra új periódus-luminozitás és periódus-Wesenheit összefüggéseket határoztak meg, a nullpontokat a TGAS-hoz illesztve. A klasszikus cefeidák kiválasztásánál gondosan ügyeltek az ismert vagy gyanított kettősök kizárására. A végső minta 102 alapmódusban pulzáló cefeidát tartalmaz 1,68 és 51,66 napos pulzációs periódus között. A II-es típusú cefeidák csoportja 26 W Vir és BL Her típusú csillagot tartalmaz az 1,16–30,00 nap periódusintervallumban. Az RR Lyrae csillagok mintája 200 forrásból áll 0,27 és 0,80 nap között. Utóbbiakra jó egyezést találtak a TGAS és a HST mérései alapján kapott értékek között. A TGAS-parallaxisokból a cefeidákra és az RR Lyrae csillagokra meghatározott, a 2,2 mikronos hullámhosszú infravörös K sávra érvényes periódus-luminozitás összefüggések lényegesen jobbak a Hipparcos eredményeinél.

Az M3 gömbhalmazról végzett méréseik alapján első alkalommal vált lehetségessé Baade-Wesselink-analízis Blazhko-effektusos RR Lyrae csillagokra. Kiderült, hogy az analízis nem adott megbízható távolságértékeket a Blazhko-csillagokra, mivel azok jelentősen különböztek a stabil változókra kapott értékektől, ráadásul ugyanarra a csillagra különböző Blazhko-fázisban eltérő távolság adódott. Ez alapján a B-W módszer nem alkalmazható Blazhko csillagokra. Amennyiben a csillagok távolságát rögzítették, jelentős különbséget tapasztaltak a Blazhko-csillagok fotometriailag, illetve spektroszkópiailag meghatározott sugárváltozása között. Míg a spektroszkópiai sugárváltozás követi a fényváltozás modulációját, a fotometriai sugárváltozás stabil marad. Ez az eredmény a Blazhko-effektus mélységfüggésére utal, mivel a spektroszkópia sugárváltozás az atmoszféra legfelső rétegének (ahol az abszorpciós vonalak keletkeznek) mozgását tükrözi, a fotometriai sugár viszont a fotoszféra alsóbb rétegeinek mozgását írja le. A fotometriai sugárváltozás stabilitása komoly ellenérv a Blazhko-moduláció nem-radiális módusként történő interpretációjával kapcsolatban.

Összegyűjtötték a hosszútávú modulációt mutató RV Tauri típusú (RVb) csillagok lehető leghosszabb fotometria adatsorait. Meglepően egyenes összefüggést találtak a pulzációs amplitúdók és a pillanatnyi átlagfényességek között, ami azt jelenti, hogy a pulzációs amplitúdó a rendszer átlagos fluxusszintjéhez viszonyítva nem változik. Az átlagfényesség minimumában megfigyelhető látszólagos amplitúdócsökkenés régóta ismert volt, de az irodalmi források szerint a jelenlegi RVb modellekkel nem volt megmagyarázható. Megmutatták, hogy ha a magnitúdóskála helyett fluxust használunk, akkor a látszólagos pulzációs amplitúdócsökkenés természetesen módon következik egy nagyméretű, átlátszatlan objektum okozta periodikus halványodásból, amely valószínűleg egy – a kettős rendszert körülvevő – cirkumbináris poros korong.

Aktív jelenségek csillagokon

A késői típusú, differenciálisan forgó csillagokból összeállított statisztikai minta alapján azt találták, hogy a forgási periódus és a differenciális rotáció nyírási paramétere közötti kapcsolat jelentősen különbözik az egyedüli, ill. kettős rendszerhez tartozó csillagok esetén. Magányos csillagok esetében határozott trend figyelhető meg, amely szerint α értéke a forgási periódussal lineárisan nő. Ezzel szemben szoros kettősökben a lineáris kapcsolat kevésbé egyértelmű, amelyből az a következtetés vonható le, hogy az ilyen rendszerekben az árapály erők egyfajta gátló mechanizmusként korlátozzák a differenciális rotációt.

A Hertzsprung-Russell-diagram (HRD) vörösóriás-ágára (RGB) kerülő 1-2 naptömegnyi csillagok fejlődését igen érdekes folyamatok kísérik. Ebben a fejlődési fázisban a csillag kiterjedő konvektív burka kölcsönhatásba kerül a gyorsan forgó forró maggal, miáltal különböző keveredési mechanizmusok játszódnak le. Így lesz képes a mélyben frissen keletkező lítium a felszínre jutni, mielőtt más elemekké alakulna. A lítiumban gazdag anyag ugyanakkor impulzusmomentumot is magával visz, amely képes befolyásolni a csillag felszíni rotációs mintázatát. Meghatározták a magányos K-óriás V1192 Orionis felszíni differenciális rotációját, a felszínközeli lítium-feldúsulás mértékét, valamint a csillag fontosabb asztrofizikai tulajdonságait. Eredményeik szerint a csillag a héliummag-égés állapotában van, a lítium gyakorisága pedig közel esik a lítium-normál és lítium-gazdag csillagokat elválasztó határhoz. A csillagfoltok rövid időskálákon jelentkező mozgásaiból világosan látszik a felszín antiszoláris differenciális rotációja. Következtetéseik szerint a csillag felszínén mért lítium-feldúsulás és a különös felszíni rotációs mintázatnak közös az eredete.

Napaktivitás

Összehasonlítottak három napfoltadatbázist (a Debrecen Photoheliographic Data (DPD), a SDO/HMI Debrecen Data (HMIDD) és a Greenwich Photoheliographic Results (GPR) katalógust) azért, hogy a mérési eljárások okozta eltéréseket el lehessen választani a Nap tényleges változásaitól a naptevékenység hosszútávú adatbázisaiban. Azt vizsgálták, hogy a különböző tényezők hogyan befolyásolják a napfoltok és a napfoltcsoportok területére vonatkozó mérési eredményeket, és meghatározták az adatbázisok területadataira vonatkozó kereszt-kalibrációs faktorokat. Kimutatták, hogy a DPD és az HMIDD között egy többváltozós függvényt kellene a korrekcióhoz alkalmazni, ami gyakorlatilag lehetetlenné teszi, hogy a DPD és az HMIDD adatait egy homogén adatsorrá egyesítsük. A DPD viszont jól illeszkedik a GPR-hez az átfedő intervallumban, ezért bármilyen korrekció nélkül is alkalmasak lehetnek együtt a hosszútávú változások vizsgálatára.

A Nap felső légkörében folyamatosan zajló korona-anyag kidobódás és napkitörés térbeli eloszlása nem egyenletes. Az aktív régiók hosszúságbeli inhomogenitását gyakran nevezik aktív hosszúságnak is. Első körben az aktív hosszúság és a napkitörést, illetve korona-anyag kidobódást produkáló napfoltcsoportok morfológiai tulajdonságait és kapcsolatát vizsgálták. Eredményeik megerősítik, hogy azok az aktív régiók produkálják a legtöbb és legnagyobb napkitöréseket, amelyek komplex morfológiai tulajdonságokat mutatnak, illetve a napegyenlítővel nagy szöget zárnak be. Ezek az aktív régiók leginkább az aktív hosszúságban vagy annak környékén törnek felszínre, ezért megállapítható, hogy az aktív hosszúság közvetlenül felelős a legnagyobb napkitörések produkálásában.

Csillag- és bolygókeletkezés, az intersztelláris anyag fizikája

A DG Tau egy kistömegű fősorozat előtti csillag, ami többek között egyedi közép-infravörös fényváltozásairól ismert: a színképben a 10 μm-es szilikátsáv erősen változékony, és időnként emisszióból abszorpcióba fordul. A kutatók e változékonyság fizikai okát keresték a VLTI/MIDI közép-infravörös interferométer adatai felhasználásával. A MIDI-vel a csillag körüli korong hősugárzását lehet megfigyelni és felbontani. Azt találták, hogy a belső korong ($r < 1–3$ CSE) színképe alig változó szilikátabszorpciót mutat, míg a külső korong ($r > 3$ CSE) színképe emissziós és erősen változékony. A szilikátsáv alakja is eltérő: a belső korong színképe amorf, a külső korongé pedig kristályos szemcsék jelenlétére utal, és az utóbbi esetben a spektrum alakja nagyon hasonlít a Hale-Bopp üstökös szilikátspektrumára. 2011 és 2014 között a korong közép-infravörösben sugárzó területének mérete 1,15 CSE-ről 0,7 CSE-

re csökkent. A szilikátemisszió változékonyságát a korong felszíne felé emelkedő változó mennyiségű porral magyarázták, melyet a korongbeli turbulencia emelhet magasba.

Évtizedekkel a V346 Nor jelű csillag FUor típusú kitörése után az objektum 2010 körül egy jelentős elhalványodást mutatott. Új közeli infravörös mérések segítségével, és korábbi VISTA/VVV adatok újrafeldolgozásával jellemezték a csillag fényességének alakulását. A VLT/NaCO adaptív optikás képeken felfedeztek a csillag körül egy szórt fényből álló halót, melynek mérete 0,04 ívmásodperc (30 CSE). A VISTA adatok egy jól definiált minimumot rajzolnak ki 2010 vége/2011 eleje környékén, melynek során kis amplitúdójú periodikus (P = 58 nap) fényváltozásokat is megfigyeltek. A 2016-ból származó legújabb méréseink szerint a forrás a minimum után újra fényesedni kezdett, de még nem érte el a korábbi 2008-as szintet. Egy egyszerű akkréciókorong-modellt felhasználva az akkréciós ráta és a látóirányú extinkció változtatásával reprodukálták a megfigyelt közeli infravörös magnitúdókat és színeket. Eredményeik szerint a V346 Nor fényváltozásait 2008 előtt az akkréciós ráta és az extinkció együttes változásai okozták, a 2010-es minimum azonban főleg a lecsökkent akkréció következménye volt.

A 49 Ceti azon kevés törmelékkorong egyike, amely detektálható mennyiségű szénmonoxid gázt tartalmaz. A gáz és por térbeli eloszlásának tanulmányozásához az ALMA interferométerrel 0,4 ívmásodperc felbontású képeket készítettek a korong sugárzásáról a szénmonoxid molekula 3-2-es rotációs átmenetén, illetve az ehhez társuló kontinuumban. Elemzésük alapján a por felületi sűrűsége csökken a növekvő sugárral 100 és 310 CSE között, nagyjából 110 CSE távolságnál egy kevéssé szignifikáns lokális növekedés észlelhető. A spektrális energiaeloszlás arra utal, hogy az ALMA által felbontott nagy porszemcsék alkotta külső korong mellett egy kisebb szemcsékből álló belső korong is jelen van. A gázanyag esetén kifelé növekvő felületi sűrűséget figyeltek meg, amely az eddig térbelileg elbontott korongokkal összevetve rendkívül szokatlannak számít.

A törmelékkorongokban található üreg kialakulásának lehetséges magyarázata egy korongba ágyazott óriásbolygó gravitációs perturbációja. A nagytömegű testhez közel elhaladó dinamikailag gerjesztett bolygókezdemények egy kaotikus zónaként ismert kiürített régiót eredményeznek. Az egymást átfedő középmozgás-rezonanciák elmélete alapján meghatározható az üreg szélessége. Annak eldöntésére, hogy az üreg megfeleltethető-e a kaotikus zónának, megvizsgálták az üregek keletkezését: ütközésmentes N-test szimulációkat futtattak, amelyekben az óriásbolygót egy 1,25–10 jupitertömegű, 0–0,9 pályaexcentricitású bolygó képviselte. Szintetikus képeket készítettek, amelyeken meghatározták az üreg paramétereit. Kidolgoztak egy új módszert az üreget kialakító bolygó pályaelemeinek és tömegének megbecsülésére. A módszer az ALMA mérésein alapul.

Exobolygórendszerek

Felfedezték a HAT-P-67b jelzésű exobolygót, amely egy forró Szaturnusz egy gyorsan forgó F szubóriás körül. A bolygó nagyjából kétszer akkora átmérőjű, mint a Jupiter, ugyanakkor tömegére csak felső korlátot lehetett meghatározni (<0,59 jupitertömeg). Doppler-tomográfia alkalmazásával kiderült, hogy a pályasík és a csillag egyenlítője 12 fokos pontossággal egybeesik. Az exobolygó érdekessége, hogy nemcsak az egyik legkisebb sűrűségű ismert exobolygó, hanem a központi csillagától nagyon erős ultraibolya besugárzást kap, ezért jó célpontot jelent kiterjedt hidrogénburok keresésére jövőben elvégzendő ultraibolya tranzitmérések által.

A TRAPPIST-1 rendszer K2 adatsorát vizsgálva 3,3 napos forgási periódusra utaló jelet találtak. A fénygörbe számos flert mutat, amelyek energiáját megbecsülték. A kitörések 12%-a komplex esemény. A flerek és a rotáció között nincs egyértelmű kapcsolat. A TRAPPIST-1 kitörései feltehetőleg folyamatosan megváltoztatják a központi csillag körül keringő bolygók légkörét, így azok kevésbé lehetnek alkalmasak az élet számára.

Felfedeztek egy exobolygó-jelöltet a HD 175370 katalógusjelű K2 III óriáscsillag körül. A jelölt legkisebb becsült durván 4,6 jupitertömeg. A felfedezés egy dedikált Kepler-csillagos megfigyeléssorozat eredménye, amely közel öt és fél évig tartott. A radiálissebesség-mérések 349,5 ± 4,5 napos periódusú ingadozást mutatnak, ami egy hosszútávú trendre rakódik rá. A méréseket magyarázó legvalószínűbb konfigurációban a központi csillag körül ~88 éves periódussal kering egy kis tömegű kísérőcsillag távoli pályán, az exobolygó pedig meglepően excentrikus pályán kering. A kis amplitúdójú radiálissebesség-változások lehetséges magyarázatai közül azonban nem zárható ki a csillagpulzáció sem.

A Naprendszer égitestjei

A 2007 OR10 az egyik legnagyobb égitest a Kuiper-övben, aminek lassú forgását a feltételezések szerint egy korábban nem ismert hold árapály ereje okozhatja. A Hubble-űrtávcső WFC3/UVIS kamerarendszerével készített archív felvételeken felfedeztek egy égitestet, ami nagy valószínűséggel a 2007 OR10 holdja. Bár a feltételezett holdat két időpontban is sikerült megfigyelni, ebből a pálya és a keringési periódus még nem volt egyértelműen meghatározható. A hold kb. 4,2 magnitúdóval halványabb a fő égitestnél, ami 237 km-es átmérőnek felel meg, azonos albedókat feltételezve. Ezzel a felfedezéssel minden 1000 km-nél nagyobb égitest körül ismerünk már holdat a Neptunuszon túli vidéken, ami fontos megszorítás a korai Naprendszer holdkeletkezési elméleteire.

Előállították ötvenhat Jupiter trójai kisbolygó teljes fázislefedettségű fénygörbéjét a Kepler-űrtávcső K2 missziójában. Meghatározták a kiválasztási effektusoktól szinte teljesen mentes minta tagjaira a forgási periódusokat és amplitúdókat, amelyek illeszkedtek a korábbi statisztikákra. Az amplitúdók alapján a kettős égitestek részaránya 20±5%. A forgási periódusok eloszlása megerősíti a korábbról ismert, 5 órás forgási határt, és a hozzá tartozó, üstökösszerű, 0,5 g/cm^{-3}-es sűrűséghatárt, amely erősen porózus összetételt sugall a trójai kisbolygókra. A 65227 számú kisbolygó esetén két forgási periódust detektáltak, amely kettősségből vagy közelmúltbeli ütközésből eredhet.

A négy ismert, Neptunuszon túli törpebolygó egyike, a Haumea egy nagyon elnyúlt és gyorsan forgó égtest. A többi törpebolygóval ellentétben a Haumeának korábban még nem volt pontosan ismert a mérete, az albedója, valamint a sűrűsége. Az Intézet kutatói egy kiterjedt nemzetközi kampányban vettek részt, amely során közel egy tucatnyi európai helyszínről sikerült megfigyelni egy csillag Haumea általi fedését. A fő fedésen kívül másodlagos fedési eseményeket is észleltek, amik alapján arra következettek, hogy a Hamea körül egy 70 km vastag, kb. 2300 km átmérőjű gyűrű található. A gyűrű a Haumea egyenlítői síkjában, így a Hi'iaka nevű holdjának síkjában található. Megállapították továbbá, hogy a gyűrű részecskéi 3:1-es középmozgás-rezonanciában vannak a Haumea forgási periódusával. A csillagfedés alapján a Haumea égi vetülete 1704x1138 km átmérőjű ellipszis, amiből nagyon pontosan meghatározható volt az égitest térbeli alakja és forgástengelyének helyzete is. A gyűrű felfedezésében kritikus fontosságúak voltak a Piszkéstetői Obszervatórium 1 m-es RCC-teleszkópjának adatai, amelyek egy EMCCD-kamerával, nagyon jó időfelbontással készültek.

Részt vettek a 67P/Csurjumov-Geraszimenkó-üstököshöz küldött Rosetta-szonda OSIRIS képfelvevő rendszerével készült mérések elemzésében. A kilenc cikkben megjelent eredmények az üstökösmag kigázosodási folyamataira, a felszínformáló eseményekre, a gáz- és poranyag mozgásviszonyaira és egyéb kapcsolódó jelenségekre vonatkoztak. A Rosetta ugyan 2016 szeptemberében becsapódott a 67P magjába, így további mérések már nem készültek, az előtte jó másfél évig tartó üstökös körüli keringés során rengeteg adat született, amelyek további elemzése várhatóan még évekig munkát fog adni a szakembereknek.

Extragalaktikus asztrofizika

A blazárok olyan rádiósugárzó aktív galaxismagok, amelyek relativisztikus plazmanyalábja (jet) közel a látóirányunkba mutat. Kompakt, parszek skálájú rádiószerkezetük VLBI technikával feltérképezhető. Három egyedi, z=5 értéket meghaladó vöröseltolódással rendelkező blazárt figyeltek meg a koreai–japán KaVA (KVN and VERA Array) interferométerrel, magas frekvenciákon (22 és 43 GHz). Ezek voltak a KaVA legelső mérései nagy vöröseltolódású kvazárokra. Két célpont (J0131–0321, z=5,18 és J1026+2542, z=5,27) a detektálási határ alatt maradt mindkét frekvencián, így kompakt rádiósugárzásukra felső határt tudtak adni. A legtávolabbi ismert blazárt (J0906+6930, z=5,47) azonban sikerült 22 GHz-en detektálni. Archív 15 GH-es VLBA (Very Long Baseline Array, USA) megfigyelések és ugyanezen a frekvencián az Owens Valley Rádiócsillagászati Obszervatóriumban (Owens Valley Radio Observatory, OVRO) végzett fluxussűrűség-monitorozó mérések bevonásával megállapították, hogy a forrás lassú, mérsékelt változásokat mutat. A kompakt jet kiterjedése kb. 5 pc. Ez, valamint a mért magas fényességi hőmérséklet jellemző a Doppler-nyalábolásnak kitett plazmanyalábokra, ami a blazárok jellegzetessége.

A 2017-es év vitathatatlanul legjelentősebb csillagászati felfedezése volt egy kettős neutroncsillag összeolvadásának megfigyelése többcsatornás mérésekkel: ez volt a GW170817 jelű gravitációshullám-esemény és a hozzá tartozó GRB 170817A jelű rövid gamma-kitörés. Intézeti munkatárs közreműködésével európai VLBI szakértők csoportja (European VLBI Team) bekapcsolódott a jelenség utófénylésének megfigyelésébe és megkísérelte kompakt rádiósugárzó forrás detektálását az EVN és e-MERLIN interferométerekkel. Míg a gravitációshullám-eseményt követő 16 nappal ívmásodperces skálán már sikerült felfedezni a rádiótartományú utófénylést, addig az ezredívmásodperces skálás szögfelbontást nyújtó interferométerek számára a jelenség a detektálási határ alatt maradt. A megfigyelési erőfeszítések ugyanakkor folytatódnak, hiszen az esetleges sikeres detektálás segíthet a kilonóva jelenségét követő rádiósugárzás fizikai mechanizmusára vonatkozó alternatív modellek közti választásban.

Hidrogénben szegény Ia/Ibc/IIb típusú szupernóvákban kerestek H-alfa emisszióra utaló jeleket évekkel-évtizedekkel a robbanás után, ami a táguló SN-maradvány és a környező cirkumsztelláris anyag közti kölcsönhatásra utal. 99-ből 13 (9 Ibc, 1 IIb és 3 Ia) szupernóva esetében találtak Hα pontforrást, melyek közül 3 mutatott időben változó emissziót. Ezek mellett sikerült detektálniuk a 2014C Ib-típusú SN késői hidrogén-emisszióját, amelyről nemrég fedezték fel, hogy erős kölcsönhatásra utaló jeleket mutat a rádiótól a röntgenig terjedő hullámhossztartományon.
38 hidrogénben gazdag IIP-típusú szupernóva késői ($103 < t < 1229$ nap) optikai színképeit megvizsgálva kimutatták, hogy a gyorsabban halványodó késői fénygörbét mutató szupernóvákban a hélium kivételével minden emissziós vonal nagyobb fényességű, mint a lassabban halványodó szupernóvákban. Megállapították, hogy minél nagyobb sugarú volt a szupernóva progenitora, annál vastagabb a maradvány oxigénben gazdag légköre. Egyes szupernóváknál aszimmetrikus 56Ni kidobódásra utaló jeleket találtak. Spektrumaik jó

egyezést mutatnak 12-15 naptömegű, kisebb fémtartalmú (Z <= 0.01) progenitor csillagok robbanására vonatkozó elméleti modellekkel.

Nukleáris asztrofizika

Az év második felében elindult ERC Consolidator Grant által támogatott kutatócsoport a galaktikus kémiai fejlődés részleteire fókuszált, különös tekintettel a különböző galaxisfejlődési feltételezések hatásának becslésére statisztikai módszerekkel, a Tejútrendszer kémiai fejlődését szimuláló kódok eredményeinek összehasonlítására, a kettős neutroncsillagok kialakulását övező események hatására az r-folyamat elemeinek feldúsulásában, illetve az r-folyamatban keletkező elemek eredete területén a különböző szakterületek képviselőinek összekapcsolására (pl. a galaktikus kémiai fejlődés szakemberei és a LIGO/Virgo gravitációshullám-detektorok kutatói közötti együttműködés erősítése érdekében).

Felkért áttekintő cikket készítettek a 6-12 naptömeg közé eső közepes tömegű csillagok életéről, haláláról és a nukleoszintézis megfigyelhető jeleiről. Ezek azok a csillagok, melyek az életük végén szuper-AGB csillagokká fejlődnek. Részletesen megvizsgálták és jellemezték a különböző kémiai összetételű (CO, CO-Ne, ONe) masszív fehér törpék eredetét és várható sorsát. A fejlődést befolyásoló legfontosabb tényezőket, mint a kémiai összetétel, forgás, konvekció hatékonysága, nukleáris reakciók rátái, tömegvesztés sebessége és a harmadik felkavarodás hatékonysága, mind körbejárták és diszkutálták a várható hatásokat. A szuper-AGB csillagokban zajló nukleoszintézist galaktikus perspektívába helyezték.

Az MTA Atommagkutató Intézetével (ATOMKI) együttműködésben részt vesznek a LUNA nemzetközi kollaborációban. Az itt végzett munka egyik eredményeként elsőszerzős cikket jelentettek meg a 2017-ben indult Nature Astronomy szaklap legelső számában. Vizsgálataik eredményeként megmutatták, hogy a Gran Sasso alagútjában kimért új ^{17}O+p reakciós rátákkal első alkalommal sikerült megmagyarázni a közepes tömegű csillagokból származó meteoritszemcsék pontos izotóp-összetételét.

Laboratóriumi asztrofizika

A Csátalja meteorit sokkolt ásványainak az IR és Raman csúcsait egymással korreláltatták mikroszonda mérésekkel ellenőrzött kémiai összetételek függvényében. Ezek a korrelációs paraméterek sokk-indikátorként használhatók, ráadásul korábbi, sokk-metamorf átalakulásokról szóló publikációkban IR adatokat ritkán használtak. Az új megfigyelések alapján a Csátalja meteorit gyengén sokkolt részén 2-6 GPa, 100°C sokk-átalakulás becsülhető, míg a jelentősen sokkolt terület (Mozaikosság, mechanikai ikresedés) 5-10 GPa 900 °C sokk-átalakulás történt. Az erősen sokkolt terület (alszemcsésedett, olvadék tartalmú olivin-piroxén klasztok) sokk-átalakulása 10-15 GPa között történt és a hőmérséklet elérhette az 1000°C-ot.

b) Tudomány és társadalom

A csillagászat iránt mutatkozó közérdeklődésre az Intézet kutatói tudatosan és nagy elkötelezettséggel reagálnak. Rendszeresen szerepeltek az írott és elektronikus sajtóban, tévé-, rádió- és internetes nyilatkozatok tucatjait tették az év során. A tudománykommunikációban fontos csatornájuk a saját fenntartású www.csillagaszat.hu internetes hírportál, amelyet a Magyar Csillagászati Egyesülettel (MCSE) közösen működtettek. Akadémiai infrastruktúra-fejlesztési támogatással 2017-ben kiépítették a „Csillagászati és földtudományi kutatóképző

szaklaboratórium" elnevezésű oktatási-tudománykommunikációs infrastruktúrát a normafai telephelyen, amely távlatilag egy látogatóközpont alapja lehet. Az ehhez kapcsolódó aktivitások összefogására és kezelésére a kutatóközpont (két civil szervezet, az MCSE és a Bajai Csillagvizsgáló Alapítvány kisebbségi tulajdonvállalása mellett) 2017-ben megalapította a Magyar Csillagászat Nonprofit Kft-t. Az MCS Nkft. fontos szerepet fog játszani a 2019-ben Magyarországon megrendezésre kerülő Nemzetközi Csillagászati és Asztrofizikai Diákolimpia megszervezésében és lebonyolításában.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

Hazai: A beszámolási időszakban rendkívül eredményes intézményi kapcsolatokat tartottak fent hazai csillagászati kutatóhelyekkel: Szegedi Tudományegyetem, Bajai Csillagvizsgáló, ELTE Komplex Rendszerek Fizikája Tanszék, ELTE szombathelyi Gothard Asztrofizikai Obszervatóriuma és a debreceni Atommagkutató Intézet. A beszámolási időszakban is részt vettek az egyetemi oktatásban és a doktori képzésben, meghirdetett előadásokkal, gyakorlatok tartásával, szakdolgozati, tudományos diákköri és doktori témavezetéssel. A 2017-es tanévben az alábbi kurzusokat tartották, illetve vettek részt előadásokkal: ELTE: A Mars földrajza és geológiája; Asztrostatisztika I-II.; Az asztrofizika megfigyelési módszerei; Bevezetés a csillagászatba; Csillagkörüli korongok fejlődése; Csillagok világa; Csillagrendszerek dinamikája I-II; Galaktikus csillagászat; Planetológia; Pulzáló változócsillagok és megfigyelésük; Rádiócsillagászat; A Naprendszer peremén SZTE: Csillagászati spektroszkópia, Elméleti asztrofizika; Csillagászati megfigyelések; Fizika-Biofizika 2; Galaktikus csillagászat, Űrcsillagászati műszertechnika.
Nemzetközi: Tovább folytatták gyümölcsöző nemzetközi együttműködéseiket a Herschel, Gaia, KASC, TASC, CHEOPS, PLATO, LUNA, JINA, JUNA, Rosetta, HATNet, Matisse, Monχey (Monash Chemical Yields Project) projektekben. 2017-ben is számos esetben sikerült elnyerni észlelési időt/célpontokat csillagászati nagyműszerekre és űrtávcsövekre (APEX, ALMA, BRITE-Constellation, Subaru, Effelsberg, IRAM, K2, Spitzer, TESS, ESO VLT/VLTI, VLBI, e-Merlin, LBA, WHT) nemzetközi együttműködésben.

Rendezvények, mobilitás: Az év során több jelentős hazai és külföldi találkozó és szakmai workshop megrendezésében vettek részt az Intézet kutatói: *JINA-CEE Frontiers meeting* (2017. február 7–9., East Lansing, USA); *Workshop on solar and stellar composition – similarities and differences* (Budapest, 2017. február 13–15.); *Early Earth and ExoEarths: origin and evolution of life* (Varsó, 2017. április 3–7.); Flux Emergence Workshop, ELTE, (Budapest, 2017. június 12–16.); *Forging Connections*: From Nuclei to the Cosmic Web (East Lansing, USA, 2017. június 26–29.); *European Weak of Astronomy and Space Science* (Prága, 2017. június 26–30.); *TESSting Stellar Astrophysics. KASC10/TASC3 konferencia* (Birmingham, Egyesült Királyság 2017. július 16–21.); *Revival of the classical pulsators: from Galactic structure to stellar interior diagnostics*, RR Lyrae 2017 konferencia (Niepolomice, Lengyelország, 2017. szeptember 17–22.); *Geoscience for understanding habitability in the solar system and beyond* (Furnas, Sao Miguel, Azori-szigetek, Portugália, 2017. szeptember 25–29.).

Az Intézet kutatói számos hosszabb tanulmányutat tettek több németországi Max Planck Intézetben, a potsdami Leibniz Asztrofizikai Intézetben, a Tübingeni Egyetemen, a Heidelbergi Egyetemen, a Sheffieldi-i Egyetemen (Egyesült Királyság), a Belga Királyi Obszervatóriumban, a Bécsi Egyetemen, a Brnoi Egyetemen (Csehország), a Koppenhágai Egyetemen (Dánia), a grenobli IRAM-központban, a barcelonai Universitat Politecnica de Catalunya-n, a granadai Instituto de Astrofísica de Andalucía-ban (Spanyolország), a Harvard

Egyetemen (Cambridge, USA), az East Asian Observatory-ban (Hawaii, USA), a Monash Centre for Astrophysics-ben **(**Melbourne, Ausztrália), a University of Science and Technology of China-ban (Hefei, Kína), és a Nanjing-i Egyetemen (Kína). Vendégkutatókat fogadtak az Egyesült Államokból, Kanadából, Ausztráliából, Japánból, Kínából, az Egyesült Királyságból, Németországból, Hollandiából**,** Dániából, Finnországból, Olaszországból, Svédországból, Spanyolországból, Ausztriából, Svájcból, Csehországból, Lengyelországból és Szerbiából.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Gaia Photometric Science Alerts for Variable Young Stellar Objects ESA-szerződés No. 4000121377/17/NL/CBi, 123 k EUR; NKFIH PD 123910 *Elfejlődött kompakt csillagok a fotometriai űrtávcsövek korában*,15,2 M Ft, Osztrák–Magyar Akció Alapítvány *Investigating the solar paradigm on cool stars*, 2,4 M Ft, NKFIH K 125015 *Kisbolygók migrációja és a bolygókezdemények keletkezésének kezdeti feltételei*, 46,6 M Ft.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

Az év során 97 ISI impaktfaktoros szakcikket publikáltak, melyek összesített hatásténye zője 511. Az alábbi válogatás reprezentatív áttekintést ad a művelt szakterületekről:

1. Győri L, Ludmány A, Baranyi T: Comparative analysis of Debrecen sunspot catalogues. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 465: 1259-1273 (2017) OA: arxiv.org/1612.03274
2. Jurcsik J, Hajdu G: The first Baade-Wesselink analysis of Blazhko RR Lyrae stars: discrepancies between photometrically and spectroscopically determined radius variations. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 470: 617-625 (2017) OA: arxiv.org/1705.08537
3. Kereszturi Á; Gyollai I.; Józsa S. & Kanuchova Z.: Accretional and alterational differences in a carbonaceous chondrite parent body: Evidence from the NWA 5491 CV3 meteorite. Meteoritics & Planetary Science, 52: 428-442 (2017)
4. Kiss Cs, Marton G, Farkas-Takács A, ... , Vinkó J, … Pál A: Discovery of a Satellite of the Large Trans-Neptunian Object (225088) 2007 OR_10. The Astrophysical Journal Letters, 838: article id. L1 (2017) OA: arxiv.org/1703.01407
5. Kiss L, Bódi A: Amplitude variations of modulated RV Tauri stars support the dust obscuration model of the RVb phenomenon. Astronomy & Astrophysics, 608: id.A99 (2017) OA: arxiv.org/1711.03414
6. Kóspál Á, Ábrahám P, Westhues C, Haas M: Brightness variations of the FUor-type eruptive star V346 Normae. Astronomy & Astrophysics, 597: id.L10 (2017) OA: arXiv: arxiv.org/1701.00250
7. Kővári Zs, …, Oláh K, Kriskovics L, …, Kovács O, Vida K, ...: Antisolar differential rotation with surface lithium enrichment on the single K-giant V1192 Orionis. Astronomy & Astrophysics, 606: id.A42 (2017) OA: arxiv.org/1708.01577
8. Lugaro M, … : Origin of meteoritic stardust unveiled by a revised proton-capture rate of ^{17}O. Nature Astronomy, 1: id. 0027 (2017) OA: arxiv.org/1703.00276
9. Ortiz J, Santos-Sanz P, Sicardy B, Benedetti-Rossi G, Berard D, Morales N, Du ard R, Braga-Ribas F, Hopp U, Ries C, Nascimbeni V, Marzari F, Granata V, Pál A, Kiss,, Cs,

…, Szakáts R, Farkas A, Varga-Verebélyi E, Marton G; The size, shape, density and ring of the dwarf planet Haumea from a stellar occultation. Nature, 550:(7675) 219-223 (2017)

10. Plachy E, Molnár L, …, Pál A, Szabados L, Szabó R: First observations of W Virginis stars with K2: detection of period doubling. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 465: 173-179 (2017) OA: arxiv.org/1610.05488

11. Regály Zs,., Juhász A, Nehéz D: Interpreting Brightness Asymmetries in Transition Disks: Vortex at Dead Zone or Planet-carved Gap Edges?. The Astrophysical Journal, 851: article id. 89 (2017) OA: arxiv.org/1711.03548

12. Szabó Gy, Pál A, Kiss C, Kiss L, Molnár L, Hanyecz O, Plachy E, Sárneczky K, Szabó R: The heart of the swarm: K2 photometry and rotational characteristics of 56 Jovian Trojan asteroids. Astronomy & Astrophysics, 599: id.A44 (2017) OA: arxiv.org/1609.01760

13. Varga J, Gabányi K, Ábrahám P, Chen L, Kóspál Á, …, Moór A, …: Mid-infrared interferometric variability of DG Tauri: Implications for the inner-disk structure. Astronomy & Astrophysics, 604: id.A84 (2017)
OA: arxiv.org/1704.05675

14. Vida K, Kővári Zs, Pál A, Oláh K, Kriskovics L: Frequent Flaring in the TRAPPIST-1 System Unsuited for Life? The Astrophysical Journal, 841: article id. 124 (2017) OA: arxiv.org/1703.10130

15. Vinkó J, …, Sárneczky K: Searching for the Expelled Hydrogen Envelope in Type I Supernovae via Late-Time H-alpha Emission. The Astrophysical Journal, 837: article id. 62 (2017) OA: arxiv.org/1702.05143

AZ MTA CSILLAGÁSZATI ÉS FÖLDTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT FŐBB MUTATÓI ÉS PÉNZÜGYI ADATAI 2017-BEN

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatóhely neve: MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	198			Ebből kutató[2]:	122
PhD, kandidátus:	75	MTA doktora:	8	Rendes tag és levelező tag:	5
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					3
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					43

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				43
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				448
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				35
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				7
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				310
Ebből impaktfaktoros publikáció				146
Könyv, atlasz	magyarul:	2	idegen nyelven:	5
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	12	idegen nyelven:	9

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	637,56	Összes független hivatkozás száma (2016):	3913
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			5288

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	4	MTA doktora:	2

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			217
		poszterek száma:	150
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	53	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	54
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			17

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			37
Témavezetések száma: TDK munka:	27	Diplomamunka (BSc):	69
Diplomamunka (MSc):	43	PhD:	67

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	1270 135,18	E Ft
Fiatal kutatói álláshelyen fogl. sz.[16]: 17 Teljes saját bevétel:	953 556	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		37
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	140 263,55	E Ft
Az év folyamán az egyéb NKFIH forrásból támogatott témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		7
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	21 781,13	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		7
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	58 892,54	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	732 618,8	E Ft

VI/A. A kutatóhely részletezett pénzügyi adatai 2017-ben

A kutatóhely neve: MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege:	1270 135,18	E Ft
Az időszak folyamán a teljes saját bevétel összege:	953 556,02	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		E Ft
OTKA - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	140 263,55	E Ft
Egyéb NKFIH forrásból - a tárgyévre vonatkozó bevétel:		E Ft
ÚMFT - a tárgyévre vonatkozó bevétel:		E Ft
Egyéb hazai pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:		E Ft
EU-s pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	21 781,13	E Ft
Egyéb külföldi pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	58 892,54	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - kutatásra:	82 737,5	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - egyéb:	6230,47	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb kutatási bevétel:	43 600,45	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb nem kutatási bevétel:	600 050,32	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatóhely neve: MTA CSFK Földrajztudományi Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	36			Ebből kutató[2]:	26
PhD, kandidátus:	15	MTA doktora:	2	Rendes tag és levelező tag:	2
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					0
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					8

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				80
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				77
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				23
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				4
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				10
Ebből impaktfaktoros publikáció				4
Könyv, atlasz	magyarul:	2	idegen nyelven:	2
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	9	idegen nyelven:	9

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	15,52	Összes független hivatkozás száma (2016):	840
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			882

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			59
		poszterek száma:	11
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	15	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	24
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			16

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			9
Témavezetések száma: TDK munka:	4	Diplomamunka (BSc):	36
Diplomamunka (MSc):	15	PhD:	26

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatóhely neve: MTA CSFK Földtani és Geokémiai Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	28			Ebből kutató[2]:	18
PhD, kandidátus:	11	MTA doktora:	1	Rendes tag és levelező tag:	1
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					0
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					9

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				49
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				47
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				3
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				3
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				29
Ebből impaktfaktoros publikáció				30
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	1
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	3	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	86,44	Összes független hivatkozás száma (2016):	631
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			843

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			36
		poszterek száma:	48
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	6	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	10
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			7
Témavezetések száma: TDK munka:	7	Diplomamunka (BSc):	8
Diplomamunka (MSc):	16	PhD:	10

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatóhely neve: MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	44			Ebből kutató[2]:	32
PhD, kandidátus:	22	MTA doktora:	2	Rendes tag és levelező tag:	0
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					3
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					6

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				50
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				43
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				9
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				25
Ebből impaktfaktoros publikáció				23
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	1
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	44,67	Összes független hivatkozás száma (2016):	500
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			658

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	2	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			49
		poszterek száma:	42
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	10	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	12
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			7
Témavezetések száma: TDK munka:	4	Diplomamunka (BSc):	5
Diplomamunka (MSc):	5	PhD:	10

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatóhely neve: MTA CSFK Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	74			Ebből kutató[2]:	45
PhD, kandidátus:	27	MTA doktora:	3	Rendes tag és levelező tag:	1
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					0
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					20

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				295
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				288
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				253
Ebből impaktfaktoros publikáció				96
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	1
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	520,09	Összes független hivatkozás száma (2016):	1983
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			2969

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	2	MTA doktora:	2

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			73
		poszterek száma:	49
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	22	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	8
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			1

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			14
Témavezetések száma: TDK munka:	12	Diplomamunka (BSc):	20
Diplomamunka (MSc):	7	PhD:	21

MTA ENERGIATUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT
1121 Budapest, Konkoly Thege M. út 29–33.; 1525 Budapest, Pf. 49
telefon: (1) 395 9159; fax: (1) 395 9293
e-mail: foigazgato@energia.mta.hu; honlap: www.energia.mta.hu

I. A kutatóközpont egészét érintő kutatási és tudományszervezési eredmények 2017-ben

Tudományszervezés területén a Kutatóközpont jelentős sikert könyvelhetett el az összes Intézetére kiterjedő komplex kutatási projekt támogatások elnyerésében. Az egyik ilyen nyertes pályázat az „Atomerőművekben használt cirkónium ötvözetek anyagszerkezeti változásainak hatása a fűtőelemek épségére és a környezeti terhelésre" címet viselő NVKP_16-1-2016-0014 projekt, melyet alább röviden ismertetünk. Az eddig elért eredmények az intézetek beszámolóiban kerültek ismertetésre.

A világon üzemelő több mint 400 atomerőművi reaktor többségében a hasadóanyagot urán-dioxid tabletták formájában cirkónium burkolatba helyezik el. A cirkónium burkolat nagy előnye, hogy kis neutronbefogási hatáskeresztmetszete mellett jelentős mechanikai szilárdsággal, korrózió- és sugárállósággal rendelkezik. Tulajdonságainak köszönhetően a cirkónium a legjobb szerkezeti anyag, amely hasadóanyagot tartalmazó burkolat céljára szóba jöhet a jelenleg üzemelő reaktorokban.

A fűtőelemek kiégése során a cirkónium burkolatban számos olyan változás megy végbe a besugárzás, a korrózió és a mechanikai terhelés hatására, amelyek csökkentik a burkolat teherbíró képességét. A fűtőelemek meghibásodása radioaktív anyagok kikerüléséhez vezethet. A meghibásodások elkerüléséhez részletes ismeretekkel kell rendelkezni a burkolatban fellépő degradációs folyamatokról.

A tervezett kutatási program keretében cirkónium burkolat minták olyan állapotait hozzák létre, amelyek a reaktor körülményeire jellemzők. Ezekkel a mintákkal mechanikai és anyagszerkezeti vizsgálatokat végeznek. A mérési adatokból adatbázist hoznak létre, amely lehetővé teszi az erőművi folyamatok előrejelzésére használt numerikus modellek továbbfejlesztését, validálását és így a reaktorban, vagy a tárolókban végbemenő jelenségek eddigieknél pontosabb leírását.

A projekt megvalósítására 4 intézményből álló konzorcium jött létre össze, amelyben a tudományos kutatói és a piaci/vállalati oldal egyaránt képviselteti magát. Az MTA Energiatudományi Kutatóközpont irányításával a résztvevő konzorciumi tagok az ELTE (Anyagfizikai Tanszék), a TÜV Rheinland InterCert Kft. és a Nukleáris Biztonsági Kutatóintézet Kft (NUBIKI).

További tájékoztatás a következő honlapon található: http://cak.energia.mta.hu/projekt-adatai

A másik a Nemzetgazdasági Minisztérium által támogatott, VEKOP-2.3.2-16-2016-00011 azonosítójú nyertes pályázat szintén a Központ és a telephely másik kutatóhelye (MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont) adta szinergiákat használja ki. A pályázat a „Stratégiai műhely a megújuló alapú energiarendszer technológiai kihívásaira" címet viseli, amely az előzővel egyetemben teljesen beleilleszkedik az MTA EK stratégiájába. A projekt rövid leírása:

A 21. század legnagyobb technikai kihívása az energiarendszerünk teljes átalakítása. A tudományos kutatásnak nagy szerepe lesz abban, hogy az energiaszektor megfeleljen az ellátás biztonsági és a környezetvédelmi elvárásoknak. Jelen projektben az elsődleges célok a fotovillamos energiatermelés, tárolás és egyéb környezeti hatások kutatása:

- Új napelemek fejlesztése fotovillamos erőművekhez, ahol elsősorban új optikai tulajdonságú anyagok fejlesztése a cél: főként ólom és ón alapú perovszkit típusú anyagok, valamint ásványi (pirit és Cu-Zn-Sn-szulfidok) alapú anyagok felhasználásával.
- Intelligens villamosenergia-hálózat (smart grid) számítógépes szimulációja, a hálózati és háztartási méretű fotovillamos (PV) rendszerek esetén.
- Alkalmazások fejlesztése megújuló energia tárolására: egyrészt hidrogén elektrolízises előállítását elősegítő katalizátorok fejlesztése, valamint szén nanoszemcsékkel adagolt szuperkondenzátorok lehetőségeinek feltárása a cél.
- A lézeres energiatovábbítás célja, hogy egy nagyteljesítményű lézer, amelyet egy speciális adaptív optikával a PV-átalakítónál optimális méretűre lehet fókuszálni, továbbítsa az energiát mozgó és mobil eszközök felé.
- A megújuló energetikához kapcsolódó új nanotechnológiai eljárások és a biomassza hasznosítás hatása a légköri aeroszolok összetételére alig ismert, ezen nano részecskék környezeti hatását vizsgálják az új módszerekkel.
- A projekt folyamán kiemelt szerepet kapnak a nanoszerkezetű anyagok előállítási módszerei, spektroszkópiai, mikroszkópiai, szeparációs anyagvizsgálati és minősítési eljárásai és ezek kiértékelése. A feladatokkal összhangban ezért beszerzésre kerülnek nagy értékű berendezések: dual beam mikroszkóp (SEM+FIB), részecskeszeparátor, Raman mikroszkóp, potenciosztát, gázkromatográf.

Az élvonalbeli publikációs eredmények mellett a projekt eredményei és a megerősített kutatási infrastruktúra a magyarországi vállalatok további fejlesztéseit segíthetik.

E projekt eddig elért eredményei szintén az intézetek beszámolóiban kerültek ismertetésre. http://www.mfa.kfki.hu/hu/VEKOP-megujulo

A Nemzeti Nukleáris Kutatási Program (NNKP) 2015-ben indult útjára, hogy a hazai nukleáris szakértelem folyamatos fenntartását, mint nemzeti érdeket biztosítsa. Az MTA Energiatudományi Kutatóközpont által vezetett öttagú, 2018-ig tartó projektet a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Hivatal finanszírozza. A programban kiemelten fontos a meglévő paksi blokkok biztonságos üzemeltetése, a műszaki-tudományos háttér biztosítása, illetve az új blokkok létesítésére való felkészülés. A projekt elsődleges céljai közé tartozik a reaktoranyagok világszínvonalú kutatása és a reaktorokban zajló folyamatok korszerű szimulációs modelljeinek kifejlesztése és alkalmazása, de helyet kapnak a kiégett fűtőelemek biztonságos elhelyezését célzó erőfeszítések, a negyedik generációs reaktorokhoz kapcsolódó kutatások és a hazai nukleáris kutatási infrastruktúra középtávú fejlesztési terveinek kidolgozása is.

A 2017-es évre a projektnek igen jelentős hányada jutott, mind az elvégzendő feladatok, mind pedig a tervezett beruházások terén. Az MTA Energiatudományi Kutatóközpont által elért legfontosabb eredmények a reaktoranyagok elméleti és kísérleti kutatására, a negyedik generációs erőművek fizikai folyamatainak és biztonsági aspektusainak modellezésére, a kiégett fűtőelemek tárolására, valamint az erőművek környezeti terhelésére és a sugárzások biológiai hatására vonatkoznak. A több száz konkrét eredmény közül kiemelkedő, nagyobb jelentőséggel bíró megvalósítások: (i) Az új generációs erőművek perspektivikus anyagai közül kiemelkedő SiCf/SiC burkolati minták magas hőmérsékletű (1000 °C), szennyezőket is tartalmazó hélium atmoszférában történt teszteredményei rámutattak arra, hogy a 10%-os összetételű arányt meg nem haladó hidrogén és nitrogén szennyezések, ellentétben a

metánnal, nem okoznak nagyobb tömeglerakódást, mint a tiszta hélium. (ii) Az innovatív reaktortípusok potenciális szerkezeti anyagaként számon tartott 316LN elnevezésű ausztenites acél magas hőmérsékletű (550 ºC) besugárzása utáni szakítóvizsgálata és keménységmérése megmutatta, hogy az anyag keménysége csak kis mértékben csökken. A varratanyag szívóssága és keménysége jelentősebb mértékben változik sugárzás hatására, mint az alapanyagé, de az anyag még így is szívós marad. (iii) Az új paksi blokkok tervezését, működését és biztonsági elemzését végző kódok kifejlesztése és validációja terén is jelentős előrelépések történtek. E téren említésre méltó a zónatervezési és üzemzavar elemzési (SADR diffúziós kód), neutronfizikai (KARATE-1200 kódrendszer) kódok fejlesztése és tesztelése, de fontos mérföldkőnek számít a VVER-440-es és VVER-1200-as kompakt atomerőművi szimulátorok integrálása is. (iv) Előremutató eredmények születtek az ALLEGRO nevű negyedik generációs gázhűtésű reaktor számítógépes modellfejlesztési és modellszámítási területein is. Ezek keretében megállapításra kerültek olyan fontos mutatók, mint a leendő reaktor maximális hőteljesítménye, reaktivitás tényezője, vagy a hideg- és melegág közötti nyomástényezője. A kódfejlesztések területén a zónatervezést végző (ERANOS/ECCO) és a fűtőelem viselkedést vizsgáló (FUROM-FBR) programok fejlesztése esetében történtek a legjelentősebb előrelépések.

A projekt résztvevőinek, céljainak, tevékenységeinek, rendezvényeinek és eredményeinek részletes bemutatása a http://vksz14.energia.mta.hu/ projekt honlapján is elérhető.

2017. március 21-én a Magyar Tudományos Akadémia Energiatudományi Kutatóközpontja, a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség és az ENSZ bécsi állandó küldöttsége közös sajtótájékoztatót tartott Budapesten az MTA székházában az IAEA és a Központ együttműködéséről. http://www.energia.mta.hu/hu/node/74

Az MTA EK-t az IAEA a nukleáris kriminalisztika területén elkötelezett első együttműködési központjának nyilvánította. https://www.iaea.org/newscenter/news/new-iaea-collaborating-centres-to-boost-nuclear-research-in-member-states.

Az MTA EK, mint Közreműködő Központ nemzetközi képzéseket és hosszabb programokat szervez és tart fenn, meghatározza az innovatív kutatási területeket, technikai támogatást és segítséget nyújt a régiónak, valamint erősíti a nukleáris biztonságot Magyarországon és a régióban.

2017-ben Magyarország már teljes jogú tagként vehetett részt a CERIC-ERIC munkájában és a közgyűlésein. A CERIC-ERIC-hez Magyarország a Budapesti Neutron Centrumot (BNC) biztosítja, mint kutatási infrastruktúrát, melyet az MTA EK képvisel az MTA Wigner FK-val együttműködve. A BNC alapvető kutatási eszköze a Budapesti Kutatóreaktor és a köré épített 15 neutronos analitikai berendezés. http://www.bnc.hu/

A CERIC-ERIC http://www.ceric-eric.eu/index.php?n=About.HomePage egy integrált multidiszciplináris és változatos analitikai berendezéseket működtető kutatási infrastruktúra, amely nyitott az alap- és az alkalmazott kutatást végző felhasználók számára az anyagok, a bio-anyagok és a nanotechnológia területén. Egyetlen belépési ponttal rendelkezik, de 8 európai országban működő kiváló létesítményekhez biztosítja a hozzáférést.

A hozzáférés a kutatásban dolgozó felhasználók számára ingyenes, és ipari felhasználók számára is elérhető. A szabad és anyagilag támogatott hozzáférést nemzetközi szakértői értékelés és nyílt publikáció alapján biztosítja, míg ipari és/vagy szabad felhasználású szolgáltatások piaci áron érhetők el.

A rendelkezésre álló berendezések és a működtető személyzet lehetővé teszik az anyagok és biológiai minták nano-skáláig történő strukturális vizsgálatát, elemzését, szintézisét és képalkotását, foton, elektron, neutron és ion alapú technikák segítségével. Ezen felül a strukturális biológia, fotolitográfia és az anyagok előkészítése területén is támogatást biztosít.

A hozzáférés egyszerre több analitikai berendezéshez többféle technikai megközelítést és szakértelmet biztosít a módszerek széles körében. Ez a megközelítés nagyon sikeres a legösszetettebb tudományos kihívásban is, mint pl. az alternatív energiaforrások és energiatárolás, biomedikai és gyógyszerészeti anyagok, élelmiszer- és élelmiszer-megőrzés, kulturális örökség, autóipar stb.

II. Közvetlenül a kutatóközpont vezetése alá tartozó kutatócsoportok nincsenek.

A 2017. évben elért kutatási eredmények a három intézet eredményei, így ezek leírása a három intézet beszámolójában található.

MTA ENERGIATUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT
ATOMENERGIA-KUTATÓ INTÉZET
1121 Budapest, Konkoly Thege M. út 29–33., 1525 Budapest, Pf. 49
telefon: (1) 395 9159; fax: (1) 395 9293
e-mail: horvath.akos@energia.mta.hu; honlap: www.energia.mta.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

Az Atomenergia-kutató Intézet fő feladatait a kutatóközpont stratégiai kutatási tervében határozták meg, ennek ismertetése a kutatóközpont korábbi beszámolójában található. A koncepció ma is aktuális, hármas célt szolgál: a jelen igényeinek megfelelő nukleáris biztonsággal kapcsolatos kutatások, a Magyarországon létesítendő új atomerőmű blokkok előkészítésével összefüggő kutatási és fejlesztési tevékenység, a jövő energiatermelésének megalapozása: negyedik generációs atomreaktorok és magfúzió által.

A Budapesti Kutatóreaktor biztonságos üzemeltetése, a kutatási lehetőségek folyamatos fejlesztése és világszínvonalon tartása is jelentős feladata az intézetnek.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Reaktorfizikai és multi-physics kutatások

2017-ben kiemelkedő szerepe volt az új atomerőmű blokkok független biztonsági elemzéseivel és a tervezett független szakértői tevékenységgel kapcsolatos kutatásoknak.

A Magyarországon felépülő új reaktorblokkok biztonsági elemzéseinek hazai ellenőrzéséhez alternatív elemzési eszközök létrehozása szükséges a működő blokkokra alkalmazott kódok továbbfejlesztésével. A normál üzemi és az üzemzavari biztonsági limitektől való távolság értékeléséhez stacionárius és dinamikai, egymásra épülő reaktorfizikai, termohidraulikai és fűtőelem-viselkedési számításokra van szükség, melyek között a csatolást is biztosítani kell. A 2017. évi munkaszakaszban a kifejlesztett KARATE-1200 programcsomag pálcánkénti eloszlásokat számító SADR finomhálós diffúziós modulját sikeresen tesztelték a MULTICELL transzport kód felhasználásával. Az új paksi blokkok fűtőelem-kazettáinak determinisztikus kiégési számításait nagy pontosságú, a kiégést is számító MCNP6 modellekkel ellenőrizték. A VVER-1200 reaktor bonyolult geometriájú reflektorára részletes MCNP számításokkal meghatározták az albedókat. A zónaszámítások tesztelésére egy kétdimenziós tesztfeladatot definiáltak és ezen keresztül elvégezték a saját fejlesztésű KARATE-1200 programcsomag verifikálását MCNP számításokkal való összevetéssel.

Az elfogadási kritériumok teljesülésének vizsgálata céljából, az új paksi blokkok gyors reaktivitás-tranzienseire kidolgozták a forrócsatorna számítások metodikáját a KIKO3D-COBRA csatolt neutronfizikai/termohidraulikai, a TRABCO forrócsatorna és a FRAPTRAN fűtőelem 01435 viselkedési kódokra alapozva. A kifejlesztett multi-physics kódrendszert, konzervatív forrócsatorna számítási metodikát egy rúdkilökődéses tranziensen keresztül mind nodális, mind szubcsatorna szinten sikeresen tesztelték, és megállapították, hogy a létrehozott számítási rendszer alkalmas az új blokkokra vonatkozóan a tekintett gyors tranziensek (pl. rúdkilökődés) forrócsatorna szintű mennyiségeinek konzervatív számítására.

A jelenlegi és a közeljövőben létrehozandó reaktorok (pl. új paksi blokkok) más energiatermelési módokkal versenyképes és egyben biztonságos üzemeltetésének feltétele a normál üzemi és üzemzavari limitiek és biztonsági sávok megalapozott, de nem túlzottan konzervatív kijelölése. Ennek fontos része az alkalmazott kódok validálása; a metodikai jellegű és a bemenő adatok hibájából származó bizonytalanságok mértékének meghatározása, igazolása. A metodikai bizonytalanságok felmérése és csökkentése érdekében megvizsgálták a nodális szintű reaktorfizikai számítások továbbfejlesztésének lehetőségeit ún. diszkontinuitási faktorok bevezetésével az új blokkok biztonsági elemzéseihez, zónatervezéshez. Többfajta módszert is kidolgoztak és azokat az új blokkok geometriájához hasonló – az AER („Atomic Energy Research") együttműködésben definiált – VVER-1000 „Midi-Core" benchmarkon keresztül tesztelték. Megállapították, hogy a nódusszintű mennyiségek esetén a diszkontinuitási faktorok speciális alkalmazása jelentősen növeli a pontosságot.

A laboratórium aktívan részt vett a negyedik generációs reaktorok kutatásaiban is. A gázhűtésű gyorsspektrumú erőmű kisebb teljesítményű demonstrátor változatának tervezése a visegrádi országok együttműködésében folyik. (A jelenlegi tervek szerint az ALLEGRO demonstrátor Szlovákiában fog megépülni.) 2017-ben folytatódott egy nemzetközi benchmarkban való részvétel, melynek távoli célja olyan programkódok továbbfejlesztése és verifikálása, melyekkel az ALLEGRO reaktor háromdimenziós zónatervezése lehetséges lesz. A benchmark második részfeladatában szintén kiégés-függő, de cella helyett kazettára vonatkozó problémát oldottak meg az ERANOS program ECCO moduljával. A különböző résztvevők által előállított eredmények ugyan több esetben viszonylag jó egyezést mutattak, de előfordultak igen nagy eltérések is. Mindezek további vizsgálatok elvégzését teszik szükségessé.

A fentieken túlmenően az eredetileg termikus spektrumú reaktorok számítására kifejlesztett KARATE programrendszer MULTICELL spektrális kódját felkészítették a gyors neutronspektrummal rendelkező gázhűtésű ALLEGRO demonstrátor csoportállandó számításának céljára. Az adott esetre az eddiginél pontosabb módszert dolgoztak ki a Dancoff faktor számítására, amire a hűtőközeg kis sűrűsége miatt volt szükség. A MOX fűtőelem aktinida izotópjaira kiszámították az energiacsoportonkénti árnyékolási tényezőket a hőmérséklet és a hígítási hatás-keresztmetszet függvényében, majd az ezeket felhasználó, interpolációt alkalmazó szubrutinokat beépítették a kódba. A módosított kóddal próbaszámításokat végeztek.

2017-ben az ALLEGRO és egy nátriumhűtésű gyorsreaktor legfontosabb reaktivitás-tényezőinek értékét pontosították a SERPENT kóddal. Egyszerű zóna-modelleken elvégezték néhány reaktor-védelem nélküli tranziens szimulációját az ATHLET kóddal. Bizonytalansági- és érzékenység-vizsgálatok eredményeképp meghatározták, hogy melyek a legfontosabb bizonytalan reaktorfizikai paraméterek. Ahhoz, hogy a jövőben kisebb bizonytalansággal lehessen biztonsági elemzéseket végezni, több paraméter bizonytalanságát csökkenteni kell. Az eredmények végül azt vetítették előre, hogy további biztonsági leállító-rendszereket kell alkalmazni, hogy csökkenteni lehessen a reaktorvédelem nélküli tranziensek következményeit. A zónatervezési számítások előkészítéseként, az ALLEGRO reaktorra további számításokat végeztek a csoportállandó előállítás feladatával kapcsolatban.

A szuperkritikus nyomású, negyedik generációs VVER (VVER-SCP) koncepció vizsgálatát tovább folytatták 2017-ben. Létrehozták a modellezéshez szükséges kevés-csoport könyvtárakat és a kapcsolt neutronfizikai-termohidraulikai kódot. Az irodalomban fellelhető

tervek esetében komoly probléma az axiális teljesítményalak elfogadható szinten tartása és a fűtőelem pálcák hűtése, erre vonatkozóan nem találtak részletesen kidolgozott koncepciót. A vizsgált reaktorra a kapcsolt számításokhoz a részletesen megtervezett HPLWR három utas áramlási útvonalai alapján modellt dolgoztak ki. A program segítségével meghatároztak egy egyensúlyi kampányt az irodalomban elfogadott tervezési korlátok figyelembevételével.

Termohidraulikai kutatások

AZ MTA EK Termohidraulikai Laboratórium (THL) 2017-es kutató-fejlesztő tevékenysége során a legfontosabbnak tartotta az atomerőművek biztonságát érintő kutatások végzését. Nagyon fontos irány a leendő paksi blokkok modellezése, felkészülés a biztonsági elemzések végrehajtására, ebben a feladatban jelentős előrehaladást értek el. Mindemellett a működő paksi blokkok biztonságával az IBF keretében foglalkoztak. A termohidraulikai rendszerkódok további validálásának kiterjesztése folyamatos feladatuk, ehhez kapcsolódóan a laboratórium részt vesz az OECD PKL-4 kísérleti programban. A IV. generációs erőművek vizsgálatában az ALLEGRO gázhűtéses koncepció kidolgozásában vesznek részt. A demonstrátor berendezés biztonsági elemzéseit végzik a CATHARE kóddal, számításokat készítettek a zónaoptimalizációs elemzésekhez. Az ALLEGRO berendezés specifikuma a cső a csőben elrendezésű hideg és melegág, melynek törési módozataival részletesen foglalkoztak, ezekre nagyfelosztású CFD számításokat végeztek.

Fűtőelem és reaktoranyag kutatások

Az ALLEGRO gázhűtésű gyorsreaktor fejlesztéséhez magas hőmérsékletű kísérleteket végeztek különböző szennyezőkkel dúsított hélium atmoszférában. A reaktor első zónájában alkalmazandó Ti15 rozsdamentes acél és a második zóna fűtőelemeinek burkolatát képező SiC kerámia egyaránt jól viselte a több órás, 1000 °C-os hőkezelést, ami jelezte, hogy ezek az anyagok használhatóak lesznek az új reaktor aktív zónájában.

Cirkónium burkolattal végzett mérésekben szimulálták azokat a terheléseket, amelyek a reaktorban hosszú időtartam vagy üzemzavari állapotok alatt érhetik az ötvözetet. Több száz oxidált, hidrogénnel feltöltött, elektrolizált, inert atmoszférában és autoklávban hőkezelt mintadarab készült a további anyagszerkezeti, mechanikai vizsgálatokhoz, amelyekre a Cirkónium Anyagtudományi Kutatások projekt (2017–2019) keretében kerül sor között.

Egy nemzetközi benchmark feladat keretében fűtőelemek numerikus szimulációjának segítségével azt vizsgálták, hogy mennyire pontosan modellezhetőek a teljesítmény gyors növelése által az erőművi fűtőelemek burkolatában okozott mechanikai terhelések. A modellezés terén a különböző programok (kódok) közötti eltérések nagyok, számos fejlesztési feladat van még hátra. A magyar fejlesztésű FUROM fűtőelem-szimulációs kód eredményei a nemzetközi színvonalnak megfelelően jók voltak. A fűtőelem-burkolat üzemzavari oxidációjának leírására 2016-ban a TRANSURANUS fűtőelem-viselkedési kódba beépített modellt 2017-ben validálták 154 kísérlet szimulációjával. Az új modell a réginél lényegesen jobb eredményeket ad az oxidréteg vastagságára.

Folytatták az inhomogén szerkezeti anyagok törésmechanikai vizsgálatára alkalmas elméleti modell fejlesztését. Részt vettek az ITER számára fejlesztendő bolométerek kutatásaiban. A DEMO fúziós reaktor tervezéséhez irodalmi és kísérleti munkát végeztek funkcionális anyagokra. A különböző optikai vizsgálatokra előkészített zafír, alumíniumoxid, szilíciumoxid és gyémánt próbatesteket a Budapesti Kutatóreaktor zónájában nagy energiájú

neutronsugárzással kezelték. Számos európai kutatóintézet vizsgálja a létrehozott mintákat az Eurofusion szervezésében.

GINOP támogatással megkezdték az első Európában épülő kompakt neutronforrás prototípusának kifejlesztését és megvalósítását a Martonvásáron épülő laboratóriumban. A berendezés többek között alkalmas lesz kísérleti neutron és szilárdtest fizikai kutatásokra, anyagszerkezeti vizsgálatokra valamint gyógyászati célokra, pl. agytumor-kezelésre (BNCT).

Reaktor monitorozási és szimulációs rendszerek fejlesztése

2017-ben is folytatták a rendszeres reaktor diagnosztikai méréseket a Paksi Atomerőmű Zrt. összes blokkján és elvégezték a kapcsolódó kiértékeléseket. A havonta végzett mérések során keletkezett zajdiagnosztikai mérési adatokat a blokkok állapotának szisztematikus figyelésére használták, az elemzések az aktív zónán átáramló hűtőközeg forgalmának monitorozására és a zónán belüli szerkezetek rezgéseinek detektálására irányultak. Az elemzések egyik blokkon sem tártak fel technológiai rendellenességet vagy egyéb műszaki problémát. A mérési adatokat felhasználva a primerköri fluktuációk terjedését vizsgálták.

2017-ben sikeresen befejezték a Paksi Atomerőmű kezdeményezésére indított, az új, 15 hónapos kampányokat kiszolgáló fűtőelemek viselkedésének megfigyelésére alkalmas VERONA zónamonitorozó rendszer felújítását.

Alvállalkozóként részt vettek a Paksi Atomerőmű blokkszámítógépének felújítási munkálataiban két blokkon telepítve az új kritikus biztonsági funkciókat monitorozó alrendszert, és az új elektronikus műszaki üzemeltetési szabályzatot.

A paksi atomerőmű ún. ex-core neutron detektorai élettartamuk végéhez közelednek. 2017-ben befejezték e detektorok kiváltására irányuló előkészítő munkákat. Az új detektorok használatát megalapozó mérésekkel igazolták és elkészítették egy olyan új rendszer terveit, amely e detektor típuson alapulva alkalmas lesz a neutron fluxus mérésére üzemanyag átrakásakor és a reaktor indítása, ill. üzemeltetése során is.

A SKODA JS alvállalkozójaként részt vettek a Paksi Atomerőmű 1. blokki szabályozó és biztonságvédelmi rendszerének, illetve reaktor teljesítmény szabályozójának felújítási munkálataiban. A SKODA JS felkérésére elkészítettek egy olyan szimulációs rendszert, amely segítségével az új reaktor teljesítményszabályozó zárt hurokban tesztelhető, így a szabályozó paramétereinek előzetes beállítását támogatni tudja.

A Paksi Atomerőmű számára korábban felülvizsgálták a Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer Környezet- és Kibocsájtás Ellenőrző (SER-KK) alrendszerének védettségét földrengés és teljes feszültség kiesés ellen. A vizsgálat eredményeként műszaki tervet készítettek, amelyben a rendszer szükséges megerősítéseit ismertették. 2017-ben e terv alapján elkészítettek egy minta mérőállomást, és mérésekkel igazolták, hogy az állomás kellően védett földrengés, illetve 72 órás teljes feszültség kiesés ellen, kísérletekkel is megalapozva így a teljes rendszer felújítását.

A Paksi Atomerőmű kérésére felülvizsgálták az ún. garanciális mérések során alkalmazott hatásfok-mérési és -számítási eljárást, javaslatot tettek ennek a pontosítására.

Folytatták egy multifunkcionális kompakt atomerőműi szimulátor elkészítését és részt vettek egy új, 2017-ben sikeresen elnyert EU-s reaktordiagnosztikai pályázat, a CORTEX elkészítésében.

Sugárvédelmi kutatások

Az Európai Űrügynökség (ESA) általános technológiafejlesztési program RADCUBE projektje keretében elkészült a Föld körüli kozmikus sugárzási és mágneses tér űridőjárási célú mérésére szolgáló RadMag műszer előzetes, az Európai Űrügynökség szakértői által is elfogadott tervdokumentációja. A RADCUBE projekt célja a RadMag műszer demonstrációs repülése egy három egységes (10 cm x 10 cm x 30 cm) CubeSat kategóriájú műhold fedélzetén, melynek felbocsátására várhatóan 2019 végén kerülhet sor.

Az EK-ban (korábban AEKI) kifejlesztett Pille-MKSz termolumineszcens dózismérő (TLD) rendszer 2003 óta a Nemzetközi Űrállomás (ISS) orosz modulján a dozimetriai szolgálati rendszer része. Segítségével rendszeresen végeznek méréseket a dóziseloszlás feltérképezésére, mérik az űrhajósok személyi dózisát űrséták alatt és rendkívüli naptevékenység idején, illetve részt vesznek fedélzeti kísérletekben. A 2017-ben végzett több ezer mérés eredményét – a korábbi évekhez hasonlóan – feldolgozták és nemzetközi szakmai fórumokon ismertették. Átadásra került az orosz partnereknek a jelenleg üzemelő, de szavatossági idején túl járó rendszer leváltására szolgáló második repülő példány, melynek felbocsátására a tervek szerint 2018 közepén kerül sor. Elkészültek a legújabb fejlesztésű, kisebb önárnyékolású Pille dózismérő patronok, valamint a kiolvasásukhoz szükséges univerzális kiolvasású kulcsok, melyek átadására 2018-ban kerülhet sor.

Az ESA szervezésében és a Német Repülési és Űrkutatási Intézet (DLR) irányításával folyó DOSIS-3D projekt keretében folytatódott a dózistérképezés az ISS európai Columbus moduljában, amelyben az MTA EK termolumineszcens (TL) detektorokat és szilárdtest nyomdetektorokat tartalmazó saját detektor összeállításokkal vett részt.

Az Orosz Tudományos Akadémia és az oroszországi Szövetségi Orvos-biológiai Ügynökség által koordinált Főnix programban dozimetriai eredményekkel támogatják a biológiai minták sugárérzékenységét vizsgáló kutatásokat. A passzív dozimeterekből álló egységeiket az ISS orosz szegmensének három moduljában helyezték el, amik funkciójukból adódóan különbözőképpen árnyékoltak a sugárzással szemben. Az eredmények a várakozásoknak megfelelőek voltak.

A Matrjoska-III projekt keretében eljárást dolgoztak ki az ISS-re felbocsátandó emberszerű fantomban a mélységi dózis új típusú Pille dózismérőkkel történő mérésére. Megtervezték a tároló és pozícionáló berendezést és legyártották annak prototípusát. Elkészítették továbbá egy olyan detektorrendszer (LINTEL) előzetes terveit, melynek segítségével a Matrjoska-III fantom belsejében, sugárvédelmi szempontból az öt kritikus szervnek (szemlencse, ivarszervek, vérképző szervek, központi idegrendszer, valamint emésztőrendszer) megfelelő egyenérték mélységben a protonok és nehezebb töltött részecskék okozta dózisegyenérték, valamint a fantom belsejében termalizált neutronok fluxusának mérésére nyílik lehetőség.

Korszerűsítették az Intézetben fejlesztett PorTL hordozható TLD rendszer meglévő TL blokkját. Az új Si_3N_4 kerámia nanokompoziton alapuló blokk gyártását golyósmalmos őrlés, meleg izosztatikus préselés segítségével valósították meg, jelentősen csökkentve ezzel a gyártási időt, valamint megnövelve a hosszú távú megbízhatóságot.

Az SVL munkatársai a 2017-es évben elkészítették a nukleáris létesítmények kibocsátási kritériumainak meghatározására, illetve vizsgálatára szolgáló CARC (Calculations for Release Criteria) programot. A program alkalmas a létesítményből kikerülő rövid idejű radioaktív kibocsátások hígulásának számítására és a környezetben kialakuló dózisok elemzésére a telephelyre jellemző meteorológiai paraméterek felhasználásával. A program működése összhangban van az „Útmutató a légköri kibocsátás gyakorlati alkalmazásához" OAH által elfogadott útmutató tartalmával.

Felmérték a légköri terjedésszámításhoz szükséges meteorológiai adatok bizonytalanságát és annak következményeit a környezetben kialakuló sugárzási viszonyokra vonatkozó számítások eredményeire.

Megvizsgálták, hogy a pajzsmirigyben lévő aktivitás mérésénél az egyes paraméterek (pl. a detektor pozíciója, a pajzsmirigy alakja, illetve távolsága a testfelszíntől, az aktivitás eloszlása a szerven belül) változtatása milyen mértékben befolyásolja a mérési eredményeket, és ennek milyen következménye van – más bizonytalanságokkal összevetve – a dózisbecslés pontosságára.

A radon koncentráció pontosabb meghatározásával foglalkozó kutatás során áttekintették az aktív és a passzív radon mérési módszereket, a radonhoz kapcsolódó jogi környezetet, követelményeket, valamint részt vettek több nemzetközi nyomdetektoros összemérésben. A munkával párhuzamosan vizsgálták a radon és egyéb sugárforrások biológiai hatása közötti alapvető különbségeket.

Folytatódott a radioaktív anyagok felszíni vizekben való terjedésének vizsgálatára irányuló kutatás, kidolgozták a különböző dózisterhelési útvonalakra vonatkozó algoritmusokat.

Elemzéseket és számításokat végeztek a működő és tervezett hazai nukleáris létesítmények biztonságos üzemeltetéséhez. A munkák célja elsősorban a környezeti hatások meghatározása volt. A vizsgálatok elkészítéséhez az EK-ban fejlesztett és kereskedelmi forgalomban kapható szoftvereket alkalmaztak.

Sugárbiztonsági kutató-fejlesztő tevékenység

A sugárbiztonsági kutató-fejlesztő tevékenység körében az alábbi eredmények születtek:

<u>Gamma spektrometriai vizsgálatok keretében</u>

- A Paksi Atomerőműbe beszállított friss fűtőelem kazetták dúsításának verifikálása folytatódott. A mért dúsítások értékét összehasonlították a Monte Carlo modellezéssel meghatározott értékekkel és megállapították, hogy mindegyik kazetta megfelelt a deklarált értéknek.
- Kiégett atomerőműi fűtőelemek eredetének meghatározása érdekében kidolgozták és tesztelték a hasadási termékek gamma-spektroszkópiai meghatározásának kísérleti technikáját;
- Módszert dolgoztak ki csővezetékekben/tartályokban in-situ gamma-spektroszkópiával mérhető többvonalas gamma-sugárzó izotópok oldott/falra lerakódott állapotának meghatározására, és meghatározták az Ag-110m izotóp felületi aktivitás-koncentrációt a pótvízrendszer csővezetékein;
- A gamma-spektrometriai módszerrel elvégezték zárt sugárforrások eredet-meghatározó paramétereinek vizsgálatát is;

- Új eljárást dolgoznak ki félvezető detektorok hatásfok kalibrációjára a kis energiás tartományban.

Nagyérzékenységű tömegspektrometriás (ICP-MS) roncsolásos módszerek
- Folytatták a ritkaföldfém profil meghatározásához szükséges szeparációs és méréstechnikai módszerek fejlesztését, amely eredet-meghatározó módszerként fontos eleme a törvényszéki analitikai elemzéseknek és az ismeretlen eredetű, talált vagy lefoglalt nukleáris anyagok azonosításának;
- A kémiai módszerek fejlesztését LIBS (Laser Induced Breakdown Spectroscopy) – hordozható lézer indukált plazma spektrométer) elemzési módszerrel kötötték össze.

Neutronkoincidenciás fejlesztés során
- Létrehozták az oktatási célokra használható virtuális neutronkoincidenciás laboratóriumhoz szükséges elemeket. A virtuális oktatólabor koncepciója az elmúlt évben lett kidolgozva;
- Elkészítették a korábbról ismert virtuális sugárforrás sokcsatornás változatát, a mock-forrásokat azonosító rendszert, valamint a 32 csatornás PTR adatgyűjtő új változatát. A fentieket egy új szoftver hangolja össze, ami lehetővé teszi neutronkoincidenciás mérések valósághű imitálását valódi sugárforrások felhasználása nélkül.

Dozimetriai tevékenységük során:
- Megvizsgálták az űrutazások során használt Pille dózismérő rendszerben használatos detektor egységek („bulb”-ok) érzékenység-csökkenésének lehetséges okait. Egymást követő radiolumineszcencia (RL) és termolumineszcencia (TL) mérések sorozatával megállapították, hogy a bulb-okban alkalmazott $CaSO_4$ kristályokban a hosszabb hőkezelési idő hatására az érzékenységgel együtt lecsökken a töltéshordozók csapdába fogódásának hatásfoka. Ennek oka pedig az, hogy a kristály szemcsékbe a hevítés hatására bediffundálnak a rögzítésükre alkalmazott lítium-borát alkotóelemei megváltoztatva azok hibastruktúráját;
- Ugyancsak RL/TL mérésekkel megvizsgálták egy szerb intézetből származó, újonnan szintetizált, különféle elemekkel aktivált dozimáter anyagok ($CaSO_4$, MgB_4O_7, Mg_2SiO_4) csapdázási hatékonyságát. Megállapították, hogy a hatékonyságot döntően a befogadó anyag határozza meg, míg az aktivátorok minősége és koncentrációja ezt csak kisebb mértékben befolyásolja. Ugyanakkor az aktivátorok a lumineszcencia hatásfokot növelve emelik az anyagok TL érzékenységét.

Nukleáris törvényszéki területen:
- A Sugárbiztonsági Laboratóriumban (SBL) 2017-ben nukleáris/radioaktív anyagok felkutatására kifejlesztett távirányítású robot és a működtető program fejlesztése folytatódott, továbbá nemzetközi tréningeket és egy 3 fős ösztöndíjas programot bonyolítottak le az MTA EK más eszközparkjának felhasználásával együtt;
- Elvégezték a Nukleáris Törvényszéki Könyvtár feltöltésének folyamata során felmerült szoftveres fejlesztéseket;
- Megkezdték zárt sugárforrások eredet-meghatározó paramétereinek vizsgálatát.

Az elmúlt években, tavalyi befejezéssel kialakításra került Magyarország egyetlen és Közép-Kelet Európában is egyedülálló Nukleáris Törvényszéki Analitikai Laboratóriuma. Ez a laboratórium a nukleáris törvényszéki területen a Nemzetközi Atomenergia Ügynökségnek az első un. Együttműködő Kutatóközpontja a világon (IAEA Collaborating Centre for Nuclear Forensics). A laboratórium elsődleges feladata a talált, illetve ismeretlen nukleáris és egyéb

radioaktív anyagok karakterizálása, eredetük meghatározása. Keretein belül nemzetközi tréningeket és ösztöndíjas programot bonyolítottak le nukleáris törvényszéki analitikai területen.

Az MTA EK által működtetett mobil laboratórium egy különböző kézi sugárzás mérő műszerekkel, valamint nagy térfogatú, érzékeny detektorrendszerrel felszerelt kisbusz. E mobil laboratórium 2017-es feladatai, és tevékenysége:

- Megtörtént a mobil laboratórium eszközparkjának továbbfejlesztése rejtett radioaktív és nukleáris anyagok felderítése, ismeretlen eredetű, lefoglalt radioaktív források és nukleáris anyagok vizsgálata, azonosítása és szállítása céljából;
- Beépítésre kerültek a nukleáris anyagok szállításához szükséges fizikai védelmi rendszerek és megtörtént a szükséges engedélyek beszerzése is;
- Szakmai segítségnyújtás hivatalos szervek számára nukleáris biztonságot érintő események és radiológiai bűnügyi helyszínek esetén;
- A KFKI telephelyen és az ország különböző pontjain mérték a gamma sugárzás ingadozását, a beépített GPS rendszerrel térképeket készítettek, továbbá vizsgálták a detektorok érzékenységét és azonosító képességét;
- A labor képességeinek fejlesztéséhez hozzájárult a C-BORD és EUROSTARS pályázatokban való részvétel.

Az ismeretlen eredetű elkobzott, vagy talált nukleáris és radioaktív anyagok azonosítását és gyors jellemzését egy külön erre a célra kiképzett csoport (MEST-Mobile Expert Support Team) végzi. A MEST elmúlt évi tevékenységei:

- A hiányzó, a talált, valamint a lefoglalt nukleáris és más radioaktív anyagokkal kapcsolatos intézkedések továbbfejlesztése, pontosítása;
- Szakmai egyeztetések a radiológiai veszélyhelyzet kezelésekért felelős hatóságokkal és minden érintett szervezettel;
- Munkacsoporttal megterveztek egy virtuális gyakorlatot, annak forgatókönyvét és kapcsolódó szakmai kérdéseit;
- A Terrorelhárítási Központ (TEK) felkérésére négy alkalommal teljes készenlétet biztosítottak külföldi államfők magyarországi látogatása alatt.

Az SBL tesztlaboratórium 2017-es tevékenységei:

- Továbbfejlesztették a kézi műszerek és személyi dozimeterek tesztelésére alkalmas statikus besugárzók vezérlő egységét;
- Elkészült a statikus és dinamikus egységek vezérlő szoftverének frissítése, amely lehetővé teszi a párhuzamos munkavégzést, a kontrollált adatgyűjtést, az adatok felhasználóbarát kezelését és egyszerűbb kiértékelését;
- Sikerrel zárult az angol Symetrica cég által készített detektorrendszer (gamma és neutron detektorok) prototípusának az EUROSTARS program keretein belüli tesztelése;
- Megkezdték az ITRAP+10 (Phase II Illicit Trafficking Radiation Detection Assessment Program) projekt keretében az SRPM (Spectroscopic Radiation Portal Monitor) és a RIID (Radiation Isotope Identifiers Device) műszerek tesztelését elsősorban nukleáris anyagokkal (pl. szegényített urán, nagy dúsítású urán, természetes urán, fegyver minőségű plutónium) és különböző gammasugárzó forrásokkal (pl. NORM – Naturally Occurring Radioactive Material, orvosi és ipari források). Az elvégzett tesztek alapján a tesztlabor alkalmas kézi és fix telepítésű moduláris detektorok teljes körű statikus és dinamikus tesztelésére.

A tesztlaboratórium alkalmassá vált hátizsákban elhelyezett detektorrendszerek nemzetközi szabványok alapján történő tesztelésére. Megkezdődött a Symetrica cég hátizsákjának tesztelése.

Folytatták részvételüket a HORIZON H2020 „C-BORD" (effective Container inspection at BORDer control points) programjában, amelynek célja határállomások és kikötők számára konténerek átvilágítására és csempészáruk (pl. radioaktív, nukleáris anyagok, robbanószerek, dohányáruk, kábítószerek, stb.) felderítésére alkalmas eszközök és technológiák kifejlesztése. Az SBL a WP11 „UC Mobile Checkpoints" munkacsoport vezetője. E munkacsoport keretében Magyarország egyik határátkelő helyén (Röszke) demonstrációs gyakorlatra kerül majd sor a projektben kidolgozandó eszközök bemutatására és valós körülmények között történő tesztelésére.

A Budapesti Kutatóreaktor működésének főbb eredményei

A Budapesti Kutatóreaktor a kutatás mellett a társadalom számára igen fontos tevékenységet folytat; radioizotópot állít elő az ipar és az orvostudomány számára, amelyek nélkülözhetetlenek a daganatos megbetegedések kimutatásában, ill. azok gyógyításában.

A Budapesti Kutatóreaktor (BKR) jelenleg hazánk egyetlen nemzetközi felhasználói rendszerben működtetett nagyberendezése, amely alap-, és alkalmazott kutatások számára neutronforrásként szolgál. A kutatóreaktor körül 15 nagyberendezés működik. A berendezéseken folyó kutatómunkát a Budapest Neutron Centrum (BNC) koordinálja.

A felhasználói program keretében hazai és külföldi kutatók pályázhatnak a BKR nagyberendezéseire. A beérkezett pályázatokat nemzetközi bíráló bizottság értékeli. A berendezések nagymértékű kihasználtsága miatt a BNC kiváló és jónak minősített pályázatok számára tud mérési időt biztosítani. A felhasználói programmal, a mérési pályázatokkal kapcsolatos információk megtalálhatók a www.BNC.hu honlapon. BNC tagja a CERIC-ERIC konzorciumnak, így berendezéseinken CERIC-es kutatók is kaphatnak mérési időt a nyílt hozzáférési program keretében (Open Access). A felhasználói program nemzetközi ismertségét mutatja, hogy évente 20 országból érkeztek kutatók és végeztek méréseket a BNC berendezésein.

A kutatás mellett a BNC munkatársai komoly erőfeszítéseket tettek az ipari kapcsolatok fejlesztésére. 2016-hoz hasonlóan megjelentek az Automotive Kiállításon. A BNC standon mutatták be azokat a neutronos anyagvizsgálati módszereket, amelyek hasznosak lehetnek az autóiparban. Versenyfeladatot írtak ki a kiállítás Techtogether versenyén résztvevő egyetemi hallgatók számára. Bemutatkoztak az autóipar „Nagy évkönyv"-ében is.

A hagyományosan novemberben megrendezendő „user meeting"-et új formában szervezték meg. A rendezvénynek a „Workshop on Exploring BNC Future Activities" címet adták. A program első felében az előadások a felhasználói program keretében végzett mérésekről/projektekről szóltak, míg a 2. részben az ipari alkalmazásokra koncentráltak.

A BNC igen fontosnak tartja a jövő szakembereinek képzését, ezért 11. alkalommal szervezték meg a CETS2017 elnevezésű neutronszórásos iskolát. Az iskola programjában a két napos elméleti oktatás mellett a hallgatók méréseket végezhetnek a kutatóreaktor nagyberendezésein. https://www.iucr.org/calendar/events/types/schools/cets2017-11th-central-european-training-school-on-neutron-techniques .

A fejlődő országok nukleáris szakemberei számára tartottak tréninget az EERRI (Eastern European Research Reactor Initiative) projekt keretében. A hathetes programból egy hetet töltöttek a hallgatók a Budapesti Kutatóreaktornál, ahol a kutatóreaktorok működésével, karbantartással, hasznosítással kapcsolatos kérdésekkel ismerkedtek.

A kutatóreaktor évente átlagosan 120 napot, (12-szer 10 napos ciklus) üzemel. 2017-ben az első félévre eső javítási munkálatok miatt az őszi periódusban szinte folyamatosan (rövidebb állásokkal) üzemelt a reaktor, hogy teljesítse az elvárt üzemidőt.

b) Tudomány és társadalom

Az Intézet tevékenységéről és eredményeiről időközönként internetes hírportálokon, napilapokban, valamint rádió- és televízió műsorokban számol be.

Az Ozone Network televíziós csatorna űrkutatási témájú ismeretterjesztő műsorának (Ozone Univerzum) szerkesztésében vesznek részt.

A Környezetvédelmi Szolgálat középiskolás és egyetemi diákokat, valamint hazai és külföldi szakembereket fogadott működésének bemutatása és a tapasztalatok kicserélése céljából. Közreműködött hazai és külföldi szakembereknek tartott továbbképzéseken.

Több alkalommal tartottak előadást középiskolás diákok részére a radioaktív sugárzás és a sugárvédelem témakörben.

Több ismeretterjesztő előadást tartottak gimnazista hallgatóságnak a világűrben használt nukleáris energiaforrásokról. Az előadások a KÖMAL Ankéton és az OAH által szervezett „Atomenergiáról mindenkinek” című rendezvényeken hangoztak el.

A Budapesti Kutatóreaktor 2017-ben is számos vendéget fogadott, elsősorban diákcsoportokat.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

Az Intézet legfontosabb hazai partnerei hosszú évek óta az MVM Paksi Atomerőmű ZRt és az Országos Atomenergia Hivatal.

A Fenntartható Atomenergia Technológiai Platform (FAETP) 2017-ben folytatta tevékenységét.

A RadMag műszer fejlesztése a magnetométerért felelős Imperial College Londonnal, a magnetométer árboc nyitómechanizmusáért felelős Astronika Ltd.-vel, valamint az Európai Űrügynökséggel együttműködésben valósul meg.

Az ISS-en végrehajtott űrkísérletek az Orosz Tudományos Akadémia Orvosbiológiai Problémák Intézetével, valamint az S. P. Koroljov RSC Enyergia céggel együttműködésben valósulnak meg.

Az Intézet munkatársai részt vesznek a NERIS (European Platform on preparedness for nuclear and radiological emergency response and recovery) keretein belül a nukleáris baleset-elhárítás területén folyó nemzetközi munkában. Az EURADOS keretein belül folyó

tevékenységekben is részt vesznek a kutatók, különösen a belső sugárterheléssel kapcsolatos feladatokban, mint például az ICIDOSE (InterComparison of Internal DOSE assessment) dózisbecslési összemérésben. Az összemérés célja a közelmúltban kidolgozott „Technical Recommendations for Monitoring Individuals for Occupational Intakes of Radionuclides" (TECHREC) használhatóságának ellenőrzése. Ehhez a résztvevőknek négy esetet kellett vizsgálni, melyek olyan speciális szempontokra térnek ki, mint a korábbi radionuklid felvétel hozzájárulásnak kiszámítása rutin monitorozás esetén, DTPA kezeléssel történő dóziskiértékeléshez szükséges adatok kiválasztása, vagy a specifikus urán nuklidok dózisbecslése.

A sugárvédelmi laboratórium munkatársai részt vesznek a 2016-ban kiírt CONCERT (Coping with uncertainties for improved modelling and decision making in nuclear emergencies) pályázaton nyertes CONFIDENCE nemzetközi konzorcium munkájában, az 1. munkacsoport tagjaiként. A meteorológiai adatok bizonytalanságainak jellemzésével, számszerűsítésével, valamint azok légköri terjedésszámításra gyakorolt hatásának vizsgálatával, csökkentésével foglalkoznak.

A norvégiai IFE (Institute for Energy Technology) munkatársaival együttműködésben rész vesznek a sugárzási térben való munkavégzést segítő Halden Planner elemző program dózisszámító moduljának fejlesztésében. A fejlesztés során az inhalációs dózisokat meghatározó programmodul készül el.

Az EK együttműködési megállapodást kötött a RODOS fejlesztését koordináló szervezettel. A RODOS nukleáris baleseti döntéstámogató és elemző rendszer az EU támogatásával került kifejlesztésre. A rendszer karbantartását és további fejlesztését a Karlsruhei Műszaki Intézet (KIT) munkatársai végzik a felhasználók igényeinek figyelembe vételével. A laboratórium munkatársai 2017-ben csatlakoztak a RODOS felhasználói csoporthoz (RUG – RODOS User Group). A RUG célja, hogy koordinálja a RODOS rendszer további fejlesztési irányait.

A körmérések egyike a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség által szervezett ConvEx-3 baleset-elhárítási gyakorlathoz csatlakozott, amelyben 82 NAÜ-tagállam és 11 nemzetközi szervezet vett részt.

A hazai kapcsolatok közül jelentősek még a hazai egyetemekkel történő együttműködések, mint a BME, a Pannon Egyetem és a Szegedi Tudományegyetem.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Az elnyert nemzetközi pályázatok jelentős része az EU keretprogramjaiból származik. Ezek jelentősége abban áll, hogy a korszerű atomenergetikához kapcsolódó nemzetközi kutatásokhoz biztosít kapcsolatot.

Az Európai Űrügynökség általános technológiafejlesztési programja (GSTP) keretében elnyerték annak lehetőségét, hogy az űripar részére a kozmikus sugárzás és a mágneses tér űridőjárási célú mérésére szolgáló műszert fejlesszenek (fejlesztés B2/C/D/E/F fázisa).

Az orosz–magyar együttműködésben megvalósított űrkísérleteket a Nemzeti Fejlesztési Minisztériumtól származó pályázati forrásból finanszírozták.

Az Országos Atomenergia Hivatal „Műszaki Megalapozó Tevékenység” pályázatai jelentős szerepet játszanak az intézet legtöbb laboratóriumának életében, lehetőséget adva a hatósági tevékenység tudományos alapjainak biztosítására.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Sega M, Fábián B, Imre AR, Jedlovszky P: Relation Between the Liquid Spinodal Pressure and the Lateral Pressure Profile at the Liquid-Vapor Interface. Journal of Physical Chemistry C, 121: 12214-12219 (2017) http://dx.doi.org/10.1021/acs.jpcc.7b02573
2. Groniewsky A, Györke G, Imre AR: Description of wet-to-dry transition in model ORC working fluids, Applied Thermal Engineering, 125: 963–971 (2017) http://dx.doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2017.07.074
3. Hutli E, Nedeljkovic MS, Bonyar A, Legrady D: Experimental study on the influence of geometrical parameters on the cavitation erosion characteristics of high speed submerged jets. Experimental Thermal and Fluid Science, 80: 281-292 (2017) http://dx.doi.org/10.1016/j.expthermflusci.2016.08.026
4. Keresztúri A, Brolly Á, Panka I, Pázmándi T, Trosztel I: A methodology for the estimation of the radiological consequences of a Loss of Coolant Accident, Kerntechnik, 82(4): 461-467 (2017) http://dx.doi.org/10.3139/124.110819
5. Panka I, Hegyi Gy, Maráczy Cs, Temesvári E: Some uncertainty results obtained by the statistical version of the KARATE code system related to core design and safety analysis. Kerntechnik, 82(5): 517-526 (2017) http://dx.doi.org/10.3139/124.110826
6. Brolly Á, Halász M, Szieberth M, Nagy L, Fehér S: Physical model of the nuclear fuel cycle simulation code SITON. Annals of Nuclear Energy, 99: 471-483 (2017) http://dx.doi.org/10.1016/j.anucene.2016.10.001
7. Kiss S, Lipcsei S: Investigation of circulating temperature fluctuations of the primary coolant in order to develop an enhanced MTC estimator for VVER-440 reactors. Kerntechnik, 82(4): 406-419 (2017) http://dx.doi.org/10.3139/124.110813
8. Cifra Sz, Kreiter A, Kovács-Széles É, Tóth M, Viktorik O, Tugya B: Scytian age settlement near Nagytarcsa. Acta Archeologica Academiae Scientiarum Hungaruicae, Akadémia Kiadó, Budapest, 68: 241-298 (2017) http://dx.doi.org/10.1556/072.2017.68.2.3
9. Szabó L, Szabó J, Illés E, Kovács A, Belák Á, Mohácsi-Farkas Cs, Takács E, Wojnárovits L: Electron beam treatment for tackling the escalating problem of antibiotic resistance: eliminating the antimicrobial activity of wastewater matrices originating from erythromycin. Chemical Engineering Journal, 321: 314-324 (2017) http://dx.doi.org/10.1016/j.cej.2017.03.114

MTA ENERGIATUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT
ENERGIA- ÉS KÖRNYEZETBIZTONSÁGI INTÉZET
1121 Budapest, Konkoly Thege Miklós út 29–33.; 1525 Budapest, Pf. 49
telefon: (1) 392 2531; fax: (1) 392 2533
e-mail: belgya.tamas@energia.mta.hu; honlap: www.energia.mta.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

- Az elkezdett és a 2016-ben indított új energiatudományi kutatások folytatása illetve felfuttatása hazai és nemzetközi együttműködésben;
- A Budapesti Kutatóreaktornál működő kísérleti berendezések továbbfejlesztése és magas szintű hasznosítása nemzetközi és hazai kutatók bevonásával;
- Az energiatermelés környezeti hatásainak és rendszereinek kutatása;
- Energiaátalakító, környezetkímélő, gazdaságos és energiatakarékos kémiai módszerek kutatása.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Nukleáris analitikai kutatások

A nukleáris analitikai módszerek alkalmazásai:

A Prompt Gamma Aktivációs Analitika (PGAA), a Prompt Gamma Aktivációs Leképezés (PGAI) és a kerámiavizsgálatokban szerzett tapasztalatukra alapozva könyvfejezeteket publikáltak a Springer International Publishing kiadó könyvsorozatában.

A PGAA technikát nehezen feloldható, ezért más módszerrel nem elég megbízhatóan elemezhető Ti tartalmú katalizátorok és Fe-Cr-Ni-Mn orvosi fém fogászati implantátumok roncsolásmentes összetétel-vizsgálatában alkalmazták. Utóbbiakat az angliai ISIS neutronforrásnál is vizsgálták, és megállapították, hogy a Budapesti PGAA berendezés kimutatási határai összességében kedvezőbbek.

Tovább bővítették a régészeti és geológiai obszidián minták PGAA analízisén alapuló kémiai összetétel adatbázist, ezzel is javítva az obszidián régészeti tárgyak eredet-meghatározásának megbízhatóságát. Részben az IPERION CH Transnational Access keretében, Lengyelországból és Romániából származó régészeti leletek (pl. penge-, nyílhegytöredékek) vizsgálatát végezték el. A lengyel régészeti leletek az un. kárpáti 1-es, míg a romániaiak a kárpáti 1-es és 2-es nyersanyag típushoz köthetők. Módszertani tanulmány jelent meg a PGAA, kézi XRF és NAA módszerek alkalmazhatóságáról régészeti obszidiánok proveniencia vizsgálatában. Tanulmányt publikáltak koreai, ill. japán obszidián nyersanyagok PGAA és EDXRF, ill. WDXRD, ICP-MS, NAA módszerekkel végzett vizsgálatáról, melyben jó egyezést találtak a különböző módszerek eredményei között. Átfogó PGAA, SANS, Mössbauer spektroszkópiás és TEM méréseket tartalmazó alapkutatást végeztek a ritka előfordulású, kárpát-medencei mahagóni (vörös) obszidiánokon és geokémiai magyarázatot adtak a vörös színváltozat kialakulására, amely a képződés körülményeinek pontosabb megismerése által a lelőhelyeinek pontosabb meghatározásához nyújt új információt.

Lezárult a K 100385 sz. NKFIH OTKA pályázat, melynek keretében a pattintott és a csiszolt kőeszközök nyersanyagainak geológiai eredetével (provenienciájával) kapcsolatban értek el új

eredményeket, amelyekről 2017. márciusban, a Magyar Nemzeti Múzeum Archeometriai Műhely rendezvényén számoltak be.

Az IPERION CH projekt keretében régészeti kerámia és bronz tárgyak, valamint üvegek összetétel-vizsgálatának eredményét publikálták.

Nukleáris reaktorok atommagadatainak meghatározása és elméleti leírása

Hidegneutron-nyalábos kísérletek segítségével meghatározták a ^{113}Cd sugárzásos neutronbefogása során keletkező prompt-gamma fotonok energiaeloszlását a spektrumvisszabontás módszerével, melyet extrém statisztikus modellel sikeresen leírtak. Új, az eddiginél pontosabb hatáskeresztmetszeteket határoztak meg két különböző metodikával az $^{54}Fe(n, \gamma)$ és az $^{56}Fe(n, \gamma)$ magreakciókra. A Gen-IV nukleáris reaktorok hőtechnikai tervezéséhez szükséges $^{239}Pu(n_{th},f)$ reakció prompt hasadási gamma-sugárzásának energiaeloszlását határozták meg és publikálták az IRMM kutatóival együttműködésben. Összefoglaló cikket jelentettek meg a hatáskeresztmetszet-könyvtárak alkalmazhatóságáról a non-proliferációs területen. A Budapesti Kutatóreaktorban elérhető reakciósebességeket határoztak meg az orvosi célú ^{99}Mo izotóp előállításához. Az IAEA által szervezett összemérésben mind az aktiválásban, mind a minőségellenőrzésben alkalmazandó spektroszkópiában kiválóan szerepeltek. Összefoglaló publikációt jelentettek meg az ILL EXILL mérési kampányában, nemzetközi együttműködésben elért eredményeikből.

Neutronos és röntgen képalkotó eljárásokon alapuló kutatások

A svájci Paul Scherrer Intézettel (PSI) együttműködési megállapodást kötöttek a neutronos képalkotás témájában. Ehhez kapcsolódva a neutrontomográfiában a térbeli felbontás mérésére alkalmas tesztobjektumokat dolgoztak ki és megmutatták, hogy egy gömb felületén értelmezve az él-válasz függvényt a felbontást bármilyen irányban meg lehet határozni. Gyorsneutronokra érzékeny szcintillációs ernyőket fejlesztettek, amellyel a gyorsneutronos tomográfiás képalkotás során 1,3 mm-es térbeli felbontást értek el. A teszt és valódi ipari tárgyakkal végzett kísérletek világosan mutatták a gyorsneutronok előnyeit: a fém és a H-tartalmú részek egyszerre vizsgálhatók.

Ősi és modern tárgyak öntési hibáinak szisztematikus vizsgálatát végezték tomográfiai adatok alapján. A bronzkori tárgy esetében a porózus szerkezetet roncsolás-mentesen, digitális adatokból jellemezték, és fémkiválást találtak, melyet PGAI módszerrel az öntési eljárás során fellépő ólomdúsulásként azonosítottak. A tomográfia egy gömbgrafitos vasból készült modern ipari öntvényben lokalizált öntési hibát mutatott ki, mely alapján megkezdődött az öntési folyamat fejlesztése az érintett vállalatnál.

Kutatási programot indítottak porózus anyagok (geológiai, paleontológiai, kerámia, stb.) roncsolás-mentes neutron és röntgentomográfiás vizsgálatára, melynek során elsőként kerámiaedények falában lévő pórusok és szálak orientációját határozták meg. Ez az információ elsődleges fontosságú a készítési technika szempontjából. Az eredmények arra utalnak, hogy a minták egy részénél hurkatechnikát, egy másik mintacsoportban pedig valószínűleg sulykolásos technikát alkalmaztak.

A Szépművészeti Múzeummal együttműködve a Leonardo Da Vinci-nek tulajdonítható *Lovas szobor* neutrontomográfiáját, illetve a Nemzeti Múzeum gyűjteményébe tartozó lefoglalt bronzlemezt vizsgálták. A *Lovas szobor* esetében, a művészettörténeti értelmezést segítendő, az eredmények a világon első alkalommal mutatták meg a finom 3D belső szerkezetet és a viaszveszejtéses öntési technika maradványait. A bronzlemezre vonatkozó eredmények azt mutatták, hogy a műtárgy technológiai karakterei nagyon hasonlítanak a késő bronzkori és a

korai vaskorban lévő fémlemez üstökhöz, cáfolva a harci pajzsként történő korábban elfogadott értelmezést.

Az ANCARA szuperkritikus hurok esetében a radiográfiás képek és a pszeudokritikus víz termofizikai tulajdonságainak együttes kiértékelésével kimutatták, hogy a neutrongyengítés csökkenésében a fő tényező a vízsűrűségnek a hőmérséklet emelkedésével történő csökkenése. Ezek a számszerű adatok segítik a BME Nukleáris Technika Intézetében folyamatban lévő CFD szimulációk validálását.

Neutronos képalkotással és a PGAI módszerrel az olaszországi Velencéből származó épületekben használatos kőmintákat vizsgáltak. A jelenleg fejlesztés alatt álló, helyfüggő elemösszetételt és neutronos képalkotást kombináló módszer célja a helyszíni építőmérnöki vizsgálatokból származó mennyiségi és minőségi információnyerés bizonytalan értelmezésének leküzdése. A javasolt módszer az eddigi roncsolás-mentes (hang és/vagy ultrahang) és roncsolásos (mechanikai mintavétel és esetleg kémiai analízis) vizsgálati technikák eredményeit (az anyagok különböző mechanikai és fizikai paraméterei) adatbázis szinten összeköti a minták által felszívott tengervíz mennyiségével és sótartalmával.

2017. október 11–13 között az MTA Székházban, a szakma jelentős kutatóinak jelenlétével megrendezték a NINMACH 2017 (Neutron Imaging and Neutron Methods in Archaeology and Cultural Heritage) nemzetközi konferenciát, amelynek nagy sikere volt a résztvevők között.

Mössbauer spektroszkópia alkalmazásai

Vasat kis mennyiségben tartalmazó mikro- és mezopórusos ferriszilikátok (Fe-FER, Fe-MFI és Fe-SBA) szerkezetvizsgálatát végezték el pozitron-annihilációs és Mössbauer-spektroszkópiás mérésekkel. A mikropórusos szerkezetekben (FER, MFI) a kis pórusméret miatt rövid maximális pozitrónium élettartamokat lehetett detektálni (20 ns), a vas adalékolás csak kissé csökkentette a pozitrónium élettartamot (15 ns). Mezopórusos rendszerekben a vasadalékolás pozitrónium kioltó hatása kifejezettebb volt, az 51 ns maximális élettartam 35 ns-ra csökkent. A Mössbauer-spektroszkópia módszerével a vasionok egyenletes eloszlását bizonyították a ferriszilikátokban.

Vasionok redukciós/oxidációs kezelések hatására bekövetkező helyzetváltoztatását vizsgálták in situ Mössbauer-spektroszkópiával mikropórusos (Fe-FER, Fe-MFI) és mezopórusos (Fe-MCM-41) ferriszilikátokban. Kimutatták, hogy a vasionok $Fe^{3+} \Leftrightarrow Fe^{2+}$ oxidációs állapotváltozásai az ionok rácsbeli elhelyezkedésének részleges megváltozásával is járhatnak. Mikropórusos szerkezetekben Si—O-Fe^{3+}-O-Fe^{2+}-O-Si vegyes oxidációs állapotú centrumok is stabilizálódhatnak. A mezopórusos rendszerek szerkezete részben amorf, így a $Fe^{3+} \Leftrightarrow Fe^{2+}$ átalakulás teljesebb az oxidációs/redukciós kezelések során, ugyanakkor a vasionok átrendeződése kisebb mértékben ugyancsak megfigyelhető.

A Kínai Tudományos Akadémia kutatóival együttműködésben vizsgálták új típusú, mag-héj szerkezetű, mezopórusos szilikátba foglalt kobalt-ferrit nanorészecskék szerkezetét és kimutatták, hogy szerves festék szennyezőanyagok lebontását célzó reakcióban mutatott katalitikus aktivitása magasabb, mint a hagyományos hordozós katalizátoré. A nanorészecskék ^{57}Fe Mössbauer-spektrumainak analízise útján meghatározták a spinell szerkezetű ferrit inverziófokát. Hasonló célból vizsgálták kobalt-ferrit, Co-Fe ötvözet és Co-Fe nitrid nanoszemcsés porok szerkezetét és katalitikus aktivitását, melyek közül az ötvözetet a katalitikus aktivitás, a nitridet pedig a stabilitás szempontjából találták kiemelkedőnek. Brazil kutatókkal közösen vizsgálták a tudományos adatbázisok szerepét, lehetőségeit és kilátásait a Mössbauer-spektroszkópia területén.

Környezetfizikai kutatások

A Sztochasztikus Tüdőmodell fejlesztése

A Sztochasztikus Tüdőmodellben az alfa-nyomok generálására a korábbi polárkoordináták helyett gömbi koordináták kerültek alkalmazásra, melyekkel realisztikusabb irányeloszlás valósítható meg. Lehetővé vált a légutakat borító nyákban, a légúti epitéliumban, illetve a célsejtek magjaiban megtett alfa-úthosszak eloszlásának és ebből adódóan a leadott energia mennyiségek és a sejtmagdózisok számításának pontosítása. A számítások alapján megállapítást nyert, hogy mind a szövet, mind az elnyelt sejtmagdózisok jóval nagyobbak kisméretű (néhány nm-es), illetve durva (több μm-es) részecskék belégzése esetén a bronchiális régióban, mint a közepes méretű (néhány száz nm-es) részecskék esetében. Az eredmények alapján az elnyelt tüdődózis szájlégzés esetén számottevően nagyobb, mint orrlégzés során.

Összehasonlításra került a primer depozícióból származó, azaz mukociliáris tisztulás nélkül adódó dózisterhelés, valamint a depozícióból és tisztulásból együttesen származó radon-leányelem okozta dózisterhelés a bronchiális régió valamennyi légúti generációjában. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a 3-5. légúti generációkban – ahol a legnagyobb a terhelés mértéke – a tisztulásból származó terhelés nagyjából megduplázódik. Ez arra is rávilágít, hogy azon dozimetriai modellek, amelyek elhanyagolják a tisztulás hatását, egy kettes faktorral alulbecsülik a centrális légúti terhelést.

Mivel a Sztochasztikus Tüdőmodell leírja a légutakon belüli realisztikus aktivitáseloszlást, megfelelő adaptációval alkalmassá tehető a kis gamma-energiájú inhalált radioizotópok egésztestszámlálós mérése pontosságának növeléséhez. A 2017. év során kiválasztásra került az LLNL fizikai fantom, ami egy nemzetközi összemérésekben széleskörűen alkalmazott mellkas fantom. Ehhez beszerzésre került a Karlsruhei Egyetemről e fantom digitalizált változata, azaz az LLNL voxel fantom. Ezen kívül kifejlesztésre került egy olyan output file, amelynek formátuma megfelel az egésztest-számlálónál alkalmazott Monte Carlo dózisszámító kód inputjának.

Numerikus áramlástan alapú belső dozimetriai modell kifejlesztése és alkalmazása

A radioaktív aeroszolok a légző rendszerben kiülepedve inhomogén aktivitás-eloszlást eredményeznek. A 2017-es évben egy olyan numerikus áramlástan alapú dinamikus modell került kifejlesztésre, amely figyelembe veszi a légúti primer radioaeroszol kiülepedést és a nyáktisztulást. A modell mind makroszkopikus méretekben, mind mikroskálán képes jellemezni az inhomogén sugárterhelést, lehetővé téve az eddigieknél pontosabb belső dozimetriai és mikrodozimetriai leírást. A modellt uránbányák és lakások esetére alkalmazták. Megállapították, hogy a modell alkalmas a dóziskonverziós tényezők számítására is.

Vizsgálták az asztma és COPD terápiájában leggyakrabban használt por alapú aeroszol gyógyszerek légúti kiülepedése levegő benntartási idejétől való függését. Megállapították, hogy a gyógyszerbevitel során alkalmazott légzési szünet eszköz- és gyógyszer specifikusan hat a légúti depozícióra. A légzési szünet a kis részecskés gyógyszerek (egy-két mikrométer átmérőjű) légzőrendszeri kiülepedés eloszlására van a legnagyobb hatással.

A kiégett üzemanyag, a nagyaktivitású és hosszú élettartamú radioaktív hulladékok végleges elhelyezése

A nagyaktivitású hulladékok tárolójából sérülés esetén kikerülő radionuklidok szorpciójának módszertani vizsgálatát tervezték meg a tárolót körülvevő komplex geokémiai mátrixban. A kísérletsorozatot, öt kulcs-radionuklidra vagy ezek kémiai analógiájára dolgozták ki, hat új

Bodai Aleurolit Formáció fúrási mag mintára. A makroszkopikus szorpciós kísérletsorozatot a ^{137}Cs(I), ^{63}Ni(II), ^{152}Eu(III)/^{154}Eu(III), ^{79}Se(IV) és a ^{233}U(VI) ionokra dolgozták ki.

A nagyaktivitású radioaktív hulladékok kondicionálására kifejlesztett boroszilikát mátrix-üveghez különböző koncentrációban aktinoidákat kémiailag modellező lantanoidákat adtak, hogy meghatározzák az optimális mátrix-hulladék arányt. Az így előállított üvegek szerkezetvizsgálatát neutron- és röntgendiffrakciós mérésekkel végezték. A 3D atomi konfiguráció modellezésére pedig a fordított Monte Carlo szimulációs programot használták. Megállapították, hogy az alap-szerkezet felépítésében a SiO_2 és B_2O_3 oxidok játszanak szerepet. Az atomi szerkezeti paraméterek azt mutatták meg, hogy a mátrix-üveg 30 m/m% CeO_2, Nd_2O_3 és Eu_2O_3 vegyületeket (a Pu, Am, Cm helyett) tud stabilan megkötni. A másod-szomszédtávolságok – Si,B-Ce, Si,B-Nd, Si,B-Eu – pedig arra adtak választ, hogy a lantanoidák az amorf szerkezet felépítésében is szerepet játszanak, kapcsolódnak a szerkezet-alkotó Si és B atomokhoz és stabilan épülnek be a mátrix-üveg szerkezetbe.

Az EK részvétele az Európai Spallációs Forrás (ESS) tervezésében és építésében

Az EKBI kutatói és mérnökei tervezik az ESS Makromolekeláris Diffrakciós Csatornájához (NMX) a nyalábcsatorna és a kísérleti kamra sugárvédelmét. Véglegesítették az alaprajzot, a megközelítést és a bejáratot.

Az ESS együttműködés keretében továbbfejlesztették az ILL és az ESS által közösen fejlesztett Multi-Grid neutron-detektor Monte Carlo modelljét. A kifejlesztett modellt az ILL IN6 és az SNS CNCS berendezésén tesztelt prototípusok mérési eredményeivel validálták. Így a modell a továbbiakban alkalmazható a detektor árnyékolásának optimálására, amellyel a jel-háttér arány növelhető. A modellel megkezdték a detektor geometriai paramétereinek szórtneutron-háttérre gyakorolt hatásának vizsgálatát.

A SINE2020 projektben, neutron sugárzás elleni biológiai védelem anyagainak (fém és beton minták) neutron aktivációját vizsgálták a Budapesti Kutatóreaktorban besugarazott mintákon.

Energiarendszerek kutatási téma

Griffiths effektusok villamos hálózati modellekben

Ahogy a megújuló energiatermelés aránya nő, a villamosenergia-hálózatok egyre heterogénebb összetételűvé válnak, ez pedig a deszinkronizáció növekedésével jár együtt. A topológiai és belső rendezetlenséget másodrendű Kuramoto modellel vizsgálták, homogén rácsszerkezetek és villamosenergia-hálózati topológiákra. Céljuk az volt, hogy leírják a deszinkronizációs átmenetet, a fluktuációkat és a letörési lavinák eloszlását, melyek számos un. blackout jelenségnél voltak megfigyelhetők. Vizsgálták továbbá ún. Griffiths effektusok létrejöttének lehetőségét is. A Kuramoto modell együtthatóit negyedrendű Runge-Kutta módszerrel vizsgálták, miközben a belső frekvencia paraméteren keresztül heterogenitásokat vittek a rendszerbe. Vizsgálták a globális fázis szinkronizáció rendparamétereit és meghatározták a statikus/dinamikus fázisátmenetek viselkedését. A fázisátmenetek elsőfokúnak bizonyultak, mely ellentmond az egyszerű Kuramoto modellnek, a hiszterézis jelenségét pedig csak bizonyos csatolási paraméter esetén figyeltek meg.

Napenergia hasznosítása

A VEKOP-2.3.2-16-2016-00011 pályázat támogatásával vizsgáltak napelemes rendszereket. E rendszereket nem a termelés sztochasztikuságuk miatt szükséges modellezni, hanem a napon belüli változékonyságuk miatt. Kidolgoztak egy eljárást, melynek segítségével jól definiált időjárási viszonyokra elkülöníthetők a napos, felhős vagy változékony időjárásra

jellemző görbék. Az eljárás változó paramétereit a napon belüli változások mennyisége és jellege, valamint a termelt energia teljes mennyisége adja. Módszerüket összehasonlították más nemzetközi eljárásokkal, illetve adaptálták a magyarországi idősoros adatok speciális tulajdonságaira. Áttekintették, hogy a villamosenergia-rendszerirányítók milyen eljárásokat használnak a rendszerterhelés becslésére. Megvizsgálták az előrejelzési modell bemeneti paraméterekre való érzékenységét, illetve összegyűjtötték azon további paramétereket, melyekkel a becslési eljárás pontosítható.

A „Napenergia-hasznosítás optimalizálása" kutatás célja a magyarországi viszonyok között lehetséges maximális napenergia-hasznosítás útjának meghatározása fotovillamos és kollektoros hasznosítás révén. A kutatási módszertant két fő adatbázisra alapozták, ezek az EPBD direktívára alapozott Nemzeti Épületenergetikai Stratégiához használt épülettipológiák, illetve a járási szintű napenergia-potenciál értékek. A két adatbázis felépítésében a csoport az előző évben vett részt. A fotovillamos, illetve kollektoros hasznosítás közötti döntés támogatására a KSH-tól rendelkezésre álló adatokat is felhasználták, míg a folyamat fő bemenetét a maximálisan hasznosítható primer energia mennyisége, a háztartások meleg víz és villamosenergia igénye, illetve a havi becsült termelés nagysága adta.

Energetikai döntés előkészítő kutatás

Kutatásuk célja a hazai rövid és középtávú energetikai szcenáriók kidolgozása gazdasági és környezeti szempontok alkalmazásával, kiemelt figyelemmel a nukleáris és megújuló energiaforrások felhasználására. A hazai hő és villamosenergia-rendszer középtávú lehetőségeit nagyfokú bizonytalanság övezi. A villamosenergia-ellátásban a hiányzó, versenyképes kapacitás gazdaságos betöltése, míg a hő szektorban a rosszhatásfokú, környezetterhelő egyéni fűtés esetleges kiváltása a központi feladat. Munkájukban a korszerű technológiák ismeretében kerültek összeállításra energetikai forgatókönyvek, melyek környezeti és gazdasági szempontból is a fenntarthatóság irányába mozdítanák el a hazai termelést. Az ideális energiamixek és a hozzájuk tartozó technológiák kiszámítása, szállítási feladatként történt, ahol a kínálati pontokat 24 órás szezonális profil, míg a keresleti pontokat a szezonális hő és az órás villamosenergia-igény biztosította.

Környezetkímélő és energiatakarékos sugárkémiai kutatások

Vízben oldott szerves szennyezők lebontása nagyenergiájú sugárzással.

A penicillin és makrolid típusú antibiotikumok esetében az antimikrobiális hatás változását követték nyomon besugárzás hatására. Kifejlesztettek egy módszert, amellyel követni lehet, hogy antibiotikumok hatására hogy változik a rezisztens és nem rezisztens baktérium populáció aránya. A teszt a kevert antibiotikum populáció dinamikáján alapul a MIC (minimum inhibitory concentration) alatti koncentrációjú antibiotikum jelenlétében, szintetikus szennyvíz mátrixban. Érzékeny és rezisztens *Staphylococcus aureus* törzsek 1:1 arányú keverékét adták a teszt közeghez és kolóniaszámlálással meghatározták a rezisztens mutánsok arányát 24 órás inkubálás után. A teszt kidolgozásával meghatározták az ionizáló sugárzás azon dózisát, amely a baktériumok inaktiválásához szükséges.

A szennyvízben a kezelés során lezajló reakciók modellezéséhez egy olyan mátrixot állítottak elő, mely kinetikailag releváns megfelelője a valós, tisztított szennyvíznek. Ezt a mátrixot olyan arányú antibiotikummal szennyezték, mely szintén tükrözi a valós helyzetet. A komplex szennyvíz mátrix antimikrobiális aktivitásának eltávolítását vizsgálták különböző mikrobiológiai tesztek segítségével a besugárzás függvényében. A tesztek kimutatták az eritromicin antibakteriális aktivitását *Staphylococcus aureus* törzzsel szemben. Besugárzás hatására az antibakteriális aktivitás teljes eltűnését tapasztalták, annak ellenére, hogy a

sugárzással előállított reaktív gyökök nagy része a tisztított szennyvízben lévő szennyező molekulákkal reagált.

Polimerek módosítása sugárzásos ojtással

Hidroxietil-cellulóz (HEC) alapú akrilsav (AAc) tartalmú, térhálós szuperabszorbens géleket állítottak elő vizes oldatból sugárzásos iniciálással. Meghatározták különböző körülmények között az AAc hatását a gél tulajdonságaira. A cellulózt AAc-val helyettesítve már kis (1-5%) koncentrációnál megnőtt a gélarány, csökkent a duzzadás vízben. Akrilsav jelenlétében a gél szintézishez kisebb dózisra és oldat koncentrációra volt szükség. A Hidroxietil-Acrilate (HEA) molekulatömege is hatással volt a gélesedésre, a nagyobb molekulatömegű HEC jobb gél tulajdonságokat eredményezett. Az AAc a hidrogélek elektrolit érzékenységét is befolyásolta. Az érzékenység függ az akrilsav arányától. Míg a tiszta HEC nem érzékeny az oldószer ionerősségére, a HEC/AAc gélek vízfelvétele csökkent a sókoncentrációval.

Energiatakarékos, környezetkímélő és gazdaságosságot elősegítő felületkémiai és katalitikus kutatások

A mesterséges fotoszintézis fogalomköre megérdemelten kap egyre nagyobb figyelmet. Az egyik potenciális alternatívának tekinthető a környezetbarát energia előállításában, legyen az a szén-dioxid elektrokémiai redukciója, vagy katalitikus vízbontás. A Joint Center for Artificial Photosynthesis, Berkeley kutatólaboratórium munkatársaival együttműködésben sikerült egy olyan összetett rendszert kifejleszteni, amely a növényeknél hatékonyabban (!) alakítja át a CO_2-t szénhidrogénekre (alkoholokra), közvetlenül napenergia felhasználásával. A munkát a rangos *Energy Environ. Sci.* folyóiratban publikálták.

Elektrokatalitikus oxigénfejlesztő reakcióban, elágazó láncú tetrapeptidek réz(II)komplexeinek vizsgálatával megállapították, hogy aktivitást csak az aszparaginsavat C-terminális helyzetben tartalmazó konstitúciós izomerek mutatnak, amelyekben a karboxilát csoport ekvatoriális helyzetben koordinál a rézionhoz. Ezzel szemben, ha ez a csoport N-terminális helyzetben található, ott az elektrokatalízist gátolja. A vizsgált rendszerek nagy toleranciát mutatnak kloridionra, ami fontos gyakorlati szempont sótartalmú vizek elektrolízisénél. A katalízishez bázikus pufferként alkalmazott foszfát-elektrolit inhibíciós hatása hozzájárul az elérhető legnagyobb katalitikus sebesség korlátjához.

Elektrokémiai vízbontás katód-bevonataként, hidrogénfejlesztő reakcióban (HER) alkalmazott $MoS_{2-x}O_x$ katalitikus aktivitását hasonlították a H_2S atmoszféra alatt re-szulfidált 2D MoS_2 felületéhez. A mérések eredményei bizonyították, hogy a 2D $MoS_{2-x}O_x$ kristályok HER katalitikus aktivitása nagyobb a redukált tiszta 2D MoS_2 fázishoz képest, ugyanazon polarizáltság esetén nagyobb a felületen átfolyó áramsűrűség.

Kétfémes, hordozós, Au-tartalmú nano-katalizátorokat vizsgáltak alkoholok szelektív oxidációjában, Ag, Cu, Ru és Ir második fémmel. A kétfémes szerkezet és a katalitikus hatás összefüggését tárták fel benzil-alkohol, mint modell szubsztrátum oxidációjában. Ez alapján a második fém egyfémes katalizátorként az Au-katalizátorhoz képest elhanyagolható aktivitást mutat, ami arra utal, hogy a katalitikus átalakuláshoz feltétlenül szükséges Au-centrumok jelenléte. A második fém hatása tehát az, hogy egyrészt módosítja az Au aktív centrumok aktivitását, másrészt azok egy részét lefedi. Az oxidációs képességet épp ezért azonos Au-centrum számra vonatkoztatva célszerű megadni. Az alumínium-oxid hordozós, Au-tartalmú Au/M=1/1 atomarányú katalizátorokról CO adszorpciós vizsgálatok segítségével becsülték az Au atomok felületi koncentrációját, ami a következő sorrendben csökkent: Au>AuCu≈AuAg(Au/Ag=4/1)>>AuRu≈AuIr>AuAg. Ennek figyelembevételével az AuRu esetében jelentős, míg AuIr és AuAg esetében sokkal kisebb szinergikus kölcsönhatást

feltételeznek, miközben az utóbbi Au-ra vonatkoztatott fajlagos aktivitása sokszoros. Az AuCu esetében ugyan ez az aktivitás egyértelműen a legnagyobb, mégis kisebb mértékű szinergizmust valószínűsítenek, mint az AuRu együttműködésben. A kétfémes katalizátorok aktivitását a tapasztalatok szerint a második fém minősége mellett hasonló, vagy akár nagyobb mértékben meghatározza a két fém elhelyezkedése, a felületei atomaránya, továbbá a szegregációs hatások, amelyek a preparálási körülményekkel bizonyos mértékig befolyásolhatók, és így a legaktívabb szerkezetek részaránya növelhető.

Biogáz, vagy a nagy CO_2 tartalmú földgáz hasznosítására alkalmas kiemelt célreakció a metán száraz reformálása ($CH_4+CO_2 \rightleftharpoons 2CO+2H_2$). A katalizátor szeneződésének csökkentését célozva folytatódtak a SiO_2 hordozós Ni, NiIn illetve a ZrO_2 hordozós Ni, NiPt katalizátorok vizsgálatai. A Ni, Pt és kétfémes NiPt/ZrO_2 katalizátorok tanulmányozása során sikeresen 1) kifejlesztettek és jellemeztek egy Na_2O-dal promoveált Ni katalizátort, mely nemesfém jelenléte nélkül is aktív és stabil volt modell biogáz átalakításában, 2) meghatározták az egyes reakciólépeseket jelzett reaktánsok alkalmazásával és 3) feltérképezték a felületi szén képződési útjait egyes katalizátorrendszerek esetén. A nikkelhez 15 at% platinát adva csak az impregnálással, de Na_2O hozzáadása nélkül készült katalizátornál volt tapasztalható aktivitás-növekedés, míg az összes kétfémes mintán több felületi szén rakódott le, mint a megfelelő egyfémes mintákon. Ezt azzal magyarázzák, hogy a kétfémes részecskékben a Ni teljesen fémes marad a reakció során, így fokozódik a metán teljes disszociációja és a szeneződés. A száraz reformálás alatt káros szénlerakódást nem mutató, ezért perspektivikus és újszerű NiIn minták vizsgálatai során sikerült meghatározni, hogy redukció után egyenletes eloszlással NiIn és Ni_2In kétfémes részecskék vannak jelen a SiO_2 hordozón, és ezek mérete a 24 órás katalitikus reakció végén kisebb, mint a referencia Ni mintán mért részecskeméret. Nagynyomású XPS méréseket is végeztek (Prágai Károly Egyetem a CERIC ERIC támogatásával) metán és mindkét reaktáns jelenlétében, amelyek arra engedtek következtetni, hogy a metán bomlása során a Ni felület szerkezeti és oxidációs állapotváltozáson megy keresztül.

Üzemanyag biomassza tartalom meghatározása területén a Leuveni Katolikus Egyetemen (Belgium) Prof. Bert Sels csoportjával (Felületkémia és Katalízis Centrum) együttműködést kezdeményeztek, melynek keretében petroléter és referencia minták ^{14}C-tartalmát mérték folyadék szcintillációs módszerrel. A számolt biomassza tartalmak, részaránytól függően jó egyezést mutattak más módszerrel nyert eredményekkel, ezért a témában további együttműködés (az Eindhoveni Műszaki Egyetemmel) és közös publikáció várható.

b) Tudomány és társadalom

A sugárvédelmi kutatások területén régóta léteznek azok az adatbázisok, amelyek lehetőséget adnak a nyers adatok tárolására, illetve adott körökben való közzétételére. Ugyanakkor a Környezetfizikai Laboratórium vezetésével készült felmérésből is kiderült, hogy ezek ismertsége és használata kiábrándítóan alacsony. A felmérés eredményei hamarosan megjelennek a Radiation Protection Dosimetry című folyóiratban.

Idén is részt vettek az Intézet dolgozói a Hungexpo Automotive Hungary 2017 kiállításon, hogy népszerűsítsék a neutronos analitikai lehetőségeket, amelyet a Budapesti Neutron Centrum nyújt: https://twitter.com/BNCHungary/status/921013719093559302

Egyik munkatársuk fő szervezője volt a nagy sikerű „A fizika mindenkié” című országos, a tudományt és ezen belül a fizikát népszerűsítő programsorozatnak, melyet az ELFT koordinált és az MTA EK is támogatott. A program részleteiről az alábbi linkeken lehet további információt szerezni: http://afizikamindenkie.kfki.hu/?q=archivum-2017

Ismeretterjesztő publikációt jelentettek meg a Fizikai Szemlében a neutronos képalkotó módszerek alkalmazhatóságáról.

Együttműködést kezdtek a Szépművészeti Múzeum munkatársaival, mely keretében egy Leonardo Da Vincinek tulajdonított, kiemelt jelentőségű bronz lovas szobor szerkezetvizsgálatát végezték. Az eredményekről egy képekkel gazdagon illusztrált múzeumi kiadványt készítettek, amelyben új megvilágításba helyezték a tárgy készítés technikáját.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

Megszervezték a 2nd International Conference on Neutron Imaging and Neutron Methods in Archaeology and Cultural Heritage (NINMACH) rendezvényt, ahol 66 fő vett részt és a szakterület vezető kutatói tartottak előadást.

Együttműködési megállapodást kötöttek a svájci Paul Scherrer Intézet (PSI) világszinten is élen járó neutronos képalkotó (NIAG) csoportjával. Ennek megalapozása céljából egy vendégkutatót fogadtak egy hétre.

A Budapesti Neutron Centrumban fogadták az European Spallation Source ERIC két vezetőjét és bemutatták az együttműködés lehetőségeit.

Kapcsolatot alakítottak ki a Dalian Institute of Chemical Physics (DICP) kutatóival Mössbauer spektroszkópia témakörében.

Ipari felhasználók részére analitikai és radiográfiai méréseket végeztek.

Transnational Access (TNA) program keretében tíz külföldi kutatócsoportot fogadtak és közös kísérleteket végeztek a Budapesti Neutron Centrumban, a kulturális örökségkutatás, az anyagtudomány és a magfizika területén.

Az Intézet munkatársai aktív részt vállaltak a sugárvédelmi tárgyú kutatások európai szintű integrációjában a „European Joint Programme for the Integration of Radiation Protection Research" című – rövid nevén „CONCERT" – integrált európai projektben. A Kutatóközpont úgynevezett „Program Manager" e projektben. Közreműködtek a támogatott tanfolyamok színvonalának értékelésében és a kutatási adatok nyílt hozzáférésének lehetővé tételében.

Az EURADOS (European Radiation Dosimetry Group) Belső Dozimetria munkacsoportjában korábban létrehoztak egy mikrodozimetriai szekciót 10 országból 29 résztvevővel. Ennek keretében vizsgálták, hogy a térben egyenetlen dóziseloszlásokat hogyan lehet figyelembe venni a sugárvédelmi szabályozásban.

Egy COST projektben szakmai kapcsolatot alakítottak ki a Brnói Műszaki Egyetemmel és az Athéni Demokritos Kutatóközponttal.

Egy másik COST projekt szervezésében vezetőként vesz részt az Intézet egy dolgozója, melynek célja a sugárvédelmi kutatások területén dolgozó fiatal kutatók integrálása, továbbá képzések biztosítása számukra.

A sugárkémia területén a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség közvetítésével együttműködnek, mintegy 20 országgal. Együttműködő partnereik közt van a kínai Tsinghua University, Beijing, a török Turkish Atomic Energy Authority, Ankara, valamint a koreai EBTech, Daejon.

Felületkémiai és Katalízis témában 2017-től januártól az Lawrence Berkeley National Laboratory és a Joint Center of Artificial Photosynthesis munkatársaival együttműködésben elektrokatalizátorok fejlesztése és finomszerkezetének meghatározása folyik.

Öt évre szóló együttműködési keret-megállapodást írtak alá a kínai Xi'an-ban működő International Research Center for Renewable Energy (IRCRE) kutatási igazgatójával fotoelektrokatalitikus rendszerek kutatásának témakörében.

CNR-MTA kétoldalú nemzetközi egyezményen alapuló közös kutatási projekt keretében (2016-2018), kölcsönös látogatások és mérések történtek. A partnerek: Italian National Research Council (CNR), Institute of Molecular Science and Technologies és Department of Inorganic, Organometallic and Analytical Chemistry, University of Milan.

Kínai–magyar TéT mobilitási projekt keretében foglalkoznak a nagy hatékonyságú és stabil hordozós arany katalizátorok előállításával, jellemzésével, valamint alkalmazásukkal energiatakarékos és környezetbarát folyamatokban. A partner – a Dalian Institute of Chemical Physics, Chinese Academy of Sciences – hidroxiapatit hordozós Au katalizátormintákon XPS és FTIR spektroszkópiával követett CO adszorpciós vizsgálatokat végzett.

"Study of surface changes on supported Ni-In catalysts by NAP XPS during dry reforming of methane" CERIC-ERIC pályázat keretében nagynyomású XPS vizsgálatokat végeztek a Prágai Károly Egyetemen.

Oktatási tevékenység

A BNC keretében, előadások és laborgyakorlatok tartásával, részt vettek a 2017-es Közép Európai Neutron Iskola (CETS) lebonyolításában.

Az ELTE TTK-n, geológus és archeometria szakos MSc- és PhD-hallgatóknak szóló nukleáris elemanalitikai módszerek és alkalmazásaik a földtudományi és archeometriai kutatásokban I-II című tárgy oktatásában a labor öt munkatársa előadóként, két további gyakorlatvezetőként vett részt. A tárgyhoz az interneten is hozzáférhető segédanyagok érhetők el (http://energia.mta.hu/hu/ELTE-NEMA).

BME és ELTE MSc-hallgatóknak tartottak laborgyakorlatot az év folyamán több alkalommal (összesen kb. 100 fő).

A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (IAEA) által delegált marokkói vendégkutatókat fogadtak, és tanácsot adtak az ottani PGAA és NAA labor beindításához.

Egy török PhD-s diákot fogadtak a gamma-erősségfüggvény meghatározási technikájának oktatása céljából.

A BNC bemutatkozott a Magyar Járműgyűrtók Országos Szövetsége (MAJOSZ) éves közgyűlésén.

Meghívott előadással járultak hozzá a Párizsban megrendezett 2nd IPERION Doctoral School eseményhez.

A sugárhatáskémia területén dolgozó kutatók oktatási tevékenységet végeztek a BME Vegyészmérnöki és Biomérnöki Karán, az ELTE-n, és az Óbudai Egyetemen sugárkémia, anyagtudomány, környezetvédelem, és víztisztítás témakörökben.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

– Összetett minták roncsolás-mentes lokális elemanalízise, NKFIH OTKA K 124068.

– Egy NKFIH OTKA K_17 pályázat keretében a 2018–2021 időszakban heterogén tárgyak roncsolás-mentes elemösszetétel-meghatározására és szerkezetvizsgálatára fejlesztenek ki neutronok használatán alapuló módszereket.

– Részt vesznek a 2016-ban indult „H2020 E-RIHS (European Research Infrastructure for Heritage Science) Preparatory Phase" projektben, melynek célja egy kulturális örökség témájú ERIC megszervezése. A projekt hazai vezetője az MTA Atomki.

– A V4-Korea „Joint Research Program on Chemistry and Chemical Engineering" keretében cseh, lengyel, szlovák és koreai partnerekkel együttműködve elnyerték a „The Effect of Chemical Composition of Concrete on Its Long-term Performance in Irradiated Environment (RADCON)" projektet. Ennek célja az energetikai reaktorok tartálya közelében alkalmazható betonokra vonatkozó összetétel és aktiválódási kritériumok meghatározása.

– Részt vesznek az „IAEA Enhancing Nuclear Analytical Techniques to Meet the Needs of Forensic Sciences" (CRP No: F11021) közös kutatási programban.

– MTA Nemzetközi Konferenciaszervezési pályázatot nyertek (NINMACH 2017).

– A kémiai energiatárolás (elektrokatalitikus vízbontás) területén 2017. júliussal kezdődően, konzorciumi résztvevőként 75 M Ft/4 év támogatásban részesültek a VEKOP-2.3.2-16-2016-00011. számú, "Stratégiai műhely a megújuló alapú energiarendszer technológiai kihívásaira" című pályázatban. Ugyanebben a projektben részt vesznek új napelemek fejlesztése fotovillamos erőművekhez témában, továbbá az intelligens villamosenergia-hálózat (smart grid) számítógépes szimulációja a hálózati és háztartási méretű fotovillamos (PV) rendszerek esetére kutatásában.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Maróti B, Kis Z, Szentmiklósi L, Horváth E, Káli G, Belgya T: Characterization of a South-Levantine bronze sculpture using position-sensitive prompt-gamma activation analysis and neutron imaging. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 312: 367-375 (2017) https://dx.doi.org/10.1007/s10967-017-5219-9
2. Zboray R, Adams R, Kis Z: Fast neutron radiography and tomography at a 10 MW research reactor beamline. Applied Radiation and Isotopes, 119: 43-50 (2017) http://dx.doi.org/10.1016/j.apradiso.2016.10.012
3. Kasztovszky Zs, Maróti B, Harsányi I, Párkányi D, Szilágyi V: A comparative study of PGAA and portable XRF used for non-destructive provenancing archaeological obsidian. Quaternary International (2017) in press http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2017.08.004
4. Gurudayal G, Bullock J, Srankó DF, Towle CM, Lum Y, Hettick M, Scott MC, Javey A, Ager JW: Efficient solar-driven electrochemical CO_2 reduction to hydrocarbons and oxygenates. Energy Environ. Sci., 10: 2222-2230 (2017) http://dx.doi.org/10.1039/C7EE01764B
5. Németh M, Srankó D, Károlyi J, Somodi F, Schay Z, Sáfrán G, Sajó I, Horváth A: Na-promoted Ni/ZrO_2 dry reforming catalyst with high efficiency: details of Na_2O-ZrO_2-Ni interaction controlling activity and coke formation. Catal. Sci. Technol., 7: 5386-5401 (2017) http://dx.doi.org/10.1039/C7CY01011G

6. Szyrwiel Ł, Lukács D, Srankó DF, Kerner Zs, Kotynia A, Brasuń J, Setner B, Szewczuk Z, Malec K, Pap JS: RSC Adv., 7: 24657 (2017) http://dx.doi.org/10.1039/C7RA03814C
7. Kovács K, Sági Gy, Takács E, Wojnárovits L: Use of bovine catalase and manganese dioxide for elimination of hydrogen peroxide from partly oxidized aqueous solutions of aromatic molecules – Unexpected complications. Radiation Physics and Chemistry, 139: 147-151 (2017) http://dx.doi.org/10.1016/j.radphyschem.2017.05.005
8. Szabó L, Steinhardt M, Homlok R, Kovács K, Illés E, Kiskó G, Belák Á, Mohácsi-Farkas Cs, Takács E, Wojnárovits L: A Microbiological Assay for Assessing the Applicability of Advanced Oxidation Processes for Eliminating the Sublethal Effects of Antibiotics on Selection of Resistant Bacteria. Environmental Science & Technology Letters, 4: 251-255 (2017) http://dx.doi.org/10.1021/acs.estlett.7b00127
9. Horváth A, Balásházy I, Tomisa G, Farkas Á: Significance of breath-hold time in dry powder aerosol drug therapy of COPD patients. European Journal of Pharmaceutical Sciences, 104: 145-149 (2017) http://dx.doi.org/10.1016/j.ejps.2017.03.047
10. Hartmann B, Börcsök E, Groma VO, Osán J, Talamon A, Török Sz, Alföldy-Boruss M: Multi-criteria revision of the Hungarian Renewable Energy Utilization Action Plan - Review of the aspect of economy, Renewable & Sustainable Energy Reviews, 80: 1187-1200 (2017) http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.287

MTA ENERGIATUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT
MŰSZAKI FIZIKAI ÉS ANYAGTUDOMÁNYI INTÉZET
1121 Budapest, Konkoly Thege M. út 29–33.
telefon: (1) 392 2224; fax: (1) 392 2226
e-mail: pecz.bela@energia.mta.hu; honlap: www.mfa.kfki.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

Az MTA Energiatudományi Kutatóközpont Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézet (MTA EK MFA) fő feladata 2017-ben sem változott: kutatások végzése nanoméretű funkcionális anyagokon feltárva azok fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságait, valamint az ismeretek hasznosítása integrált nano/mikroeszközökben, szenzorokban és roncsolásmentes vizsgálati módszerek fejlesztésében. Fontos feladat a KKV-k és az egyetemi oktatás segítése, a kutatási infrastruktúra felhasználása a felsőoktatási (TDK, BSc, MSc, PhD) képzés támogatására Open Access Laboratory jelleggel.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Mikrotechnológiai Laboratórium

A laboratórium fő feladata multidiszciplináris szenzorkutatás, új érzékelési elveken alapuló funkcionális nano- és mikroérzékelők megvalósítása, a kapcsolódó technológiák kidolgozása, az érzékelők rendszerbe integrálása és validálása. A kutatómunka technológiai tisztaterekben, szerelő és mérő-, valamint minősítő laborokban folyik.

- A 2017-ben záródó EU FP7-es projekt keretében piezoelektromos ZnO egykristály +nanoérzékelőket tapintásérzékelő tömbbe integráltak. Az ujjlenyomat 3D képének nagy felbontású (> 1000 DPI) rögzítésére alkalmas eszköz működését demonstrálták, az elkészült integrált rendszert validálták. A projekt elérte a kitűzött célokat és kiváló minősítést kapott.
- A nemzetközi ENIAC INCITE projekt keretében a konzorciumi partnerekkel közösen a minimális sebészeti beavatkozást (Minimal Invasive Surgery) lehetővé tévő sebészeti robot fejlesztésében vettek részt. Az ebben az évben záródott projekt fő eredménye a 3D erőmérő szenzorok beépítése a laparoszkóp megfelelő helyeire és a robotkarokat vezérlő rendszerbe történt integrációjuk. Az eszközök minősítő mérései megtörténtek, különféle szövetek rugalmas tulajdonságait mérték ki és a tapintás-jellegű információt az operáló sebész számára kalibrálták. A Mikrotechnológiai Laboratóriumban kifejlesztett és az orvos-biológiai feladatra optimalizált piezorezisztív elven működő erőmérő szenzor alkalmazása nagymértében megnöveli a sebészeti beavatkozás biztonságát.
- Ipari partnerek bevonásával polimer alapú Lab-on-a-chip mikrofluidikai rendszerekben a csatornák belső felületei nedvesítési tulajdonságainak és ez által a hidrodinamikai jellemzőinek irányított módosítását oldották meg. Ezáltal olyan komplex folyadékkezelő mikrofludikai chipek készíthetők, amelyben a folyadék csak a kapilláris-hatás révén, külső nyomás alkalmazása nélkül halad végig. Az eddig elért eredményekre alapozva egy új nyertes pályázaton (VEKOP – Gyors húgyúti baktérium-elemző mérőkészülék fejlesztése) kezdtek dolgozni az ipari partnerrel együtt.
- A 2017-ben indult hazai pályázaton olyan szenzornodok fejlesztésén és megvalósításán kezdtek dolgozni, amelyek autonóm módon alkalmasak meghatározott jelek érzékelésére, a mért adatok elő-feldolgozására és rövidtávra történő vezeték-nélküli kommunikációra.

Az egyes egységek energiaellátását a környezetből gyűjtött energia – vibrációs, fény, termikus – felhasználásával tervezik megoldani. Az első deszkamodellek bíztató eredményeket mutatnak, alkalmazásukra több területen, ipari, mezőgazdasági vagy a smart city környezetben nyílik lehetőség.

Vékonyréteg-fizika Laboratórium

A laboratórium a vékonyrétegek és a kerámia fejlesztésének több egymáshoz szervesen kapcsolódó területén végez kutatást. Az évtizedes múlttal rendelkező kutatásaik tapasztalatait főként a *polikristályos rétegek szerkezet*ének vizsgálatában, a modern nanokompozit bevonatok vagy *újszerű félvezető rétegek* esetében hasznosítják. Fenti kutatási területeik kiegészültek a korszerű műszaki *kerámiák, biokerámiák* és *kerámia nanoszemcsékkel adalékolt ausztenites acél kompozit* fejlesztésével, portechnológiai módszerekkel. Egyik fő erősségük hazai és nemzetközi szinten is a transzmissziós elektronmikroszkópia, mely segítségével meghatározzák a szerkezet hatását az előállított/növesztett anyag különféle tulajdonságaira. Elektron diffrakción alapuló *metodikai fejlesztések* is segítik és alátámasztják a fenti témákat.

Az osztály honlapot és Facebook oldalt üzemeltet: www.thinfilms.hu, illetve https://www.facebook.com/VekonyretegFizika/

Legfontosabb eredményeik 2017-ben:

- A JST-V4 kutatási projekt célja olyan GaN alapú MOS kapcsolótranzisztorok technológiai fejlesztése, amelyek alapállapotban ki vannak kapcsolva, ezzel csökkenthetők a konverziós veszteségek. InGaN/AlGaN/GaN rendszerben vizsgálták az ALD eljárással felvitt Al2O3 rétegek nanoszerkezetét, mely amorf szerkezetet mutatott.
- A FLAG-ERA projekt keretében ZnO-ot ALD-vel (Atomic Layer Deposition) állítottak elő. A rétegeket 4H SiC-ra növesztett 2-3 réteg graféнre növesztették. Végrehajtották az első olyan kísérleteket, amelyben a kettő közé próbáltak 2D rétegeket növeszteni (intercalation). A vizsgálataikkal bizonyítani tudták, hogy milyen paraméterek mellett stabil a grafén a SiC tetején, és a növesztett rétegek minősége hogyan függ a növesztési paraméterektől.
- MTA Posztdoktori projekt és CNR MTA csere projekt keretében tömbi GaN-re növesztett Ni/Au Schottky kontaktust vizsgáltak. Eredményeikkel megmagyarázhatóvá vált az I-V mérésekből nyilvánvaló Schottky barrier inhomogenitás.
- M-ERANET keretében fejlesztettek különféle típusú grafénnal adalékolt kerámia (Si_3N_4, SiC) nanokompozitokat. A kutatás fő célja funkcionális kerámia-grafén nanokompozitok előállítása vizes közegű tribológiai alkalmazásokra. Az 5 t% - 10 t% grafén adalékolásnál attritoros őrléssel és meleg préseléssel (HP) egy kis súrlódási együtthatóval és kis kopással rendelkező kerámia tömítőgyűrű állítható elő.
- Az EU FP7 „HypOrth” projekt keretében bioaktív bevonatokat fejlesztettek kereskedelmi titán implantátumok felületére, hogy elősegítsék a csontosodást és megfékezzék a különböző gyulladások kialakulását. A kiinduló alapanyag kagylóhéj és tojáshéj, melyet portechnológiai eljárással dolgoztak fel. Attritoros őrlés után a nedves szuszpenziót electrospraying segítségével réteg formájában vitték fel az implantátum felületére.
- A két összetevős vékonyréteg rendszerek koncentráció-függő tulajdonságai TEM vizsgálatának hatékonyabbá tételére kidolgoztak egy kombinatorikus eljárást, mely lehetővé teszi egyetlen 3mm-es TEM rostélyra készült lineárisan változó összetételű minta előállítását és vizsgálatát. A szabadalmaztatott megoldás a TEM mellett az ellipszometria, AES, nanoindentáció és egyéb analitikák esetében is alkalmazható.

– C/Si multirétegeket sugároztak be szobahőmérsékleten argonnal és xenonnal, aminek hatására a határfelületen SiC-ban gazdag fázis jött létre. Ezt a fázist Auger mélységi profilírozással és potenciodinamikus korróziós teszttel jellemezték. Bevezettek egy új effektív mennyiséget a SiC-ban gazdag fázis jellemzésére, ami korrelációba hozható a korróziós tulajdonsággal. Így az ionsugárzás paramétereinek, illetve a rétegszerkezet hangolásával a kívánt korróziós tulajdonságot lehet beállítani.

Fotonika Laboratórium

A laboratórium feladatai: felületek és *vékonyrétegek kialakítása és roncsolásmentes vizsgálata* nagy felületen, fotonikus és összetett szerkezetekben, folyamatkövető módon; *optikai és mágneses anyagvizsgálati eljárások* fejlesztése az érzékenység növelése és a vizsgálható anyag- és szerkezettípusok kiszélesítése céljából; *önszerveződő felületi nanostruktúrák kialakítása* és spektroszkópiai vizsgálata; valamint *folyadék-szilárd határfelületek folyamatkövető optikai vizsgálata* elsősorban fehérjék és összetett biomolekulák kitapadásának megértése és optimalizálása céljából szenzorikai alkalmazásokhoz. A 2017-es év néhány fontosabb eredménye:

– A mágneses hiszterézis hurkok szisztematikus mérésén alapuló, az utóbbi időben kifejlesztett *Mágneses Adaptív Teszt* (Magnetic Adaptive Testing, MAT) eljárást szisztematikusan összehasonlították állandó mágnesezést használó és passzív roncsolásmentes mágneses módszerekkel, és igazolták a MAT módszer nagyobb érzékenységét és jobb alkalmasságát a felülettől nagyobb mélységben lévő inhomogenitások és anyaghibák kimutatására.
– A *MAT* módszert tesztmintákon vizsgálták, és végeselemes számolásokkal összehasonlítva mutatták meg, hogy ez a roncsolásmentes módszer alkalmas a vizsgált minta *geometriai hibáinak kvantitatív* meghatározására. Igazolták továbbá a MAT módszer alkalmasságát *ponthegesztések* roncsolásmentes minősítésére.
– *Egyrészecske spektroszkópiai* módszert fejlesztettek és alkalmaztak arany nanorészecskék kölcsönhatásainak és a kolloid rendszer kémiai és fizikai paramétereinek önszerveződésre gyakorolt hatásának megértésére és kontrollálására.
– *Kapilláris híd* módszert fejlesztettek felületek nedvesítési tulajdonságainak és ezzel összefüggő paramétereinek (pl. tisztaság) nagypontosságú vizsgálatára.
– Polarizációs *optikai módszert* fejlesztettek *vékonyrétegek* vastagságának és felületi minőségének nanométeres érzékenységű kvantitatív meghatározására *nagy felületen* (akár egy négyzetméter), nagy felbontással (közel ezer képpont) és nagy sebességgel (néhány másodperc). Az általuk kifejlesztett módszer *unikális* ilyen méretű felületek nagypontosságú és kvantitatív rétegtérképezésére.
– Genetikailag módosított bakteriális filamentumokból készítettek elektromos *vízszennyezettség-mérésre* alkalmas *szenzort.*
– Optikai modellt és módszert fejlesztettek *cirkónium oxidba* ágyazott *germánium nanorészecskék* optikai vizsgálatára.
– Szilícium-germánium rendszerben meghatározták az összetétel és a hidrogénkoncentráció hatását az optikai tulajdonságokra, valamint meghatározták a hőkezelés során végbemenő hidrogénkiválás aktivációs energiáját.
– Mérőberendezést fejlesztettek speciális *fotolumineszcencia* vizsgálatokra.

Nanobioszenzorika Lendület Kutatócsoport

A Nanobioszenzorika Csoport kutatási profilja jelölésmentes optikai bioszenzorok fejlesztése és alkalmazásai, a mért biológiai, biofizikai folyamatok matematikai modellezése.

– A European Biophysics Journal-ban megjelent összefoglaló cikkükben részletesen áttekintették az EGCG zöld tea polifenol élő sejtek és fehérjék biofizikai tulajdonságaira gyakorolt hatásait.
– Egy új modellt állítottak fel a polifenolok sejtadhéziós peptid motívumok hozzáférhetőségére és a sejtadhéziós mátrixok keménységére gyakorolt hatások tekintetében.
– Sikeresen alkalmaztak jelölésmentes optikai bioszenzorokat B sejtek szignalizációs folyamatainak valós idejű monitorozására.
– Baktériumokat taszító rétegeket fejlesztettek ki orientált flagellin molekulákból.

Nanoszerkezetek Laboratórium

A Nanoszerkezetek Laboratórium kutatásainak fókuszában a *kétdimenziós (2D) anyagok* állnak. Kutatásaik lefedik ezen anyagok előállítását, *atomi felbontású karakterizálását és nanomegmunkálását,* a kialakított 2D nanoszerkezetek tulajdonságainak vizsgálatát és demonstrációs elektronikai eszközök előállítását. A grafén kutatás mellett fokozatosan egyre nagyobb hangsúlyt kap a *2D átmenetifém dikalkogenid kristályok* vizsgálata, valamint az év folyamán elindult a topologikus szigetelő kristályok kutatása is. Folytatták a biológiai eredetű és *bioinspirált fotonikus nanoarchitektúrák* kutatását.

– A Lendület pályázat keretében megmutatták, hogy az általuk előállított 2D $MoS_{2-x}O_x$ kristályok, jelentősen nagyobb katalitikus aktivitást mutatnak a vízbontási / hidrogénfejlesztési reakció esetében, mint a tiszta MoS_2 fázis. Azt is sikerült bebizonyítani, hogy a megnövekedett aktivitás a rácsba beépülő egyedi szubsztitúciós oxigén atomoknak tulajdonítható.
– Az ERC Starting Grant projekt keretében elméleti modellezéssel kimutatták, hogy a cikk-cakk élű grafén nanoszalagokra épülő spin polarizált tranzisztor szobahőmérsékleten és jelentős élhiba koncentráció jelenlétében is megőrzi töltés és spin vezérlési képességét, így alkalmas a valós körülmények közötti működésre.
– A Koreai-Magyar Közös Nanolabor keretében, kimérték a vezetőképesség kvantálást az atomerő mikroszkóp (AFM) litográfiával létrehozott grafén nanorésekre épülő eszközökben, amely lehetővé teszi az eddigieknél sokkal jobb minőségű grafén kvantum pont kontaktusok előállítását.
– A Graphene Flagship keretében STM mérésekkel szisztematikusan feltérképezték a MoS_2 $MoSe_2$ WS_2 és WSe_2 egyrétegek atomi skálájú szerkezeti hibáit.
– Az EU FP7 Marie Curie projekt keretében STM mérések segítségével feltérképezték a 10nm oldalhosszú grafén nano-háromszögben kialakuló kvantumállapotokat, amelyek az elektron-elektron kölcsönhatások jegyeit mutatják.
– OTKA pályázat keretében kimutatták, hogy a lepkék szárnyain lévő nanoszerkezetekből származó kék szín meglepően robosztus, míg a kémiai pigmentekből származó barna szín nagyon érzékeny a bábállapotban történő hőmérsékleti stressz hatására.

Komplex Rendszerek Laboratórium

A laboratórium kutatói a nem-egyensúlyi statisztikus fizika módszereivel vizsgálnak evolúciós játékelméleti modelleket és dinamikai jelenségeket különböző rácsokon és gráfokon. Ezek a modellek multidiszciplináris kutatási területekhez (biológia,

közgazdaságtan, viselkedéskutatás, stb.) adnak általános matematikai hátteret. A különböző népcsoportoknál megfigyelhető népzenei, ill. genetikai rokonság mértékének elemzését olyan irányokba terjesztették ki, ami lehetővé teszi a térbeli és időbeli folyamatok együttes vizsgálatát is.

– Az evolúciós játékelméleten belül matematikai modellek segítségével folytatják azokat a vizsgálatokat, amelyek célja az önző egyének között kialakuló olyan folyamatok, stratégiák és kapcsolatrendszerek feltárása, amelyek a közösség számára előnyös együttműködést támogatják. A büntető stratégiák körében találtak olyan változatokat, amelyek a térbeli közlegelő játékokban hatékonyan segítik a közösségi érdeket képviselő magatartás elterjedését. Modellvizsgálatok igazolták a költségekkel járó információátadás közösségi hasznát is, ha az áldozatvállaló játékosok kellő számban jelen vannak a közösségben.
– Az evolúciós játékelméleti modellekben a mélységi elemzés arra épül, hogy a mátrixokkal leírható kölcsönhatások négyféle elemi játék lineáris kombinációjaként állíthatók elő. A koordinációs összetevők kombinációinak szisztematikus vizsgálata világított rá olyan társadalmi csapdahelyzetek létezésére, amelyek hasonlítanak a szilárdtest-fizikában ismert fázisátalakulásokhoz. A párkölcsönhatások szintjén a közösségi tragédiát kiváltó összetevők hatásának matematikai elemzése pedig egyértelműen jelezte, hogy az egyéni és közösségi érdek szétválásának gyakorisága (és ezzel együtt a jelentősége) növekszik a stratégiák számának növelése esetén a potenciáljátékoknál, amelyek a fizikához erősen kötődő mátrixjátékok egy jelentős részhalmazát képviselik.
– A statisztikus fizikában az oszcillálás szinkronizációjára korábban kidolgozott modellek segítségével numerikusan tanulmányozták a valóságos elektromos hálózatokban lavinaszerűen felerősödő hibák méreteloszlását. A fertőzések terjedésének leírására alkalmas modellekkel pedig moduláris hálózatokban számszerűsítették a hálózat topológiai tulajdonságainak hatását a nagyon lassan konvergáló folyamatok (ún. Griffiths fázis) sebességére.
– Továbbfejlesztették azokat az öntanuló algoritmusokat, amelyek alkalmasak népcsoportokra jellemző népzenei dallamok és az öröklődő genetikai kódok terében megfigyelhető csoportosulások azonosítására és a rokonság mértékének pontosabb számszerűsítésére. A népzenei és genetikai adatbázis folyamatos bővülése és kiteljesedése régészeti adatokkal már a népvándorlási folyamatok történelmi elemzéséhez is háttérül szolgálhat.

b) Tudomány és társadalom

Az utánpótlás biztosítása érdekében egyetemi oktatásban való személyes részvétel mellett

– 17 Kárpát-medencei magyar középiskolás diákkal az MFA 2017-ben immár tizedik alkalommal megrendezte az MFA Nyári Iskolát, ahol a diákok érdeklődésének a felkeltése a cél. Számukra az Intézet biztosított bentlakásos egyhetes lehetőséget a tudományos kutatásba történő bekapcsolódásra. (http://alag3.mfa.kfki.hu/mfa/nyariiskola/)
– Nyílt nap jellegű rendezvényekkel (MFA Nyílt Nap, Kutatók Éjszakája, Lányok Napja és újdonságként a Női Kutatói Fórum) lehetőséget biztosított az érdeklődő adófizetőknek az Intézet kutatómunkájába való betekintésre.
– Oktatási és ismeretterjesztési célra az Intézet fenntartja a www.nanotechnology.hu, www.nanobiosensorics.com, www.mems.hu, www.biomems.hu, www.neuromems.hu www.ellipsometry.hu, www.nanotechnology.hu www.thinfilms.hu honlapokat, ahol az

Intézet működő berendezéseinek együttes technikai, technológiai jellemzői, valamint a kutatási eredmények szerepelnek közérthető megfogalmazásban.

- Folyatódtak a középiskolákban az evolúciós játékelméletet és a nanotechnológiát bemutató ismeretterjesztő előadások.
- Az Intézet 2017-ben is részt vett a ma „Sokszínű fizika” néven – elsősorban az MTA Wigner FK által működtetett – az MFA által korábban létrehozott ismeretterjesztő Nanobusz fenntartásában.
- Az MFA előző évi szakmai és társadalmi munkájáról immár 14 éve az angol nyelvű Yearbook http://www.mfa.kfki.hu/hu/yearbook kiadványban számolnak be, ami széleskörű publicitást biztosít az Intézet tevékenységének.
- Továbbfejlesztették a Web-Schödinger nevű, Interneten át használható HCSD szimulációs programcsomagot, melynek oktatási célokra való felhasználása ingyenes.
- Az Intézet üzemelteti az MTA Kolloidkémiai Munkabizottságának a honlapját http://www.energia.mta.hu/~kolloidmb

Értékesített magyar szabadalom, know-how

Berendezés vékonyrétegek mikro-kombinatorikus növesztésére anyagtudományi célú transzmissziós elektronmikroszkópos vizsgálatokhoz (P1500500, bejelentve: 2015. 10. 22. feltaláló: Sáfrán György) felhasználásának értékesítése GINOP projekthez a Holocom Kft-nek.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

Egyetemi és kutatóintézeti kapcsolatok

Az MFA-ban három emeritus és egy kinevezett egyetemi tanár, két docens és öt habilitált doktor dolgozik. Vezető munkatársaik zöme oktat az ELTE, BME, ÓE, PPKE, SE, PE, DE, ME, SZTE, PTEK, BMF különböző kurzusain, doktoraik tagjai a fenti egyetemek doktori iskoláinak, doktori és habilitációs tanácsának, többen a doktori iskolák alapító, ill. törzstagjai. Az Intézetben működik a Pannon Egyetem MIK-kel közös Nanobioszenzorika Laboratórium, a BME VBMK-ral közös Nanokémiai Laboratórium, a BME TTK-val közös Elektronsugaras Litográfiai labor és a PPKE Információs Technológiai Karral közös MEMS-tervező laboratórium. Munkatársaink az Intézet preparatív és analitikai laborjaiban rendszeresen tartanak gyakorlatokat az egyetemek graduális és posztgraduális képzései számára, minden külső anyagi ellenszolgáltatás nélkül.

Az Intézethez köthető (kollégáik által témavezetett), ill. az Intézetben végzett kutatásaik alapján a PhD-hallgatók közül 2017-ben négyen szereztek PhD-fokozatot, ketten utána azonnal elhagyták az Intézetet és az iparba mentek dolgozni. MTA doktora címszerzés 2017-ben kettő volt.

2017-ben kiemelkedő számú, azaz 50 PhD-ösztöndíjas hallgató, illetve az MTA fiatal kutatói álláshelyen foglalkoztatott fiatal folytatta doktori tanulmányait az MFA-ban. Növekvő tendenciát mutat a Stipendium Hungaricum ösztöndíjasok érdeklődése az Intézetben folyó kutatásokra, 5 fő itt dolgozik. Részben vagy egészben az MFA-ban készíti diplomamunkáját további 19 MSc- és 25 BSc-diák, valamint 11 TDK-munka (társ-) témavezetését is vállalták kollégák. Diákjaik 2017-ben is sikeresen szerepeltek TDK-versenyeken: „SELEX eljárásban alkalmazható magnetoforetikus részecske szeparáció és csapdázás mikrofluidikai rendszerekben”, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar, XXXIII. Országos Tudományos Diákköri Konferencia Kémiai és Vegyipari Szekciója, Analitika II. szekció 1. helyezett; Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetemen a Topologikusan védett alapállapoti degenerációk két spin rendszerben TDK-munkájával szintén 1. helyezett; Csepp alapú mikroáramlási rendszerek fejlesztése sejtanalitikai vizsgálatokhoz, Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Információs Technológiai és Bionikai Kar, XXXIII. Országos Tudományos Diákköri Konferencia Műszaki Tudományi Szekciójában különdíj.

Díjak, elismerések:

- Magyar Érdemrend lovagkeresztje polgári tagozata
- MTA Fizikai Díj
- Magyar Örökség Díj és Tiszteletbeli Székely cím
- Gyulai Zoltán díj 2017
- „Recognation for reviewer" elismerés a Royal Society-től
- „IOP Publishing Outstanding Reviewer Awards" a New J. Phys.-től
- „Új Nemzeti Kiválóság Ösztöndíj"
- EPL "Highlights 2016 – A compilation of the best papers published within the last year"
- EMRS Young Scientist Award/ Európai Anyagtudományi Társaság Fiatal Kutatói Díja (European Materials Research Society – Young Scientist Award 2017)
- Academia Europaea Burgen Scholar Kiválósági díj
- BME rubin diploma
- MTA professor emeritus
- két MTA EK MFA Posztdoktori díj
- két MTA EK MFA Fiatal kutatói díj
- MTA EK MFA Kiváló Tudománytámogatásért díj

Ipari kapcsolatok:

32 aktív ipari kutatás-fejlesztési együttműködésük volt 2017-ben (6 nagyvállalat, 26 KKV):

- 77 Elektronika Kft.: Autonóm mintaszállításra alkalmas mikrofluidikai egységeket terveznek és alakítanak ki betegágy melletti Lab-on-a-Chip alapú diagnosztikai rendszerekhez
- Aedus űrkutatási céggel történő együtt működés
- ANTE Innovatív Kft.: szenzorfejlesztés, kerámiagyártás
- Bakony Művek Rt: kerámiafejlesztés, mérés
- Bonn BHE Hungary Kft.: korszerű funkcionális anyagok hálózatba rendezhető autonóm szenzorokhoz, valamint korlátozott térbeli felbontású hőérzékelő (thermopile) szenzor másodlagos biztonsági érzékelő adaptációja
- Byosens Kft.: Miniatürizált optikai sejt-szenzorok
- CellSorter Kft.: Mikrowell plate fejlesztése sejtmanipulátor automatához
- Creoptix AG: bioszenzor fejlesztés
- Diagnosticum Zrt. : Autonóm mikrofluidikai rendszerek fejlesztése
- EagleBurgmann Inc: Funkcionális grafén és kerámia/grafén nanokompozitok előállítása vizes közegű tribológiai alkalmazásokra
- Hidrofilt Kft.: vízben oldott szennyezések kimutatása
- Holocom Kft.: kutatás-fejlesztési szerződés jött létre az MFA szolgálati szabadalmán alapuló mikrokombinatorikus eszköz ill. módszer fejlesztésére
- Hungarolux Kft.: optikai rétegminősítés
- Kartonpack Dobozipari Nyrt Kerox Kft.: mérési szolgáltatás
- Kerox Kft.: mérési szolgáltatás
- Knorr- Bremse Kft: mérési szolgáltatás
- LightTech Lámpatechnológiai Kft.: Elektronmikroszkópos vizsgálatok

- MAHLE Motorkomponenten GmbH:Speciális multiréteg bevonatok TEM vizsgálata
- Mirrotron Kft.: síkjelleg minősítése és deformáció mérése Si szeleteken és rétegszerkezeteken
- NanoMegas Ltd.: amorf anyagok elektron-diffrakciójának vizsgálata
- MVM Paksi Atomerőmű ZRT: Röntgendiffrakciós vizsgálatok
- Philips Research Ltd.: intelligens katéterek műtéti alkalmazásokhoz
- Robert Bosch Gmbh: Motorvezérlő ipari chip kontaktusának mérése Bosch számára
- Semilab Zrt.: ellipszometriai mérőábrák és kalibráló minták készítése
- Senop Oy: LED gyártás
- Technoorg Linda Kft.: légszennyezettség mérő szenzor fejlesztése
- Tenzi Mérlegtechnika Kft.: ellipszométer hasznosítás
- Trampus Kft: Hegesztési varrat elektronmikroszkópos vizsgálata, morfológia és fázisok meghatározása
- Toptica Photonics AG: lézerdiódák antireflexiós réteggel (AR) történő bevonása
- Vincotech Hungária Kft.: mérési szolgáltatás
- Weszta-T Kft.: nyomástávadók minősítése
- Woollam Co.: ellipszométer hasznosítás

Tagságok hazai bizottságokban:

- BME
  - TTK Fizikai Doktori Tanács alapító tagja és tagjai (3 fő)
  - VBK Doktori Tanács és Habilitációs Bizottság tagja
  - VIK Doktori Tanács és Habilitációs Bizottság tagja
- Doktoranduszok Országos Szövetsége, Biológiai és Kémiai Tudományok Osztálya tagja
- Eötvös Loránd Fizikai Társulat, tag (16 fő)
  - Atom-molekulafizikai és Kvantumelektronikai Szakcsoport vezetőségi tagja
  - ELFT Díj Bizottság tagja
  - Diffrakciós szakcsoport, titkára
  - ELFT Tanács tagja
  - Vákuumfizikai szakcsoport tagja, elnökségi tagja
  - ELFT Vándorgyűlés 2016 tagja
  - Felügyelőbizottság tagja
  - Vákuumfizikai technológiai és Alkalmazásai Szakcsoportban vezetőségi tagja
- ELTE
  - Doktori Iskola Bizottsága tagja
  - TDK zsűri (nano és anyagtudomány) tagja
  - DÖK képviselői testület tagja
- Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület tagja
- Koreai- Magyar Társaság tagja
- Kutató Diák mentora
- Magyar Anyagtudományi Egyesület titkára, elnökségi tagja, és tagjai (6 fő)
- Magyar Biofizikai Társaság elnökségi tagjai (2 fő)
- Magyar Elektronikai Egyesület tagja
- Magyar Elektronmikroszkópos Társaság Kuratórium titkára
- Magyar Innovációs Szövetség választmányának tagja
- Magyar Kémikusok Egyesülete tagja
- Magyar Mérnökakadémia tagja (3 fő)
- Magyar Mikroszkópos Társaság, elnöke, elnökségi tagja, tagjai (13 fő)
- Magyar Ökotoxikológiai Társaság tagja
- Magyarhoni Földtani Társaság Agyagásványtani szakosztály vezetőségi tagja

- MMA Népművészeti Kollégium kollégiumi tag
- Magyar Művészeti Akadémia rendes tagja
- Magyar Tudományos Akadémia
  - MTA Köztestületi tagok
  - MTA Műszaki Tudományok Osztálya rendes tagja
  - MTA Fizikai Tudományok Osztálya levelező tagja
  - MTA Közoktatási Elnöki Bizottság tagja
  - MTA Akusztikai Komplex Bizottság bizottsági tagja
  - MTA Anyagtudományi és Technológiai Bizottság tagja, Nanoanyagok és Nanotechnológiák Albizottság tagjai (3fő)
  - MTA Biológia Tudományok Osztály Biofizika Bizottság tagja (3 fő)
  - MTA Külhoni köztestület tagja
  - MTA Felületkémiai és Nanoszerkezeti Munkabizottság titkára, tagjai (6 fő)
  - MTA Fizikai Osztály Doktori Bizottság póttagja
  - MTA Fizikai Osztály doktorképviselő tagja
  - MTA Fizikai-kémiai Bizottság Kolloidkémiai Munkabizottság tagja (2 fő)
  - MTA Geokémiai és Ásvány-kőzettani Bizottság Nanoásványtani Albizottságának titkára és tagja
  - MTA Informatikai Tudományos Bizottság tagja
  - MTA Közgyűlési doktorképviselő tagja
  - MTA AKT Matematikai és Természettudományi Szakbizottság tagja
  - MTA Műszaki Tudományok Osztálya Elektronikus Eszközök és Technológiák Tudományos Bizottság, elnöke és tagjai
  - MTA Statisztikus fizikai bizottság tagjai (2 fő)
  - MTA Szilárdtest fizikai Bizottság tagjai (5 fő)
  - MTA Veszprémi Területi Bizottság tagja
  - MTA VEAB Nanotechnológiai Munkabizottság elnöke és tagjai (4 fő)
  - MTA-IUVSTA Magyar Nemzeti Bizottság tagja, Nanoszerkezetek divízió magyar vezetője, tagja
- MTMT Tudományos Tanács tagja
- NKFIH Informatikai–Villamosmérnöki (IVM) zsűri tagság
- Nők a Tudományban Egyesület elnökségi tagja és tagja
- OTKA
  - OTKA IVM zsűri tagja
  - OTKA képviselője a Materials-ERA-NET Steering Board-ban
- Óbudai Egyetem Tudományos Műhely tagja
- Pannon Egyetem MIK Molekuláris- és Nanotechnológiai Doktori Iskola alapító és törzstagjai
- Pannon Egyetem Vegyészmérnöki és Anyagtudományi Doktori Iskola tagjai és oktatói
- Pécsi Egyetem, TTK, Fizika, Informatika doktori iskolájának, alapító tagja
- Szegedi Tudományegyetem Doktori Bizottság tagja
- Szilikátipari Tudományos Egyesület tagjai (2 fő)
- SZTE, Finomkerámia szakosztály tagja
- Világítástechnikai Társaság tagja
- Vákuum Társaság tagja (2 fő)

<u>Részvétel hazai konferenciák szervezésében:</u>

- 2017.04.25–27. Műszaki Kémiai Napok 2017; Veszprém,
- 2017.08.22–25. Magyar Biofizikai Társaság XXVI. Kongresszusa, Szeged,
- 2017.11.07. MTA Műszaki Osztály EETB workshop "Emberközpontú technológia"

Részvétel nemzetközi konferenciák szervezésében:

- 2017.02.09–10. Zuse Institute Conference - 10th Annual Meeting Photonic Devices 2017, Berlin, Germany
- 2017.05.22–26. Spring Meeting of the European Materials Research Society (EMRS 2017), Strasbourg
- 2017.05.29–06.01. DTIP – Design, Integration, Test and Packaging of MEMS and MOEMS Symposium France
- 2017.06.13. WaterSafe Meeting, MFA, Budapest
- 2017.06.28–30. Slovak and Czech Glass conference and seminar on defects in glass, Trencianske Teplice
- 2017.07.09–13. 15th Conference & Exhibition of the European Ceramic Society (ECerS2017)
- 2017.08.27–09.01. 33rd European Conference on Surface Science (ECOSS-33) ECOSS 2017
- 2017.09.03–06. Eurosensors 2017
- 2017.09.10–13. XVI International Conference on Electron Microscopy (Jachranka/Warsaw, Poland)
- 2017.09.24–29. 13th Multinational Congress on Microscopy in Rovinj, Croatia
- 2017.09.27–29. THERMINIC 2017
- 2017.10.29–11.01. IEEE SENSORS 2017
- 2017.11.01–03. SSL China 2017, Peking, Award Committee tagja
- 2018.03.05–08. CompleNet 2018, Boston USA
- 2018.05.28–30. 11th Conference on Colloid Chemistry, Eger, Hugary
- 2018.07.08–12. Junior EUROMAT 2018

Intézményi együttműködések:

- Hazai felsőoktatási intézetek: BME, ELTE, Pannon Egyetem, Miskolci Egyetem, Pécsi Tudományegyetem, Szegedi Tudományegyetem, Dunaújvárosi Főiskola, Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Semmelweis Egyetem, Óbudai Egyetem
- Hazai kutatóintézetek: MTA ATOMKI, MTA KOKI, MTA Wigner FK, MTA BTK Zenetudományi Intézet, MTA TTK, MTA CSFK
- University of Maribor, Maribor, Szlovénia
- Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazília
- Universidade Federal de Viçosa, Brazília
- HZDR, Dresden, Németország
- CEA-LETI, Franciaország
- ESRF – European Synchrotron Radiation Facility, Grenoble, Franciaország
- Fraunhofer Institut, Németország
- FRK – Foundation of Cardiac Surgery Development, Zabrze, Lengyelország
- GREMAN – University of Tours, Franciaország
- IMEM–CNR, Parma, Olaszország
- Indian Institute of Technology, Chennai, India
- Industrial Technology Research Institute (ITRI, Taiwan)
- Korea Trade-Investment Promotion Agency (KOTRA), Korea
- Linköping University, Svédország
- LMU – Ludwig Maximilians Universitat München, Németország
- Magdeburgi Egyetem, Németország
- Max Planck Institut, Garching, Németország
- National Institute for Materials Science (NIMS) – MANA, Japán

– Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Németország
– Royal Academy of Engineering, UK
– Suzhou Institute of Nano-Tech and Nano-Bionics, China
– Szlovák Tudományos Akadémia Elektrotechnikai Intézet
– Toyama National College of Technology, Japán
– Technical University of Delft, Hollandia
– University of Leeds, UK
– Vietnam Atomic Energy Institute, Center for Non-Destructive Evaluation

Nemzetközi folyóiratok szerkesztőbizottsági tagságai:

– IEEE Sensors Journal associate editora
– Conference on Electromagnetic Field Computations, editorial board member
– Copernicus Journal of Solid State Sensors (Open access) associate editora
– Europhysics Letters (EPL), szerkesztője
– Frontiers in Physics folyóirat szerkesztőbizottsági tagság
– Games MDPI vendég-szerkesztője
– International Journal of New Horizons in Physics, szerkesztője
– Materials Engineering folyóirat Szerkesztőbizottság tagja
– Nanopages, szerkesztőbizottsági tagja
– Radiation and Discovery folyóirat Szerkesztőbizottság tagja
– Resolution and Discovery managing szerkesztője (Akadémiai Kiadó)
– Scientific Reports, szerkesztője

Nemzetközi tagságok:

– AENEAS Scientific Council, Chamber B tag
– Cseh-Szlovák Mikroszkópos Társaság tagja
– ERC Grant zsűri tag
– EU Horizont 2020 Nanotechnológia, Fejlett anyagok, Biotechnológia, Korszerű gyártás és feldolgozás (Nanotechnologies, advanced materials, Biotechnology, Advanced manufacturing and processing) programbizottság tagja
– E-MRS Executive Committee tagja
– ENIAC Scientific Council magyar tagja
– European Academy of Sciences and Arts, választott tag
– European Microscopy Society tagja (7 fő)
– European Ceramic Society, tagja
– European Microbeam Analysis Society, tiszteletbeli tag
– European Physical Society tagja
– EUROSENSORS Fellow Award Committee elnöke
– EUROSENSORS International Steering Committee szavazó tagja
– Federation of European Material Societies tagja
– Német Vákuumtársaság tagja
– MRS tagja
– IEEE tagja
– Szlovák Tudományos Akadémia köztestületi tag
– IEEE Sensory Systems Technical Committee tagja
– International Solid State Lighting Alliance advisory board member
– IUVSTA Electronic Materials tagja
– World Materials Research Institutes Forum tagja

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

2017-ben tovább folytatódott 20 OTKA, 6 Bolyai ösztöndíj, 6 EU és számos az NKFIH-nél szerződött projekt, valamint egy VEKOP beruházási projekt és az MTA támogatásainak felhasználása. Ezen felül 2017-ban az MTA EK MFA-ban az alábbi projektek indultak el:

Európai kutatási pályázatok:

– Nondestructive Evaluation (NDE) System for the Inspection of Operation-Induced Material Degradation in Nuclear Power Plants (NOMAD) NFRP-2016-2017-1 - 755330

Hazai kutatási pályázatok (NGM és NKFIH támogatásában):

– Baktériumok optikai biochipeken: alapjelenségek és modell rendszerek (OTKA KH 126900)
– A funkcionalitás nanoszerkezeti hátterének vizsgálata a biogén, biokompatibilis ásvány apatit esetében (OTKA K125100)
– Cink oxid félvezető nanorétegek előállítása és vizsgálata (TÉT_16-1-2016-0025)
– A grafit hordozón lévő grafén elektronszerkezetének kísérleti és elméleti vizsgálata (TÉT_14_VL-1-2015-0003)
– Az atomerőművekben használt cirkónium ötvözetek anyagszerkezeti változásainak hatása a fűtőelemek épségére és a környezeti terhelésre (MFA projektrész) NVKP_16-1-2016-0014
– Mikrotechnológiai infrastruktúra korszerűsítése az európai kompatibilitás eléréséhez VEKOP-2.3.3-15-2016-00010
– Stratégiai műhely a megújuló alapú energiarendszer technológiai kihívásaira (MTA EK - MTA Wigner konzorcium) VEKOP-2.3.2-16-2016-00011
– Gyors húgyúti baktérium elemző mérőkészülék fejlesztése (Rapid urine bacteria analyzer) VEKOP-2.2.1-16-2017-00001
– Lab-on-a-chip prototípus fejlesztése humán in vitro fertilizáció minőségellenőrzéséhez (GINOP 2.3.2-15-2016-00021 KF alvállalkozó)

MTA által támogatott pályázatok:

– INFRA 2017/1 és 2017/2
– EUHUNKPT 2017/1 és 2017/2
– MTA bilaterális együttműködések (2 olasz, japán, cseh, szlovák, bolgár) és kutató konferencia támogatások (4)

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Tapasztó O, Balko J, Puchy V, Kun P, Dobrik G, Fogarassy Z, Horváth ZE, Dusza J, Balázsi K, Balázsi C, Tapasztó L: Highly wear-resistant and low-friction Si3N4 composites by addition of graphene nanoplatelets approaching the 2D limit. Scientific Reports, 7:(1) Paper 10087. 8 p. (2017) http://real.mtak.hu/62290/

2. Cora I, Mezzadri F, Boschi F, Bosi M, Čaplovičová M, Calestani G, Dódony I, Pécz B, Fornari R: The real structure of ε-Ga2O3 and its relation to κ-phase. Crystengcomm, 19:(11) 1509-1516. (2017) http://real.mtak.hu/49635/

3. Racz AS, Kerner Z, Nemeth A, Panjan P, Peter L, Sulyok A, Vertesy G, Zolnai Z, Menyhard M: Corrosion Resistance of Nanosized Silicon Carbide-Rich Composite Coatings Produced by Noble Gas Ion Mixing. Acs Applied Materials & Interfaces, 9:(51) 44892-44899 (2017) http://real.mtak.hu/71825/

4. Perc M, Jordan JJ, Rand DG, Wang Z, Boccaletti S, Szolnoki A: Statistical physics of human cooperation. Physics Reports-Review Section Of Physics Letters 687: 1-51 (2017) http://real.mtak.hu/63106/
5. Szabó G, Bodó KS, Samani KA: Separation of cyclic and starlike hierarchical dominance in evolutionary matrix games. Physical Review E - Statistical, Nonlinear and Soft Matter Physics 95:(1) Paper 012320. 7 p. (2017) http://real.mtak.hu/46173/
6. Liu L, Chen X, Szolnoki A: Competitions between prosocial exclusions and punishments in finite populations. Scientific Reports 7: Paper 46634. 8 p. (2017) http://real.mtak.hu/53471/
7. Vértesy G, Bálint B, Bingler A, Gyimóthy Sz, Bilicz S, Pávó J: Simulation of magnetic flux distribution for the measurement of the local thinning of ferromagnetic plates. International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics 57: 597-612 (2017) http://real.mtak.hu/64988/
8. Pothorszky Sz, Zámbó D, Szekrényes D, Hajnal Z, Deák A: Detecting patchy nanoparticle assembly at the single-particle level. Nanoscale 9:(29) 10344-10349 (2017) http://real.mtak.hu/71824/
9. Agocs E, Kozma P, Nador J, Hamori A, Janosov M, Kalas B, Kurunczi S, Fodor B, Ehrentreich-Förster E, Fried M, Horvath R, Petrik P: Grating coupled optical waveguide interferometry combined with in situ spectroscopic ellipsometry to monitor surface processes in aqueous solutions. Applied Surface Science 421: 289-294 (2017) http://real.mtak.hu/39204/
10. Vancsó P, Hagymási I, Tapasztó L: A magnetic phase-transition graphene transistor with tunable spin polarization. 2D Materials, 4: 24008 (2017) http://real.mtak.hu/65940/
11. Nemes-Incze P, Kukucska G, Koltai J, Kurti J, Hwang C, Tapaszto L, Biro LP: Preparing local strain patterns in graphene by atomic force microscope based indentation. Scientific Reports, 7: 3035 (2017) http://real.mtak.hu/58109
12. Kertész K, Piszter G, Horváth Zs E, Bálint Zs, Biró LP: Changes in structural and pigmentary colours in response to cold stress in Polyommatus icarus butterflies. Scientific Reports, 7: 1118 (2017) http://real.mtak.hu/52127/
13. Peter B, Farkas E, Forgacs E, Saftics A, Kovacs B, Kurunczi S, Szekacs I, Csampai A, Bosze Sz, Horvath R: Green tea polyphenol tailors cell adhesivity of RGD displaying surfaces: multicomponent models monitored optically. Scientific Reports, 7: Paper 42220. 16 (2017) http://real.mtak.hu/49992/
14. Peter B, Bosze S, Horvath R: Biophysical characteristics of proteins and living cells exposed to the green tea polyphenol epigallocatechin-3-gallate (EGCg): review of recent advances from molecular mechanisms to nanomedicine and clinical trials. European Biophysics Journal, 46:(1) 1-24 (2017) http://real.mtak.hu/44885/
15. Bíró F, Hajnal Z, Dücső C, Bársony I: The critical impact of temperature gradients on Pt filament failure. Microelectronics Reliability, 78: 118-125 (2017) http://real.mtak.hu/67362/
16. Holczer E, Fürjes P: Effects of embedded surfactants on the surface properties of PDMS; applicability for autonomous microfluidic systems. Microfluidics and Nanofluidics, 21:(5) Paper 81. 14 p. (2017) http://real.mtak.hu/54547/

AZ MTA ENERGIATUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT FŐBB MUTATÓI ÉS PÉNZÜGYI ADATAI 2017-BEN

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatóhely neve: MTA Energiatudományi Kutatóközpont

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	349			Ebből kutató[2]:	165
PhD, kandidátus:	101	MTA doktora:	19	Rendes tag és levelező tag:	2
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					3
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					65

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				65
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				214
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				10
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				6
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				172
Ebből impaktfaktoros publikáció				152
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	6

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	518,38	Összes független hivatkozás száma (2016):	6493
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			7640

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	7	MTA doktora:	2

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			184
		poszterek száma:	89
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	38	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	16
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			2

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			30
Témavezetések száma: TDK munka:	16	Diplomamunka (BSc):	34
Diplomamunka (MSc):	28	PhD:	65

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	1860 013,0	E Ft
Fiatal kutatói álláshelyen fogl. sz.[16]: 23 Teljes saját bevétel:	3564 613	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		25
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	141 395,16	E Ft
Az év folyamán az egyéb NKFIH forrásból támogatott témák száma:		15
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	422 689,96	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		21
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	273 073,22	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		5
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	75 379,05	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	2652 076,11	E Ft

VI/A. A kutatóhely részletezett pénzügyi adatai 2017-ben

A kutatóhely neve: MTA Energiatudományi Kutatóközpont

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege:	186 0013,0	E Ft
Az időszak folyamán a teljes saját bevétel összege:	3564 613,49	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		E Ft
OTKA - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	141 395,16	E Ft
Egyéb NKFIH forrásból - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	422 689,96	E Ft
ÚMFT - a tárgyévre vonatkozó bevétel:		E Ft
Egyéb hazai pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:		E Ft
EU-s pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	273 073,22	E Ft
Egyéb külföldi pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	75 379,05	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - kutatásra:	938 342	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - egyéb:	38 896,8	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb kutatási bevétel:	1664 410,98	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb nem kutatási bevétel:	10 426,29	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatóhely neve: MTA EK Atomenergia-kutató Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	83			Ebből kutató[2]:	32
PhD, kandidátus:	21	MTA doktora:	4	Rendes tag és levelező tag:	
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					1
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					12

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:			43
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:			38
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			2
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			29
Ebből impaktfaktoros publikáció			25
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	1

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	47,68	Összes független hivatkozás száma (2016):	769
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			954

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD: 0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]: 0	külföldi oltalmak száma[11]: 0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			58
		poszterek száma:	9
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	12	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	2
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			8
Témavezetések száma: TDK munka:	2	Diplomamunka (BSc):	5
Diplomamunka (MSc):	7	PhD:	5

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatóhely neve: MTA EK Energia- és Környezetbiztonsági Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	64			Ebből kutató[2]:	49
PhD, kandidátus:	30	MTA doktora:	4	Rendes tag és levelező tag:	
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					1
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					20

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				70
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				70
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				4
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				55
Ebből impaktfaktoros publikáció				46
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	5

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	162,57	Összes független hivatkozás száma (2016):	1730
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			2074

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	3	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			38
		poszterek száma:	20
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	10	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	5
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			2

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			16
Témavezetések száma: TDK munka:	3	Diplomamunka (BSc):	4
Diplomamunka (MSc):	2	PhD:	10

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatóhely neve: MTA EK Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	117			Ebből kutató[2]:	84
PhD, kandidátus:	50	MTA doktora:	11	Rendes tag és levelező tag:	2
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					1
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					33

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				116
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				116
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				4
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				4
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				97
Ebből impaktfaktoros publikáció				88
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	335,35	Összes független hivatkozás száma (2016):	4278
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			4921

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	4	MTA doktora:	2

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			88
		poszterek száma:	60
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	16	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	9
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			6
Témavezetések száma: TDK munka:	11	Diplomamunka (BSc):	25
Diplomamunka (MSc):	19	PhD:	50

MTA RÉNYI ALFRÉD MATEMATIKAI KUTATÓINTÉZET
1053 Budapest, Reáltanoda u. 13-15.; 1364 Budapest, Pf. 127
telefon: (1) 483 8302; fax: (1) 483 8333
e-mail: palfy.peter.pal@renyi.mta.hu; honlap: www.renyi.mta.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

Az MTA Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet alapvető feladata, hogy az elméleti matematika területén világszínvonalú kutatásokat folytasson. Az Intézet a nemzetközi matematikai élet jelentős központja. Munkatársai kiváló munkáját 2017-ben is számos hazai és nemzetközi elismerés illette. Egy kutató Széchenyi-díjat, egy másik Prima díjat kapott. Egy fiatalabb munkatárs az MTA Matematikai Tudományok Osztályának Erdős Pál-díjában részesült, egy másik a Bolyai János kutatási ösztöndíj Kuratóriumától Bolyai-plakettet kapott, ketten pedig elnyerték a Bolyai János Matematikai Társulat Grünwald Géza emlékérmét. Az Intézet egyik kutató professor emeritusát az ELTE díszdoktorává avatták. Kiemelkedő jelentőségű nemzetközi elismerés, hogy az Intézet négy kutatója kapott előadói meghívást a 2018. évi Nemzetközi Matematikai Kongresszusra. Az Intézet kutatói továbbra is sikeresen pályáztak az Európai Kutatási Tanács támogatásaira, 2017-ben két újabb pályázatuk nyert: egy az Advanced és egy a Consolidator kategóriában. 2017 folyamán 6 ERC által támogatott kutatócsoport működött az Intézetben. Az Akadémia Lendület programjában is igen eredményes az Intézet, 2017-ben a hetedik Lendület-kutatócsoportot indíthatták, ezúttal számelméleti témában.

Az Intézet kutatói 160 tudományos közleményt publikáltak a beszámolási év során. Legkiemelkedőbb eredményeik a legjelentősebb nemzetközi matematikai folyóiratokban (Annals of Mathematics, Duke Mathematical Journal, Journal of the European Mathematical Society, Annals of Probability, Mathematische Annalen, Journal für die reine und angewandte Mathematik, Inventiones Mathematicae stb.) láttak napvilágot.

Az Intézet tudományos feladatai elsősorban az alapkutatásra koncentrálnak, de néhány alkalmazott matematikai témára is jelentős erőket fordítanak. Ezek a témák elsősorban a nagy hálózatok kutatása (ezen belül újabban indított témájuk a mesterséges intelligencia kutatásában alapvető szerepet játszó „deep learning”), a kriptográfia, valamint a bioinformatika, de a matematikai statisztikát is számos társtudományban (például az környezettudományban és a csillagászatban) használták.

A munka 9 tudományos osztály, 6 Lendület-kutatócsoport, valamint a nemrégiben létrehozott szakmódszertani kutatócsoport keretei között folyik. Az Intézet kutatási tematikáit folyamatosan a matematika fejlődése által felvetett legújabb kérdésekhez igazítják.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Alacsony dimenziós topológia Lendület-kutatócsoport

Folytatták a csomóelméleti kutatásokban nagyon hasznosnak bizonyult Üpszilon-invariáns tulajdonságait feltérképező kutatásokat. Az invariánsokat sikerült kiterjeszteni olyan csomókra is, amelyek nem a 3-dimenziós gömbben, hanem egy olyan zárt három-sokaságban vannak, melynek első homológiája torzió.
Higgs nyalábok modulusterein vizsgálták a Hitchin-fibrálás szinguláris fibrumait, és jó néhány esetben ezen szinguláris fibrum-konfigurációk teljes leírását adták. Az osztályozás egy érdekes fal-átlépési jelenséget mutatott meg.

Kiszámolták síkba menő hajtás leképezések kobordizmuscsoportjait, például 4-gyel osztható dimenziójú irányított sokaságok esetében. Ennek segítségével bizonyítottak egy formulát a sokaság szignatúrájával és a leképezés szinguláris halmazának jellemzőivel kapcsolatban.

Feszes és betölthető kontakt struktúrák klasszifikációjára vonatkozó korábbi eredmények átvizsgálása során jobban megértették a kontakt Ozsváth–Szabó-invariánsokat olyan 3-sokaságok esetében, melyek csillagszerű gráf-sokaságok peremeként állíthatók elő. Megtalálták az invariánsnak megfelelő elemet a rácspont homológiában.

A Legendre-csomók LOSS invariánsának vizsgálata közben megtalálták az invariáns láncokra való kiterjesztését, majd ezt használták túlcsavart kontakt struktúrákban lévő nem-laza Legendre- és transzverz láncok vizsgálatára.

Automorf Lendület-kutatócsoport

Vizsgálták az n x n-es mátrixcsoportokon értelmezett csúcsformák globális maximumát, illetve, hogy a maximum a mátrixcsoporton belül hol fordulhat elő. Az $n = 3$ esetben a Laplace-sajátérték függvényében konkrét felső becslést adtak, míg általános n-re igazolták, hogy a maximum a Laplace-sajátérték egy olyan hatványával becsülhető felülről, amelyben a kitevő az n egy harmadfokú polinomja. Az automorf L-függvényekre vonatkozó bizonyos szubkonvex becsléseket (amelyek az $n = 2$ esethez tartoznak) sikerült explicitté tenniük. Ezek a becslések hasznosak a különféle aritmetikus eloszlási problémákban. Egy másik irányban a Jensen-formula egy variánsát általánosították a hiperbolikus tér automorf függvényeire, kapcsolatot teremtve a függvény átlagos értéke és a gyökei között. Választ adtak Komornik-Pedicini-Pethő egy kérdésére a nem egész alapú számrendszerek és véletlen hatványsorok témájában: a szerzők által felfedezett különös végtelen bináris sorozatok valójában gyakoriak és tipikusak.

Csoportok és gráfok Lendület-kutatócsoport

Vizsgálták lokálisan kompakt csoportok pontfolyamatait. Kiderült, hogy bármely szabad csoporthatás realizálható egy pontfolyamattal. A Palm-reláció felhasználásával definiálni lehet egy pontfolyamat cost-ját, és össze lehet kötni ezt az invariánst a rangnövekedéssel. Megmutatták, hogy egy csoport pontosan akkor nem amenábilis, ha a Poisson-pontfolyamatnak spektrálhézaga van.

Megmutatták, hogy egy magasabb rangú lokálisan szimmetrikus térben a mod 2 homológia csoport mérete szubexponenciális a térfogat függvényében. A bizonyítás azt a meglepő új tételt használja, hogy minden mod 2 homológia osztály tartalmaz szublineáris össz-hosszú elemet.

Bizonyítást adtak Liu, Slotine és Barabási hálózatok kontrollálhatóságáról szóló, statisztikus fizikai érvelésen és numerikus eredményeken alapuló állításaira. Megmutatták, hogy az alkalmazások szempontjából legfontosabb skála-független véletlen irányított gráfmodellek esetén a maximális irányított párosítás relatív mérete (párosítási arány) majdnem biztosan konvergál egy konstanshoz. Bizonyították továbbá, hogy adott fokszámsorozathoz tartozó véletlen gráfok esetén a párosítási arány koncentrálódik a várható értéke körül.

Az információelmélet általános valószínűségi modellje a klasszikus és kvantum-információelmélet olyan közös általánosítása, amelyben az állapottér tetszőleges konvex test lehet. Kiderült, hogy ha ez a test (tetszőleges dimenziós) ellipszoid, akkor a rendszer egy bizonyos, jól definiált értelemben szimulálható kétállapotú klasszikus rendszerrel.

Általánosabban, sikerült felső becslést adni a szimuláláshoz szükséges klasszikus állapotok számára bizonyos normák egységgömbjei (mint állapotterek) esetén.

Nagy hálózatok Lendület-kutatócsoport

2017-ben a csoport egyik fő kutatási iránya különböző struktúrák limesz elméletének vizsgálata volt. A nagy hálózatokon túl különféle operátorok limeszeit tanulmányozták. Elkezdték kifejleszteni a gráf limesz elmélet egy olyan általánosítását, melynek keretében csak bizonyos speciális részgráf sűrűségek relevánsak, viszont azok tágabb operátor osztályokban is értelmezhetőek. Sűrű véletlen mátrixok limeszeit vizsgálták, azon belül a Ginibre-modellben adtak erős megszorításokat a majdnem sajátvektorok elemeinek eloszlására.

A magasabb rendű Fourier-analízissel kapcsolatos munkájukban jelentős áttörés született. Sikerült teljes karakterizációt adniuk nilpotens csoport hatások Host–Kra-faktoraira. Ezen kívül olyan tételeket bizonyítottak, melyek szoros kapcsolatot teremtenek az ergodelmélet és a magasabb rendű Fourier-analízis között. Kidolgoztak egy általános limesz elméletet is, amely Abel-csoportokon, illetve általánosabban nilspace-eken értelmezett mérhető függvények limeszeit írja le.

A Sidorenko-sejtés vizsgálatában is sikerült előrehaladást elérni. Egy fontos alesetben sikerült a sejtést bebizonyítani. Ezen eredmény ígéretes irányt mutat a teljes sejtés újszerű megközelítésére.

A csoport munkájában egyre nagyobb hangsúly kerül a mesterséges intelligencia matematikai alapjainak kutatására. Ezen belül két irányban haladtak. Az egyik irány a nemlineáris dimenzió redukció, illetve a holografikus függvények elméletéről szól. Ez az irány mélyen kötődik a struktúrák limesz elméletéhez. A másik sokkal gyakorlatibb irány egy regularizációs eljárást fejleszt ki, melynek keretében kisebb mintán is jól tanulnak a hálózatok.

Elkezdtek egy projektet hiányos adatok rekonstrukciójára, amely az elmúlt évek kutatásaiból nőtt ki, és jól ötvözi a magasabb rendű Fourier-analízist, illetve a mélytanulásos módszereket. Ígéretes eredmények vannak, amelyek megmagyaráznak és összekötnek korábban mások által felfedezett sporadikus jelenségeket is.

Pénzügyi matematika Lendület-kutatócsoport

Modellbizonytalanság mellett vizsgáltak befektetési problémákat, ahol a befektetők a legnagyobb elégedettségre törekednek, a lehető legrosszabb viszonyok mellett is. Az ilyen jellegű problémák megoldása olyan stratégiákhoz vezet, melyek jól teljesítenek akkor is, ha az árak statisztikai tulajdonságai nehezen határozhatók meg az elérhető adatokból. Optimális portfóliók létezését sikerült bizonyítaniuk különböző modellosztályokban diszkrét, illetve folytonos időparaméter esetén.

A londoni Alan Turing Intézet egy projektjéhez csatlakozva folytatták a sztochasztikus gradiens módszerek tanulmányozását. A cél olyan online algoritmusok kifejlesztése, melyek sokdimenziós, lokális maximumokkal bíró feladatoknál is megtalálják a globális maximumot (például a lehető legjobb paramétereket egy neurális háló számára). Sikerült előre lépniük a független mintáktól (pl. pénzfeldobások egy sorozata) az általánosabb, valószerű, stacionárius minták irányába.

Véletlen spektrumok Lendület-kutatócsoport

A centrális határeloszláshoz hasonlóan a véges véletlen mátrixok konvergálnak egy operátorhoz, ami itt a normáleloszlás analógiája. Ezt az operátort definiálták, továbbá belátták, hogy a véletlen unitér mátrixok nagy sebességgel konvergálnak ehhez az operátorhoz.

A klasszikus buborékrendezés egy fordítva rendezett számsorra alkalmazva értelmezhető úgy, mint egy olyan legrövidebb út a fordítva rendezett és identitás permutációk között, amely csak szomszédos számokat cserél. Egy évtizedes sejtés leírja, hogy a tipikus ilyen legrövidebb út egészen máshogy, váratlan módon viselkedik. Az egyik érdekes jelenség, hogy egy tipikus ilyen úton, félútnál a permutációmátrix egyesei által kirajzolt alakzat egy 3-dimenziós gömb 2-dimenziós vetülete. Belátták a sejtésnek egy részét, miszerint az egyesek túlnyomó többsége tényleg egy körön belül helyezkedik el. Ezt továbbfejlesztve bizonyították az eredeti sejtéseket is.

A lokális algoritmusok megértése a végtelen reguláris fán lévő invariáns, úgynevezett iid-faktor folyamatokkal kezdődik. Ezen központi jelentőségű folyamatok egyik tulajdonsága, hogy a távoli értékek korrelációja exponenciálisan cseng le. Belátták ezt a közös információra is, és egy optimális exponenciális lecsengési korlátot bizonyítottak, aminek rátája meglepő módon más, mint a korreláció lecsengésé.

Megoldották Benjamini egy érdekes kérdését: van-e a három-dimenziós térnek olyan invariáns véletlen részhalmaz-családja, amelynek illeszkedési gráfja egy három-reguláris fa? Bár ez a két struktúra szinte minden matematikai szempontból szöges ellentéte egymásnak, ennek ellenére mégis létezik egy konstrukció.

Egy régi klasszikus Erdős-kérdésben értek el szignifikáns fejlődést: hány pont adható meg *d*-dimenzióban úgy, hogy bármely három hegyesszögű háromszöget alkosson? Az eddigi legjobb alsó korlát exponenciálisan le volt maradva. Új konstrukciójuk lemaradása az ismert felső becsléstől csak egy kettes szorzó.

Szakmódszertani kutatócsoport

A csoport tagjai az MTA négyéves Tantárgy-pedagógiai Kutatási Programjában dolgoztak.

A speciális matematika tagozatokon tanító tanárok számára szerveztek szakmai programokat, koordinálták ezen osztályok tantervének korszerűsítését, aktualizálását.

Tavasszal a „Repülő Iskola” program keretében 52 iskolában tartottak népszerűsítő programokat kilencedikes diákok számára. A tavaszi program 70 legtehetségesebb diákja számára szeptemberben egy kétéves tehetséggondozó programot indítottak.

Szeptembertől hátrányos helyzetű hatodik osztályos diákok számára tartottak szakköröket a VII., VIII. és X. kerületben.

2017-ben 25 hétvégi matematikatábort szerveztek tehetséges diákok számára. Nagyjából 250 diák vett részt a táboraikban. A nyár folyamán két nagy matematikatábort szerveztek: a MaMuT-ot (Matematikai Mulatságok Tábora) és a MaMuT2-t. Kiemelkedő hazai és nemzetközi versenyeredményekkel rendelkező, 10-18 éves diákok vettek részt a táborokban, hogy fejlesszék matematikai tudásukat. Sok tehetséges diákkal egyénileg, illetve 2-3 fős csoportokban is foglalkoztak.

A felfedeztető matematikatanítás alapjait tanították az ELTE-n és a Budapest Semesters in Mathematics Education programban is.

Algebra osztály

Ismeretes volt, hogy egy részcsoport Noether-száma nem haladhatja meg a teljes csoport Noether-számát. Most igazolták, hogy valódi részcsoport Noether-száma mindig határozottan kisebb a teljes csoport Noether-számánál.

Módszert dolgoztak ki arra, hogyan lehet egy tetszőleges kommutatív algebra szimmetrikus tenzorhatványát prezentálni generátorokkal és relációkkal. Alkalmazásként a fokszámozott esetben információt nyertek a szimmetrikus tenzorhatvány algebra minimális homogén generátorrendszeréről. Új bizonyítást adtak arra, hogy a szimmetrikus tenzorhatvány algebra izomorf az eredeti algebra *n*-dimenziós féligegyszerű reprezentációi sémájának koordinátagyűrűjével.

Egy olyan explicit felső becslést bizonyítottak végesen generált korlátosan nil algebra nilpotenciafokára, amely polinomiális mind a generátorok számában, mind a nil indexben.
Egyszerűsítették annak az eredménynek a bizonyítását, amely a véges hálók véges csoportok részcsoporthálójának intervallumaként való előállításának problémáját két speciális esetre vezeti vissza: egyrészt a majdnem egyszerű csoportok esetére, másrészt a csavart koszorúszorzatok esetére.

Megmutatták, hogy bármely szilárd félcsoport fölött a szilárd aktok kategóriája, a nem-szinguláris aktok kategóriája, továbbá egy, az idempotens gyűrűk Morita-ekvivalencia elméletében fellépő modulusok akt megfelelőinek a kategóriája egymással ekvivalensek. Ez tovább erősíti azt a megállapítást, hogy a szilárd félcsoportok osztálya adja a félcsoportok Morita-ekvivalenciájának a legalkalmasabb keretét.

Kuros–Amitsur-radikáloknak a korábban null-objektumos kategóriákban alkalmas kombinatorikus egzaktsági struktúra segítségével megadott absztrakt elméletének kidolgozták egy null-objektum nélküli változatát, és ez arra a meglepő észrevételre vezetett, hogy a lezárási operátorok elmélete a radikálelméletnek speciális esete.

A kvantum-mátrixok gyűrűjében, illetve az általános lineáris és speciális lineáris csoportok kvantált koordinátagyűrűiben igazolták, hogy a kokommutatív elemek a tartalmazásra nézve maximális kommutatív részalgebrát alkotnak. A fenti tétel Lie-elméleti vonatkozásainak felismerésével bizonyították az analóg, integrálható rendszerek teljességére vonatkozó állítást szemiklasszikus limesz Poisson-algebrákban.

Vizsgálták tórikus ideálok kombinatorikusan definiált osztályait, különös tekintettel a matroid politópokra és azok általánosításaira. Részeredményeket értek el ezen tórikus ideálok generáló halmazainak fokszám korlátjára vonatkozólag, mely munka során új módszereket fejlesztettek ki ilyen típusú becslések kiszámítására. Munkájuk során számítógépes algoritmusokat is létrehoztak, melyek segítettek új, nagy számítási igényű példák megértésében.

Algebrai geometria és differenciáltopológia osztály

Az Algebrai geometria és differenciáltopológia osztály új közös Bécs-Budapest algebrai szemináriumot indított, amely 2017-ben négy alkalommal került megrendezésre.

Konstrukciót adtak algebrai ciklusok magasság-párosítására magasabb dimenziós függvénytestek felett, amely általánosítja Beilinson klasszikus konstrukcióját.

Elkezdték vizsgálni számtest feletti görbék függvénytestei felett definiált görbék Tate–Safarevics-csoportjait, és új végességi eredményeket bizonyítottak.

Origón kívül stabil immerzióval paraméterezhető nemizolált hiperfelületszingularitások Milnor-fibrumának a peremére adtak új, viszonylag könnyen számolható műtét leírást.

Bizonyították, hogy egy felületszingularitás csomója pontosan akkor *L*-tér, ha a szingularitás racionális.

Bizonyították negatív definit gráf-3-sokaságok Seibert–Witten-invariánsaira az általános műtét formulát.

Bevezették felületszingularitásokra az Abel-leképezést, és kiterjesztették a görbékre érvényes Brill–Noether-elméletet felületszingularitásokra.

Algebrai logika osztály

Bizonyították, hogy van két olyan reláció-algebrai atom-struktúra, melyet nem lehet elsőrendű formulával megkülönböztetni, viszont a hatványalgebrájuk (azaz komplexus-algebrájuk) atomokkal generált részalgebráit meg lehet különböztetni egy elsőrendű formulával.

A relativisztikus és nem-relativisztikus téridők kapcsolatát vizsgálták modern és mély logikai eszközökkel. Azt kapták, hogy egyiket sem lehet a másikba interpretálni a hagyományos értelemben, de a modern gyengébb értelemben lehet mindkét téridőt interpretálni a másikba. Viszont még ezen gyengébb értelemben sem ekvivalensek. Ebből következik, hogy az Einstein-féle speciális relativitáselmélet nem hozható definíciós ekvivalenciába a klasszikus elmélettel, még az új, hajlékonyabb, ún. many-sorted definíciós ekvivalencia fogalom szerint sem.

Geometriák és csoportok kapcsolatát vizsgálták a modern definícióelmélet eszközeivel. Bizonyították, hogy az egység-távolságot nem rögzítő 4-dimenziós Minkowski-geometria az új értelemben definíciósan ekvivalens a Poincaré-csoporttal.

Áramvonalasították a többszortú elsőrendű logikára vonatkozó definiálhatóság-elméletet, többek között az interpretáció és definíciós ekvivalencia fogalmát. Megmutatták, hogy a Barrett és Halvorson által definiált átfedő nyelvű elsőrendű elméletekre általánosított definíciós ekvivalencia reláció nem tranzitív.

Analízis osztály

Vizsgálták a polinom deriváltakra vonatkozó Bernstein–Markov-egyenlőtlenségek Turán-féle megfordítását a komplex sík konvex tartományain. Optimális nagyságrendű alsó becslést igazoltak L_q-normában konvex tartományok egy széles osztályára. Ezen kívül kiterjesztették a Bernstein–Markov-típusú egyenlőtlenségek vizsgálatát az irodalomban először az úgynevezett nem szimmetrikus súlyokra is.

Foglalkoztak a konkáv potenciálfüggvények eltolásaira vonatkozó mini-max kérdésekkel, és az eredeti sejtés egy messzemenő általánosítását bizonyították. Az eredeti sejtés egyetlen magfüggvény különböző eltoltjaira vonatkozott, ezzel szemben megmutatták, hogy az eredmények megfelelő formában különböző magfüggvények esetére is kiterjeszthetők.

Folytatták egy kellően általános kiterjesztési-, felbontási- és dilatációs elmélet kidolgozását az úgynevezett anti-duál párok elméletében. Ez az általánosság lehetővé teszi, hogy a kapott eredményeket nem metrizálható struktúrákban is alkalmazni lehessen. Ezen kutatás melléktermékeként a Krein–von Neumann-típusú kiterjesztési tétel segítségével sikerült jellemezniük pozitív funkcionálok normalitását.

A néhány éve többváltozós gömbökre bizonyított Marcinkiewicz–Zygmund-típusú egyenlőtlenségeket kiterjesztették számos általánosabb többváltozós tartományra, többek között poliéderekre, kúpokra, gömb szektorokra és tóruszokra.

Az ortogonális Laguerre-polinomok gyöktávolságának pontos nagyságrendje segítségével meghatározták a megfelelő súlyozott Lebesgue-függvény és Lebesgue-konstans nagyságrendjét.

Folytatták a tipikus-multifraktál tulajdonságokra vonatkozó vizsgálatokat, amely során meghatározták a tipikus konvex függvények multifraktál tulajdonságait. Megválaszoltak néhány, a függvények eltoltjainak majdnem mindenütt konvergenciájához kapcsolódó megoldatlan problémát.

Diszkrét matematika osztály

Rendezett gráfok extremális elméletében egy különösen érdekes sejtés, hogy ha a tiltott rendezett részgráf páros és körmentes, akkor az extremális függvény majdnem lineáris. Ezt a korábbinál lényegesen több tiltott körmentes rendezett páros gráfra belátták. Meghatározták a maximális élszám nagyságrendjét néhány esetben, amikor két rendezett hexagon a tiltott részgráf.

Bebizonyították a klasszikus Erdős–Gallai-tétel stabilitási változatát, amely az első igazi ilyen típusú eredmény a páros gráfok extremális elméletében.

Az extremális gráfelmélet új területe, amikor egy részgráfot megtiltunk és egy másik részgráf példányainak maximális számát vizsgáljuk. Számos cikket írtak ilyen problémákról, például megjavították a becslést ötszögmentes gráfok által tartalmazott háromszögek számáról. Sikerült általánosítaniuk Cohen, Fachini és Körner egy eredményét, amely az olyan utak maximális számáról szól, ahol bármely két út uniójában szerepel 4-hosszú kör.

Kidolgozták Tyshkevich split dekompozíciójának általánosítását páros gráfokra, illetve irányított gráfokra.

Felfedezték a Mantel-tétel egy látványos kiterjesztését.

Megmutatták, hogy $k > 2$ esetén bármely k színnel színezett G gráf, melynek elég nagy a minimális fokszáma, tartalmaz olyan egyszínű összefüggő részt, melynek mérete legalább $1/(k-1)$-szorosa G méretének.

Pontos, illetve közelítő értékeket határoztak meg gráfok különféle szorzataiban totálisan dominálo sorozatok legnagyobb hosszára vonatkozóan.

Élszínezett gráfokban vizsgálták az olyan párosításokat, amelyek minden színt tartalmaznak. Az ilyen tulajdonságú extremális részstruktúrák megkeresésére hatékony algoritmusokat adtak.

2015-ben új gráfmodellt vezettek be az agy neuronjainak összeköttetéseire. 2017-ben meghatározták a perkoláció kritikus értékeit a valódi gráf modellben.

Bebizonyították az utakra vonatkozó Erdős–Gallai-tétel hipergráf változatának (Berge-út) hiányzó esetét. Számos tételt bizonyítottak 3-uniform hipergráfokról, amelyek nem tartalmaznak lineáris kört és teljes ötszöget.

Számos hipergráfra meghatározták a pontos Turán-számot. Meghatározták Berge k-utak Turán-számának aszimptotikus értékét összefüggő hipergráfok esetében.

Bebizonyították, hogy (ellentétben a gráfok esetével) végtelen sok egyértelműen szaturált hipergráf létezik, és jó korlátokat adtak lehetséges méretükre.

Meghatározták az összes különböző fajta négy hosszú kör Turán-számának nagyságrendjét hármasrendszerekben.

Kiterjesztették a dominál játékot *k*-uniform hipergráfokra, (*k*-ban) aszimptotikusan pontosan meghatározták a szükséges kérdések számát. Nagyobb kérdőhalmazok esetén vizsgálták az Aigner által bevezetett ún. Plurality problémát, és bizonyos esetben pontosan meghatározták a megoldáshoz szükséges kérdések számát.

Aszimptotikusan pontosan meghatározták 3-uniform, Berge-$K_{2,t}$-mentes hipergráfok és lineáris hipergráfok maximális élszámát.

Tverberg híres tételét sikerült kiterjeszteni plusz-mínusz együtthatók esetére is, és meghatározták egész vektor partícióinak a határalakját.

Caratheodory klasszikus tételének dimenzió-mentes változatát igazolták, és kiterjesztették gyenge epszilon hálókra és a sűrűn fedett pontok esetére is.

Folytatták a teremőr-problémakör tanulmányozását is. Olyan tétel bizonyítottak, mely az egyszerű ortogonális alaprajzú múzeumok fixen álló őrökkel való optimális fedése és vízszintesen, valamint függőlegesen mozgó őrökkel való optimális fedése között mutat meg egy éles összefüggést.

Általánosítottak korábbi ládapakolási játékokat egy mátrixos modell bevezetésével. Szimmetrikus mátrixok esetére bizonyították Nash-egyensúly létezését.

Babai híres kvázipolinomiális gráfizomorfizmus algoritmusának elemzéséből sikerült kiküszöbölniük a véges egyszerű csoportok klasszifikációs tételét.

Geometria osztály

Javították a szimplexek extremális centrális metszeteinek méretére vonatkozó korlátot. Erősítették az egységtávolságot elkerülő síkbeli halmazok sűrűségére vonatkozó felső korlátot.

Egy új Erdős–Szekeres-típusú tételt is bebizonyítottak konvex lemezek elhelyezésére.

Gömbi zóna elrendezések multiplicitását minimalizálták a zónák azonos szélességének függvényében.

Megadtak egy *D* tartományt és egy *K* konvex lemezt úgy, hogy *D* minden olyan fedésében, ami *K* legkevesebb példányát használja, valamelyik kettő keresztezi egymást.

Karzanov és Lomonoszov nevezetes 40 éves sejtése szerint, ha egy *n*-csúcsú hipergráf nem tartalmaz *k* páronként metsző élt, akkor éleinek száma legfeljebb lineáris. Lomonoszov felső korlátját majdnem lineárisra sikerült javítaniuk.

Erdős és Hajnal egy régi sejtése szerint bármely nem-triviális öröklődő *T* gráftulajdonságra, minden *n* pontú, *T* tulajdonságú gráfban van egy *n*-hatvány méretű klikk vagy független halmaz. Abban az esetben, ha a *T* tulajdonság az, hogy a gráf *VC*-dimenziója korlátozott, közel *n*-hatvány nagyságú alsó korlátot sikerült bizonyítani.

Suk áttörő és úttörő eredménye, hogy lényegében igazolta a konvex *n*-szögekre vonatkozó, több mint 80 éves Erdős–Szekeres-sejtést. Az Intézet kutatói kiterjesztették Suk tételét nem keresztező konvex halmazok rendszereire, és egyúttal valamelyest megjavították Suk korlátját.

Gráfok metszési számára a legfontosabb becslés a Metszési Lemma. Ez multigráfokra általánosságban nem teljesül. Belátták, hogy természetes és egyszerű feltételek mellett viszont mégis általánosítható az állítás multigráfokra.

Halmazelmélet és topológia osztály

Kifejlesztettek egy elemi részmodellek által alkotott fákra épülő általános módszert annak érdekében, hogy jelentősen egyszerűsítsenek számos bizonyítást a végtelen kombinatorikában. Megszámlálható elemi részmodelleket eddig is alkalmaztak ilyen célra, de nekik sikerült lényegesen szélesíteni az alkalmazási kört azzal, hogy kontinuum számosságú modellekre is kifejlesztettek egy megfelelő technikát. Az alkalmazások köre a sík paradox felbontásaitól kezdve, a ritka halmazrendszerek színezésén át gráfok kromatikus számait érintő eredményeket és ponthalmazelméleti konstrukciókat is magába foglal.

A topologikus terek felbonthatóságával kapcsolatos egyik legrégebbi nyitott kérdés, hogy önmagában sűrű pszeudokompakt reguláris terek felbonthatók-e? Megmutatták, hogy még *c*-felbonthatók is, ha bennük nyílt halmazok minden diszjunkt rendszerének számossága legfeljebb *c*-nek (azaz a kontinuumnak) véges rákövetkezője. Azt is belátták, hogy minden ilyen tér *c*-felbonthatósága konzisztens.

Sikerült továbbfejleszteniük bizonyos függvényosztályok hierarchiáinak elméletét. Közelebbről, a Baire-1 függvényeken definiálták az első olyan rangot, amely végtelen játékokon alapszik.

Szép lengyel csoportok esetén teljes leírást adtak a Christensen-féle Haar-nullhalmazok számosság-invariánsairól.

Az általános Baire-tereken vizsgáltak bizonyos, nyílt gráfokkal és perfekt halmazokkal kapcsolatos játékokat és dichotómiákat. Vizsgálták a jól ismert Open Coloring Axiom egy megszámlálhatatlan analogonját az általános Baire-terek részhalmazaira, illetve ennek egy perfekt homogén halmazok létezésével kapcsolatos variánsát is. Belátták, hogy az, hogy ezek az állítások teljesülnek az általános Baire-tér analitikus részhalmazaira, ekvikonzisztens egy erősen elérhető számosság létezésével. Belátták, hogy az az állítás, hogy a Silver-dichotómia teljesül az általános Baire-terek „egyszerűen definiálható” Borel-ekvivalencia relációira, szintén ekvikonzisztens ezekkel az állításokkal.

Számelmélet osztály

Erdős sejtette 60-70 évvel ezelőtt, hogy a normalizált prímdifferenciák, tehát a $d_n/\log n$ sorozat (ahol d_n az n-ik egymást követő prímek közötti hézag) mindenütt sűrű a számegyenes nem-negatív félegyenesén. Az Intézet kutatóinak sikerült igazolniuk, hogy a sűrűség legalább 1/4, azaz egy nagy T számig a torlódási pontok halmazának mértéke legalább $T/4$.

Sikeresen általánosították a Green-függvény számolásokat további érdekes aritmetikus faktorokra. Ezek közül kiemelkedők a hiperbolikus tér faktorai a Gauss-egészekhez hasonló komplex gyűrűk feletti 2x2-es mátrixokból eredő kristály-szimmetriák csoportjaira nézve.

A d-dimenziós tóruszfelületen adott lineáris folyam egyenletes eloszlásával kapcsolatban megcáfolták Drmota egy 1989-es sejtését.

Teljessé tették a Goldbach-sejtés és a Riemann-sejtés kapcsolatára vonatkozó Granville-tétel bizonyítását.

A sorozatok blokk-partícióira vonatkozó vizsgálatokat kiterjesztették magasabb dimenziókra. Új, elemi bizonyítást adtak Selberg Kloosterman-összegekre vonatkozó formulájára.

Megcáfoltak egy sejtést gráfok irányításainak dominációs számával kapcsolatban, a pontos nagyságrendet is meghatározva. Felső korlátot adtak a térben egymást páronként érintő szimplexek lehetséges számára.

A Lang–Trotter-féle véges függvénytestek feletti elliptikus görbék primitív pontjaira vonatkozó sejtéssel kapcsolatos eredményeket véglegesítették. Mátrixcsoportok feletti Kloosterman-összegeket kezdtek el vizsgálni, és a GL_2 és GL_3 feletti összegekre optimális becslést adtak.

Valószínűségszámítás és statisztika osztály

Új függetlenségvizsgálati módszert dolgoztak ki arra, hogy többdimenziós valószínűségi vektorváltozók koordinátáinak teljes függetlenségét ellenőrizzék. A kidolgozott eljárást tesztelték az MTA felhő virtuális számítógépeinek a segítségével. Az eredmények azt mutatják, hogy több példán a javasolt teszteljárás erősebb az eddig ismert módszereknél.

Sikerült bebizonyítani különböző skálaparaméterű Matérn-mezőknek megfelelő mértékek ortogonalitását a korábban nyitott 4-dimenziós esetben. Meghatározták egy ismeretlen várható értékű frakcionális Brown-mozgás paraméterének a maximum likelihood becslését. Sikerült meghatározniuk egyes véletlen mátrixok sajátértékeinek a határeloszlását.

Véletlen bolyongás lokális és tartózkodási idejét vizsgálták az ún. pók struktúrán. A lokális és tartózkodási időkre gyenge és erős határeloszlástételeket, illetve invarianciát bizonyítottak.

Információelméleti alapkutatást folytattak többfelhasználós és/vagy aszinkron hírközlési rendszerekre vonatkozólag. Ezekre exponenciális hibavalószínűség-becsléseket adtak. Általánosított információmennyiségekkel kapcsolatos optimalizálási problémákat vizsgáltak, és az eredményeket alkalmazták a pénzügyi matematikában.

Egyes Markov-láncok keverési idejére lényegesen javított becslést adtak, ami szuboptimálisan beállított Metropolis algoritmusok viselkedésének megértése felé vezethet. Belga kutatókkal együttműködve szinkronizáló automaták legrövidebb kódhosszának becslésén dolgoztak és értek el részeredményeket.

Nagy véletlen gráfokon értelmezett „factor of iid.” folyamatokra megmutatták, hogy a kölcsönös információ távoli csúcsokon milyen módon csökken, ha egyre növekszik a vizsgált távolság.

Megmutatták, hogy két fa fokszámsorozatnak akkor és csak akkor van élfüggetlen hernyó realizációja, ha a két fokszámsorozat összege grafikus, és az összegben a maximális fok legfeljebb néggyel több azon pontok számánál, amelyek legalább az egyik fokszámsorozatban elsőfokúak. Megmutatták továbbá, hogy ha három fa fokszámsorozat esetén mindegyik pont legfeljebb az egyik fokszámsorozatban elsőfokú, akkor mindig van élfüggetlen hernyó realizációjuk. Megmutatták, hogy ha három fa fokszámsorozatban a fokösszegek minimuma 4, valamint az összeg és minden páronkénti összeg grafikus, akkor a három fokszámsorozatnak mindig léteznek élfüggetlen fa realizációi. Megadtak olyan lineáris korlátú páros fokszámsorozatokat, amelyek realizációin a swap Markov-lánc gyorsan kever.

Bebizonyították a centrális határeloszlás-tételt olyan véletlen közegű bolyongásra, ahol a véletlen közeg divergencia-mentes driftet eredményez. E probléma jelentőségét a fizikában az adja, hogy itt fizikailag inkompresszibilis turbulens áramlásban sodródó részecske mozgásának a modelljét tekintik. Az eredmény matematikai jelentősége abból adódik, hogy az elmúlt közel negyven év során több bizonyítási kísérlet is hibásnak, nem teljesnek bizonyult. A bizonyítás egyik lényeges eleme a nevezetes Nash-féle momentum korlát nem-triviális kiterjesztése nem-reverzibilis esetre, nem-korlátos sodródási tenzor mellett.

Bebizonyították a centrális határeloszlás-tételt véletlen Lorentz-gázra a Boltzmann–Grad-határátmeneten túli skálázási tartományban. Ez egy nevezetesen nehéz és fizikailag releváns probléma, amelyben a 80-es évek eleje óta nem történt lényeges előrelépés.

Alkalmazások

Az MTA Rényi Intézetben végzett munka továbbra is elsősorban az elméleti (felfedező) tudományokra összpontosult. Az alkalmazott kutatások terén a korábbi években már kialakult munkacsoportok dolgoztak tovább az adatbázisok elmélete, kriptográfia, bioinformatika és egyéb, az élettudományokban alkalmazott matematikai módszerek, illetve a neurális hálók témakörökben.

Foglalkoztak a matematikai statisztika gyakorlati alkalmazásaival is. Ezek egyike csillagászati jellegű. Az úgynevezett Gamma Ray Burst jelenség 361 3D adatot szolgáltatott az Univerzum múltjára vonatkozóan. Ezek matematikai statisztikai kiértékelésével foglalkoztak. Egy másik orvosi jellegű statisztikai vizsgálatban a baktériumok immunrendszerét szolgáltató CRISPR-Cas rendszert illesztették be matematikai immunológiai modellbe.

A részben a Nagy hálózatok Lendület-kutatócsoport keretein belül működő deep learning kutatócsoport – az ott részletezett elméleti eredményeken túl – 2017-ben folytatta a mély neurális hálózat alapú generatív modellezéshez kötődő kutatásait, az alábbi főbb eredményekkel:

- Megállapították, hogy spektrális módszerek segítségével kompetitív eredményeket lehet elérni egyszerű autoencoder alapú generatív modelleken. Tovább kísérleteznek a módszer kiterjesztésével komplexebb hálózatokra.
- Kidolgoztak egy neurális hálózati réteget, amely egy koordinátáival megadott 2D ponthalmazzal radiális bázisfüggvények kombinációját paraméterezi, és ezt a kombinációt kiértékelve egy 2D rácson, voltaképpen egy vektorgrafikából rasztergrafikába alakító egységként működik. A réteg differenciálható, azaz a backpropagation algoritmus működik rajta, nem csupán elméletileg, hanem tényleges tanulási feladatokon is. Ennek köszönhetően a réteg használható olyan helyzetekben is, ahol a nehezebb fordított feladatra van szükség: rasztergrafikát kívánunk vektorgrafikává alakítani.
- Kidolgoztak néhány egyszerű szintetikus benchmark feladatot azzal a céllal, hogy a generatív modellek jósága számszerűsíthető és összehasonlítható legyen. Ennek alapja a valószínűségi eloszlások között definiált Wasserstein-távolság. Az év második felében gradiens alapú regularizációs módszereket vizsgáltak, először generatív majd diszkriminatív modelleken. Diszkriminatív modelleken sikerült egy olyan új regularizációs módszercsaládot feltérképezniük, mely szignifikánsan javít erős baseline modelleken standard képfelismerési feladatokon, felülmúlva számos sikeres és elterjedt regularizációs módszert.

Az MTA Rényi Intézet Kriptográfiai kutatócsoportja 2017-ben korábbi, elsősorban titokmegosztásokkal kapcsolatos kutatásainak további általánosításaival foglalkozott. Sikerült többek között egy korábbi sejtést megcáfolni, miszerint a kis köröket tartalmazó gráfokon alapuló titokmegosztások információs bonyolultsága nem lehet túl nagy. Vizsgálták továbbá egykörös, valamint egyéb speciális, kisméretű gráfok bonyolultságát. Sikerült négy változó entrópia-régióját leírni és kiszámítani az NIIF szuperszámítógépe segítségével. Az eredmények meglepőek, feldolgozásuk jelenleg is tart. Előadóként részt vettek egy kriptográfiai konferencián, valamint a csoport vezetője meghívott előadóként tartott előadást a Magyar Tudomány Ünnepe alkalmából.

Az Intézet Bioinformatikai kutatócsoportjának munkatársai együttműködést kezdeményeztek számos egyetemmel (többek közt: University of Tennessee Health Science Center, Memphis, University of California at Berkeley, University of Memphis és University of Massachusetts Amherst). A kutatás központi kérdése az, hogy az idegsejtek oszcillatorikus dinamikája milyen szerepet tölt be az agy működésében. A kutatás eredményét számos publikációban

közölték, ezek közül a legjelentősebb a Frontiers in Neural Circuits című folyóiratban megjelent publikáció. A kutatócsoport munkatársai ezen felül kollaborálnak a University of Notre Dame, University of Colorado Denver és a Delft Institute of Applied Mathematics munkatársaival. Ezekből az együttműködésekből 1-1 cikk jelent meg a Combinatorics, Probability and Computing és az Electronic Journal of Combinatorics folyóiratokban.

A kutatók szakmai előmenetele

Az Intézet munkatársai közül 2017-ben egy kutató védte meg MTA doktori értekezését, egy részmunkaidős munkatárs habilitált, öt fiatal kutató szerezte meg a PhD-fokozatot, hárman pedig honosíttatták külföldön szerzett fokozatukat. Az év végén 10 akadémikus, 36 akadémiai doktor és 45 PhD-fokozattal rendelkező, illetve kandidátus dolgozott az Intézetben; 28-an még nem szereztek tudományos fokozatot. Emellett 13 kutató professor emeritus/emerita vesz részt az Intézet tudományos munkájában (közülük 7 akadémikus, 6 akadémiai doktor). Nagy hangsúlyt fektetnek a fiatal – PhD-tanulmányaikat folytató vagy éppen azt befejező – tehetségek bevonására az intézeti kutatómunkába. 2017 folyamán további 6 fiatal kutatót alkalmaztak az Akadémia által biztosított új, illetve megüresedett fiatal kutatói álláshelyeken. Ezekkel együtt 2017-ben összesen 19 fiatal kutató dolgozott az Intézetben. Az Intézet szerződéses kapcsolatban áll a Közép-Európai Egyetemmel (CEU), amelynek keretében 24 doktorandusz munkáját irányította Intézeti kutató.

b) Tudomány és társadalom

Az Intézet alapkutatási témáinak többsége sajnos nem alkalmas a társadalommal folytatott párbeszéd közvetlen tárgyának. Ugyanakkor a kutatók eredményei a médiában is megjelenítették az Intézetben folytatott kutatásoknak a jelentőségét.

Az Intézet munkatársai fontos szerepet vállalnak a matematika népszerűsítésében, ismeretterjesztő előadásokat tartanak középiskolások és egyetemisták számára. Rendszeresen sor kerül a Magyar Tudomány Ünnepe keretében az intézeti bemutatkozó rendezvényre, ahol elsősorban középiskolások és tanáraik tájékozódhatnak a matematikusi pálya kihívásairól és szépségeiről. A Magyar Tudomány Ünnepe 2017. évi központi rendezvényeinek sorában az Intézet egyik munkatársa tartott előadást a kiberbiztonság problémaköréről. Egy fiatal munkatárs számos ismeretterjesztő előadást tartott az év során, többek között a Művészetek Völgye programsorozatában is.

Az Intézet munkatársai részt vesznek a matematikai tehetségek gondozásában, 2017 során is számos matematikai tábort, versenyt és más rendezvényt szerveztek a tárgy iránt érdeklődő diákoknak. Az Intézet szakmai hátteret biztosít a középiskolák speciális matematikai tagozatai tanárainak is.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

Hazai kapcsolatok

Az Intézet kutatói több budapesti és vidéki felsőoktatási intézmény (ELTE, BME, Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Szegedi Tudományegyetem, Pannon Egyetem) munkájában vesznek részt. Különösen jelentős a szerepük a doktorképzésben és a mesterszakos képzésben. Az Intézet kutatói közül tizenhárman törzstagok különböző doktori iskolákban, 52 doktorandusz munkáját irányítják témavezetőként. Kiemelt jelentőségű az Intézet számára a Közép-Európai Egyetem (CEU) Matematikai Tanszékével folytatott együttműködés. A CEU matematikai doktori és mesterképzési programjának oktatói és témavezetői zömében az

Intézet kutatói közül kerülnek ki. A tanszék vezetője, és a doktori program irányítója is az Intézet munkatársa. A Budapest Semesters in Mathematics angol nyelvű egyetemi részképzési program oktatóinak java része is az Intézet kutatója. Ez a program az amerikai egyetemekre viszi el a magyar matematika hírét, és mintául szolgál más nemzetközi oktatási programoknak is. Az Intézet számára nagy jelentőségű a tudományos utánpótlással való közvetlen kapcsolat, ennek jegyében 2017-ben az Intézet 57 munkatársa, a teljes kutatói létszám 53%-a oktatott valamelyik hazai felsőoktatási intézményben, egy TDK-dolgozat, 11 alapszakos és 16 mesterszakos diplomamunka témavezetését látták el az Intézet kutatói.

Az akadémiai megújítási program részeként újból lehetőség nyílt arra, hogy egyetemi kollégák egy vagy két szemesztert oktatási feladataiktól mentesülve az Intézetben tölthessenek vendégkutatóként. E program keretében 2017 folyamán az ELTE-ről három oktató vett részt az MTA Rényi Intézetben folyó kutatómunkában.

Az Intézetben heti rendszerességgel folyó szakmai szemináriumok munkájába igen nagy számban kapcsolódnak be más intézmények, köztük vidéki egyetemek munkatársai is, ezáltal ezek a szemináriumok az egész hazai matematikai életre jelentős hatást gyakorolnak.

Az MTA Rényi Intézet kutatói a matematikai közélet feladataiból hagyományosan számarányukon felül veszik ki részüket. Ezek között említhető az MTA Matematikai Tudományok Osztályában és az akadémiai bizottságokban, az NKFIH testületeiben, a Bolyai János Matematikai Társulatban végzett munka. Az MTA III. Osztály elnöke (az első félévben), az MTA Matematikai Bizottság elnöke, a Bioinformatikai Osztályközi Állandó bizottság egyik alelnöke, valamint titkára, a Bolyai János Matematikai Társulat elnöke, főtitkár-helyettese, tudományos szakosztályának elnöke és titkára, alkalmazott matematikai szakosztályának alelnöke mind az MTA Rényi Intézet kutatói.

Nemzetközi kapcsolatok

Az Intézet kutatói igen széleskörű nemzetközi kapcsolatokkal rendelkeznek. A társszerzős munkák zömében a szerzők között az intézeti kutató(k) mellett külföldi matematikusok találhatók. Közös projektek és közösen szervezett konferenciák is jellemzőek.

Az Intézet munkatársai közül 2017-ben harmincketten vettek részt nemzetközi konferencia szervezésében, néhányan közülük több alkalommal is. Az Intézet épületében folyó emeletráépítési munkák elkészültével 2017-ben már öt konferenciát, illetve nyári iskolát lehetett a Rényi Intézetben tartani.

Jelenleg az Intézet egyik kutató professor emeritusa tölti be az Európai Halmazelméleti Társaság elnöki tisztét.

Az MTA kétoldalú cserekapcsolatok keretében megvalósult utazások sikeresen szolgálták a tudományos együttműködést, segítségükkel eredményes közös kutatások folyhattak, hasznos információcserére, illetve konferencia-részvételre nyílt lehetőség.

Az Intézet kutatói összesen tizenegy nemzetközi tudományos bizottságban vettek részt. 161 alkalommal szerepel intézeti kutató neve nemzetközi folyóirat szerkesztő bizottságának névsorában. A munkatársak 2017-ben összesen 269 előadást tartottak nemzetközi rendezvényeken, ezek közül sokat meghívott, illetve plenáris előadóként.

Az Intézetből 2017-ben tíz kutató volt távol fél évnél hosszabb ideig a következő külföldi intézményekben: University of Chicago (USA), City University of New York (USA), National Science Foundation (USA), Auburn University (USA), Mathematical Sciences Research Institute (USA), École Polytechnique Fédérale de Lausanne (Svájc), University

College London (Anglia), University of Bristol (Anglia), Lancaster University (Anglia), University of Toronto (Kanada).

Az intézeti kutatók által elnyert ERC támogatások és a Lendület projektek keretéből, illetve más forrásokból összesen 11 külföldi kutató dolgozott hosszabb ideig az Intézetben, további 15 külföldi kutató töltött 1–6 hónapot a kutatóhelyen (a teljes összesített időtartam 146 hónap), többek között Csehországból, Olaszországból, Németországból, Lengyelországból, Szlovéniából, Kanadából, Vietnamból, Ausztráliából, Egyiptomból, az USA-ból, Iránból, Tajvanról, Kínából és Svédországból. Az Intézetben rövidebb időt töltő külföldi látogatók száma 2017-ben – a konferenciák résztvevőit nem számítva – 80 fő volt.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Hazai pályázatok

Az Intézet a korábbi évekhez hasonlóan jól szerepelt a hazai NKFIH kutatási témapályázatokon. 2017-ben újabb három kutatási pályázat nyert el támogatást, ill. egy-egy fiatal kolléga NKFIH PD egyéni posztdoktori pályázat keretében kezdte meg kutatásait az Intézetben. Az NKFIH által 2017-ben bevezetett kiválósági egyéni kutatási témapályázatain is jó szerepelt az Intézet. A „Jelentős nemzetközi hatású, kiemelkedő eredményeket elért kutatócsoportok támogatása KH17” kiírásban két intézeti kutató nyert támogatást, míg az „Élvonal – Kutatói kiválósági program KKP17” országos szinten összesen 12 nyertes pályázója közül az egyik szintén az Intézet kutatója, aki így egy nemzetközi mértékben is jelentős támogatást nyert el a korábbi, ERC és Lendület programok keretében létrehozott kutatócsoportja fenntartására.

Az Intézet 2016-ban is nagyon eredményesen pályázott az NKFIH alapkutatási projektjeire, aminek eredményeként a korábbiakhoz képest közel megháromszorozódott ezen intézeti bevételek aránya. A 2017. évi nagyszámú nyertes – köztük több, magas finanszírozású – pályázat alapján várható lett volna ennek a szintnek a megtartása, azonban a pályázati jelentések egyre nagyobb késedelemmel történő elfogadása, ill. a pályázatok előlegeinek ugyancsak késedelmes átutalása a pénzforgalomban mégis jelentős visszaesést eredményezett 2017-re.

Az MTA pályázati formában elnyerhető projektjei közül egy, az Intézethez pályázó fiatal kolléga MTA Prémium posztdoktori kutatói pályázatot, egy kutató Lendület pályázatot nyert, melyek a kifutó (de az intézeti költségvetésbe beépülő) Lendület pályázati támogatások megszűnésével együtt is, összességében azt eredményezték, hogy az előző évi rekordszinthez hasonló magas arányt tett ki az Intézet bevételei között az MTA és egyéb hazai (nem NKFIH kutatási) pályázati támogatások aránya.

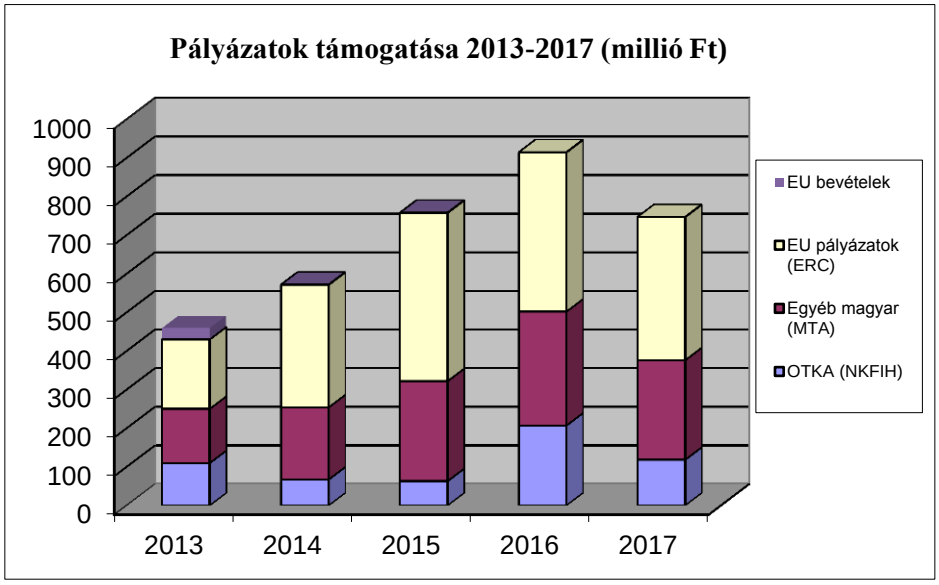
Nemzetközi pályázatok

Az MTA Rényi Intézet a matematikai felfedező kutatási projektjeivel nemzetközi szinten a European Research Council (ERC) kiírásaira és a mobilitási (Marie Curie) kiírásaira tud továbbra is eredményesen pályázni. Ebből a szempontból is eredményes volt a 2017-es év, egy még 2016-ban beadott és akkor már „A” értékelést kapott ERC Advanced Grant pályázat 2017 elején elnyerte a támogatást. Ugyancsak támogatást nyert egy 2017-ben beadott ERC Consolidator Grant pályázat, mellyel összességében 8-ra emelkedett az Intézet elnyert ERC projektjeinek a száma.

2017-ben két korábbi ERC Advanced Grant projekt fejeződött be, melyek utolsó finanszírozási részlete csak 2018-ban fog megérkezni. Így az ERC pályázatok éves össztámogatottsága némi visszaesést mutat, amit azonban a két induló ERC projekt és a megérkező utótámogatások 2018-ban korrigálni fognak. A futó ERC projektek folyamatos előfinanszírozása eredményeként a kifutó projektek utolsó, nem előfinanszírozott kifizetései nem okoztak pénzügyi problémát.

Összességében az Intézetnek a pályázatokból származó bevétele 2017-ben elmaradt az előző évitől, amit az NKFIH-tól, ill. az ERC projektekből származó befolyt bevételek – korábban részletezett okokból fakadó – csökkenése okozott. Mivel mindkét esetben ideiglenes, jól elhatárolható okok állnak a bevételcsökkenés mögött, melyek várhatóan 2018-ban megszűnnek, így a pályázati bevételek volumene a közeljövőben remélhetően stabil marad.

A következő diagram mutatja a pályázati bevételek alakulását az elmúlt 5 év folyamán.



V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Abért M, Bergeron N, Biringer I, Gelander T, Nikolov N, Raimbault J, et al. (7): On the growth of L^2-invariants for sequences of lattices in Lie groups. Ann. Math., 185:(3) 711-790 (2017) http://real.mtak.hu/64994/
2. Akopyan A, Bárány I, Robins S: Algebraic vertices of non-convex polyhedra. Adv. Math., 308: 627-644 (2017) http://real.mtak.hu/55890/
3. Andréka H, van Benthem J, Németi I: On a new semantics for first-order predicate logic. J. Phil. Logic, 46:(3) 259-267 (2017) http://real.mtak.hu/74512/
4. Backhausz Á, Virág B: Spectral measures of factor of i.i.d. processes on vertex-transitive graphs. Ann. Institut Henri Poincare – Probabilites et Statistiques, 53:(4) 2260-2278 (2017) http://real.mtak.hu/74276/
5. Blomer V, Buttcane J, Maga P: Applications of the Kuznetsov formula on GL(3) II: the level aspect. Math. Ann., 369:(1-2) 723-759 (2017) http://real.mtak.hu/71655/

6. Chau HN, Rásonyi M: Skorohod's representation theorem and optimal strategies for markets with frictions. SIAM J. Control and Optimization, 55:(6) 3592-3608 (2017) http://real.mtak.hu/72708/
7. Csóka E, Lippner G: Invariant random perfect matchings in Cayley graphs. Groups Geometry And Dynamics, 11:(1) 211-243 (2017) http://real.mtak.hu/44112/
8. Domokos M: Degree bound for separating invariants of abelian groups. Proc. Am. Math. Soc., 145:(9) 3695-3708 (2017) http://real.mtak.hu/70000/
9. Elekes M, Vidnyánszky Z: Characterization of order types of pointwise linearly ordered families of Baire class 1 functions. Adv. Math., 307: 559-597 (2017) http://real.mtak.hu/70249/
10. Erdélyi M, Zábrádi G: Links between generalized Montréal-functors. Math. Zeitschrift 286:(3-4), 1227-1275 (2017) http://real.mtak.hu/44133/
11. Erdős PL, Pálvölgyi D, Tardif C, Tardos G: Regular families of forests, antichains and duality pairs of relational structures. Combinatorica, 37:(4) 651-672 (2017) http://real.mtak.hu/44134/
12. Hladký J, Komlós J, Piguet D, Simonovits M, Stein M, Szemerédi E: The approximate Loebl-Komlós-Sós conjecture I – IV. SIAM J. Discrete Math., 31:(2) 945-1148 (2017) http://real.mtak.hu/74259/; http://real.mtak.hu/74258/; http://real.mtak.hu/74257/ http://real.mtak.hu/74256/
13. Kozma G, Tóth B: Central limit theorem for random walks in doubly stochastic random environment: H-1 suffices. Ann. Probab., 45:(6) 4307-4347 (2017) http://real.mtak.hu/73986/
14. Némethi A: Links of rational singularities, L-spaces and LO fundamental groups. Inv. Math., 210:(1) 69-83 (2017) http://real.mtak.hu/73786/
15. Ozsváth PS, Stipsicz AI, Szabó Z: Concordance homomorphisms from knot Floer homology. Adv. Math., 315: 366-426 (2017) http://real.mtak.hu/59037/
16. Guralnick RM, Maróti A, Pyber L: Normalizers of primitive permutation groups. Adv. Math., 310: 1017-1063 (2017) http://real.mtak.hu/48131/

AZ MTA RÉNYI ALFRÉD MATEMATIKAI KUTATÓINTÉZET FŐBB MUTATÓI ÉS PÉNZÜGYI ADATAI 2017-BEN

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatóhely neve: MTA Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	132			Ebből kutató[2]:	108
PhD, kandidátus:	43	MTA doktora:	31	Rendes tag és levelező tag:	9
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					8
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					49

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				49
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				163
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				14
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				131
Ebből impaktfaktoros publikáció				126
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	1
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	4

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	118,66	Összes független hivatkozás száma (2016):	5443
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			6050

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	6	MTA doktora:	1

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			269
		poszterek száma:	4
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	11	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	161
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			57
Témavezetések száma: TDK munka:	1	Diplomamunka (BSc):	11
Diplomamunka (MSc):	16	PhD:	52

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	849 966,92	E Ft
Fiatal kutatói álláshelyen fogl. sz.[16]: 17 Teljes saját bevétel:	512 714	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		30
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	118 764,0	E Ft
Az év folyamán az egyéb NKFIH forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		7
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	370 528,03	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	23 422,59	E Ft

VI/A. A kutatóhely részletezett pénzügyi adatai 2017-ben

A kutatóhely neve: MTA Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege:	849 966,92	E Ft
Az időszak folyamán a teljes saját bevétel összege:	512 714,62	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		E Ft
OTKA - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	118 764,0	E Ft
Egyéb NKFIH forrásból - a tárgyévre vonatkozó bevétel:		E Ft
ÚMFT - a tárgyévre vonatkozó bevétel:		E Ft
Egyéb hazai pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:		E Ft
EU-s pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	370 528,03	E Ft
Egyéb külföldi pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:		E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - kutatásra:		E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - egyéb:		E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb kutatási bevétel:	22 722,88	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb nem kutatási bevétel:	699,71	E Ft

MTA SZÁMÍTÁSTECHNIKAI ÉS AUTOMATIZÁLÁSI KUTATÓINTÉZET

H-1111 Budapest, Kende u. 13–17; 1518 Budapest, Pf. 63
telefon: (1) 279 6159; e-mail: monostori.laszlo@sztaki.mta.hu
honlap: http://www.sztaki.hu/

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

Az Intézet 2016-ban megfogalmazott küldetése szerint „erős – és jellemzően célzott – alapkutatási tevékenységre támaszkodva, széleskörű hazai és nemzetközi együttműködések keretében hoz létre új eredményeket, és támogatja azok alkalmazását a gazdaság és a társadalom fenntartható fejlődésének érdekében, ugyanakkor működési területén segít megőrizni és lehetőség szerint magasabb szintre emelni a hazai tudományos-műszaki kultúrát".

Jelenlegi tevékenységük fő iránya a *kiber-fizikai rendszerek* (*Cyber-Physical Systems, CPS*) kutatása, mely összefogja és a nemzetközi kutatás egyik kiemelt áramlatába emeli munkájukat. E szellemben alakítják ki és üzemeltetik laboratóriumaikat (i4D intelligens tér, irányítástechnikai, SmartFactory, felhő-számítás, kooperatív kiber-fizika kutatási laboratóriumok), az elméleti kutatás és a mérnöki megközelítés új kölcsönhatásait létrehozva.

A kiber-fizikai rendszerek olyan számítási struktúrák, melyek intenzív kapcsolatban állnak a környező fizikai világgal, annak folyamataival, egyúttal támogatják és hasznosítják az internet adatelérési és adatfeldolgozási szolgáltatásait. A kiber-fizikai megközelítések „okos" városokhoz, gyártási, közlekedési, logisztikai, energetikai rendszerekhez vezethetnek és hozzájárulhatnak egy újabb életminőség megteremtéséhez. A kiber-fizikai gyártórendszerek *(Cyber-Physical Production Systems, CPPS)* egyre inkább elfogadott nézet szerint megalapozhatják a 4. Ipari Forradalmat, melyet gyakran Industry 4.0-ként is említenek.

A kiber-fizikai rendszerekkel szembeni támasztott elvárások már most hatalmasak, és az újonnan megjelenő technológiákkal gyors ütemben bővülnek: robusztusság, önszerveződés, adaptív helyzetfelismerés, transzparencia, előreláthatóság, hatékonyság, interoperabilitás, globális nyomon követhetőség; csak a legfontosabbakat említve. A kooperatív irányítás, a multi-ágens rendszerek, a komplex adaptív rendszerek, az emergens (kibontakozó) rendszerek, a szenzorhálózatok, az adatbányászat stb. területén elért kiemelkedő eredmények további jelentős előrelépések iránti várakozást generálnak, folyamatossá téve így a kutatás iránti igényt.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A következőkben az Intézet négy alapkutatási főirányának (számítástudomány, rendszer- és irányításelmélet, mérnöki és üzleti intelligencia, gépi érzékelés és interakció) bemutatása mellett öt alfejezet foglalja össze, hogy alapkutatási eredményeik miképpen kapcsolódnak a nemzetközi tendenciákhoz, hazánk S3 szakosodási tervezetéhez, a Széchenyi 2020 célkitűzéseihez és az Irinyi Tervhez. Így külön alfejezet taglalja a járműipar és közlekedés, a termelésinformatika és logisztika, az energia, fenntartható fejlődés, precíziós mezőgazdaság, a biztonság, felügyelet, orvosi alkalmazások, valamint a hálózatok, elosztott számítások, jövő internete témakörökben elért alkalmazásorientált eredményeiket.

Alapkutatási Főirányok

Számítástudomány

Számítástudományi kutatásaik során több, egymással összefüggő terület szinergiáit aknázzák ki: algoritmusok elmélete, kiemelten a párhuzamosítás, az új hardverarchitektúrák kihasználása céljából; adatbányászat és információ-visszakeresés; a gépi tanulás, adatbázisok elmélete, illetve nagyméretű gráfok. Adattudománnyal kapcsolatos alap- és alkalmazott kutatásuk jellemzője a matematikusi és mérnöki munka együttélése: a kutatás alapvetően kísérleti jellegű, ugyanakkor az adatok óriási mérete miatt az eljárások mély algoritmuselméleti és valószínűség számítási ismereteken, matematikailag bizonyítható alapokon kell, hogy álljanak. 2017-ben elért főbb eredmények:

- A *paraméteres algoritmusok* területén kutatásaik egyik fő iránya az úgynevezett négyzetgyök-jelenség síkgráfokon, vagyis az a jelenség, hogy síkgráfok esetén a legtöbb kombinatorikus problémára az optimális algoritmus a paraméter négyzetgyökében exponenciális. Megmutatták például, hogy síkbeli egységsugarú körök (és sok más hasonló objektum) színezésére nincs további gyorsítási lehetőség: a lehetséges legjobb algoritmus is exponenciális a körök számában.
- Gráfokban *részgráfok* és egyéb minták leszámlálása egy klasszikus, sokat vizsgált algoritmikus probléma, amelynek elméleti érdekességét az adja, hogy számos esetben egy adott minta megtalálása könnyű feladat, de az összes előfordulás számának meghatározása algoritmikusan nehéz. Jelentős áttörést értek el a paraméteres mintaleszámlálási problémák bonyolultsága terén: egy általános eredményük kimondja, hogy az összes ilyen probléma átfogalmazható homomorfizmusok leszámlálására, melyek algoritmikus bonyolultsága sokkal jobban ismert.
- Alon híres *kombinatorikus nullahelytételével* kapcsolatban megmutatták, hogy a kételemű test feletti speciális eset konstruktív változata teljes feladat a Papadimitriou által bevezetett nevezetes PPA problémaosztályban. Itt az Alon-feltételnek eleget tevő polinom speciális Boole-formulával adott.
- Eredményeket értek el egy fontos algebrai gráfkonstrukció, a *projektív normagráf* vizsgálatában. Egyebek között sikerült meghatározniuk a gráfok automorfizmuscsoportját és kimutatniuk a gráfok álvéletlen jellegét egy érdekes gráfparaméter (a benne található 3-lebontható részgráfok száma) szempontjából.
- Online kapcsolatok vizsgálatakor felismerték, hogy az információ birtokosai (pl. egy adott előadót meghallgatott vagy egy adott üzenetet továbbított felhasználók) a hálózatban a véletlenhez képest sűrűbb részgráfban helyezkednek el. Megfigyelésük alapján módosították a Leskovec et al. modellt úgy, hogy az valójában nem a közösségek sűrűsödésére, hanem éppen egy sűrű magból való információterjedésre vonatkozzanak. A jelenséghez megfelelő információ-terjedési modellt adtak.
- Az *ajánló rendszerek* célja a felhasználók preferenciáinak, ízlésének megtanulása és a legrelevánsabb termékek személyre szabott kiválasztása. Az online ajánló módszerek a szokásos, logrotálás utáni batch modellezéshez viszonyítva képesek azonnal módosítani modelljüket minden egyes tranzakció után. Új online algoritmusokat hoztak létre, amelyek a batch elemzés eredményeit ki tudják használni a minőség javítására.
- Felső korlátot mutattak ki síkgörbék között előforduló érintési pontok számáról, amennyiben bármely két síkgörbe pontosan egyszer találkozik egymással, akár érintési pontban, akár metszéspontban.

- A *páros összehasonlítások* terén megmutatták, hogy a legfeljebb két elemtől eltekintve konzisztens páros összehasonlítás mátrixok esetén a sajátvektor módszer Pareto-optimális súlyvektortát adja. Kimutatták, hogy a nem teljesen kitöltött páros összehasonlítás mátrixra felírt logaritmikus legkisebb négyzetes feladat ekvivalens a kettő hosszú utak átlagolásával kapott módszerrel. Végül bizonyították egy páros összehasonlítás mátrixokra használt inkonzisztenciaindex axiomatikus karakterizációját.
- Konszenzus agygráf számoló algoritmust adtak (a „Budapest Reference Connectome" webszerver alapja), amely több száz egészséges fiatal egyénhez tartozó MRI felvételekből generált agygráfhoz számolja ki a konszenzus (vagy referencia) agygráfokat, soha nem látott részletességben feltárva az egészséges emberi agy fizikai összeköttetéseit.

Számítástudományi kutatásaikat jórészt *ERC Starting Grant* és *MTA Lendület*-támogatással végezték. Alapkutatási eredményeikre támaszkodó kutatás-fejlesztési tevékenységük legjelentősebb ipari partnerei az Ericsson Magyarország, az OTP Bank, és a Bosch.

Rendszer- és irányításelmélet

A kutatás fő tématerületei a rendszermodellezés és -identifikáció, az adaptív és robusztus irányítási, jelfeldolgozási és szűrési módszerek, az elosztott és hálózatba kapcsolt rendszerek irányítása, valamint a folyamatrendszerek. A lineáris és nemlineáris rendszerek, mind folytonos, mind diszkrét idejű megközelítésben, valamint a determinisztikus és sztochasztikus szemléletmód egyaránt figyelmet kapnak.

- *A nemlineáris rendszerek* irányításelméleti problémáihoz kapcsolódva LPV (Linear Parameter Varying) és qLPV (quasi Linear Parameter Varying) modelleket alkalmazó robusztus tervezés során felmerülő kérdésekben értek el új eredményeket. Kimutatták, hogy az unimoduláris mátrixok által meghatározott Möbius-transzformációk megőrzik a zárt hurok belső stabilitását és egy explicit képletet is adtak a transzformált hurok elemeire. Az eredmény olyan általános kontextusban került megfogalmazásra, amely magában foglalja az LTV illetve az LPV rendszereket is.
- A *robusztus irányítástervezési eljárások* közös geometriai hátterére világítottak rá. A Klein-féle megközelítés geometriai szemléletét előnyösen alkalmazták a robusztus kontroll világában, pl. a geometria értelmezésében vett pontok a stabilizálható rendszerekkel azonosíthatók, míg a Möbius-transzformációk a geometriát meghatározó mozgásokat adják. Megmutatták, hogy bizonyos hiperbolikus terek transzformációi közös hátteret adnak a robusztus feladatok kezelésére, és feltárták a stabilizáló halmazon, illetve az adott performanciaszinthez tartozó összes stabilizáló szabályozót leíró halmazon értelmezhető, az adott tulajdonságot invariánsan hagyó művelet, illetve annak csoportjainak rendszerelméleti tulajdonságait.
- A *visszacsatoláson alapuló stabilizáló szabályozások* Youla-paraméterezése a korszerű irányításelmélet egyik alapvető eredménye. A korábbi munkáikban leírt geometriai technikákra alapozva egy alternatív, geometria alapú paraméterezést mutattak be csoportelméleti megközelítésben, ami a Youla-parametrizálással ellentétben koordinátáktól független, azaz generálásához csak a rendszer és egyetlen stabilizáló szabályozó ismerete szükséges.
- *A hibadetektálás és a nulltér alapú strukturális rekonfiguráció* terén bemutatták, hogy az átkapcsolást végző, rekonfigurációs irányítástervezési eljárások hogyan alkalmazhatók a rendszerek minőségi követelményeinek garantált kielégítésére. A bevezetett geometriai technikákkal módszert fejlesztettek ki stabilitásőrző szenzor-rekombinációs algoritmusok tervezésére.

- A *flexibilis repülőgépszárnyak* és az ilyen jellegű mérnöki objektumokat leíró igen nagydimenziós matematikai modellek szisztematikus redukciós eljárásai terén további jelentős kutatási erőfeszítéseket tettek. Az erősen nagydimenziós LPV és qLPV rendszerek modális dekompozíción alapuló és az állapotok konzisztenciáját megőrző modellredukciós eljárásaiban sikerült új eredményeket elérniük a pólusok hiperbolikus metrikában való osztályozása és követése segítségével.
- A *jelfeldolgozás és rendszeridentifikáció* területén új eredményeket értek el a modellredukció területén. A Kolmogorov n-width elméletének eredményeire alapozva hasznos paramétereket (hibakorlátokat) adtak mind a H2, mind pedig a H-végtelen esetekben a bizonytalan pólusok hiperbolikus távolságának függvényében. Ennek révén egy olyan modellredukciós stratégiát javasoltak, amely csak ezt az *a priori* pólus információt használja.

A rendszer- és irányításelméleti eredmények elsődleges felhasználói az energia-, jármű- és közlekedésipar. Az ipari partnerek (Airbus, Bosch, Knorr-Bremse) bevonásával végzett európai és nemzeti kutatási projektekben az elméleti eredmények gyakorlati alkalmazhatóságát szem előtt tartva folytattak kutatási tevékenységet.

Mérnöki és üzleti intelligencia

E téren súlypontilag az ún. *kiber-fizikai gyártó- és logisztikai rendszerek* tervezésének, működtetésének, és működésük változó viszonyokhoz való adaptálásának problémáival foglalkoznak. A munka jellemzően több tudományterület – a számítástudomány, az operációkutatás, a mesterséges intelligencia és a gyártástudomány – együttes művelését igényeli. A 2017-ben elért eredmények közül a következők emelendők ki:

- Az erőforráskorlátos legrövidebb út problémára többcélú approximációs sémát adtak, feltételezve, hogy a korlátok száma konstans. Megmutatták, hogy amennyiben a feltétel nem teljesül, ilyen séma nem létezik. Ezt az eredményt kiterjesztették a hátizsák feladat, valamint az erőforráskorlátos matroid bázis problémákra is.
- Approximációs sémákat adtak párhuzamos gépes, nem megújuló erőforrásos ütemezési problémákra különféle célfüggvények mellett, valamint azt is vizsgálták, hogy mikor nem létezik ilyen séma.
- A több depós, integrált jármű-, és vezető ütemezési problémára egy új elválasztás-és-árazás típusú egzakt eljárást fejlesztettek, aminek hatékonyságát ismert feladathalmazokon demonstrálták.
- Új, korlátozás-és-vágás alapú egzakt módszert dolgoztak ki az egygépes ütemezési probléma egzakt megoldására nem megújuló erőforráskorlátok mellett, a feladatok maximális késésének minimalizálására.
- Formális bizonyítást adtak az energiahálózatokban végzett tarifaoptimalizálás NP-teljességére. A bizonyítás számos, a szakirodalomban tanulmányozott, korábban ismeretlen számítási komplexitású modellre alkalmazható.
- A nagyméretű lineáris másodfokú kúp programozási feladatok hatékony megoldására szolgáló optimalizálási motorjukra alapozva kifejlesztettek egy új optimalizálási motort, amely nagyméretű robusztus lineáris optimalizálási feladatok megoldására szolgál.
- Kidolgoztak egy eloszlásfüggetlen becslési módszert sztochasztikus lineáris (dinamikus) rendszerek alulmodellezettségének felismerésére, amely – a korábban bevezetett SPS (*Sign-Perturbed Sums*) algoritmusra építve – egzakt, nem-aszimptotikus garanciákkal

rendelkező konfidencia halmazokat szolgáltat megfelelően modellezett rendszer esetén, ugyanakkor hosszútávon egy-valószínűséggel detektálja, ha a rendszer alulmodellezett.

- Bebizonyították, hogy az SPS algoritmus gyenge statisztikai feltételek mellett erősen konzisztens, azaz a mintaszám növekedésével szűkül az igazi paraméter körül; valamint az SPS által épített konfidencia tartományok egy valószínűséggel tartanak a klasszikus – a becslési hiba aszimptotikus normál eloszlásán alapuló – konfidencia ellipszoidokhoz.
- Egy új korrelációs módszert javasoltak – SPCR (*Sign-Perturbed Correlation Regions*) elnevezéssel – két korábbi véges mintás becslési módszer kombinációjaként. Az SPCR ötvözi az LSCR (*Leave-out Sign-dominant Correlation Regions*) becslési algoritmus flexibilitását és számítási előnyeit a korábban említett SPS algoritmus egzaktságával.
- Szerelés-tervezési feladatok makro- és mikro szintű problémáinak iteratív és hierarchikus rendszerben történő integrált megoldását dolgozták ki ún. Benders-dekompozíció alkalmazásával. Generikus geometriai következtetési módszereket fejlesztettek ki, melyek közelítő, poligonhálós termékmodelleken is képesek a szerelési feladatok paramétereinek meghatározására és az ütközésvizsgálat elvégzésére.

A célzott alapkutatások, melyek jórészt hazai támogatású projektek (OTKA, GINOP) keretében folytak, további alkalmazott, több esetben ipari partnerek által kezdeményezett kutatásokat és fejlesztéseket készítettek elő. Az alkalmazott, kísérletező kutatások támogatása érdekében továbbfejlesztették a budapesti *Smart Factory* mintarendszerüket, és jelentős beruházással, az Intézet győri telephelyén létrehoztak egy kísérleti *Ipar 4.0 minta gyártórendszert*, elsősorban ember-robot szerelési és autonóm logisztikai feladatok megoldására.

Gépi érzékelés és interakció

Nagyfelbontású képek többszintű hierarchikus analíziséhez kidolgoztak egy általános háromrétegű jelölt pontfolyamat (MPP) alapú keretrendszert, amely képes a képen előforduló objektumok, objektumrészek és objektumcsoportok együttes kinyerésére.

Projektív geometria elméleti és alkalmazási kutatásai: Megmutatták, hogy a térbeli információk perspektív képeken történő előállítása során a teljes háromdimenziós rekonstrukciós folyamat elkészíthető affin transzformációk segítségével, ráadásul a pont-alapú módszerekkel ellentétben a felületi normál vektorok közvetlen úton kinyerhetőek. Az eredmények minősége lehetővé teszi többek közt azt, hogy a mérnöki visszafejtés algoritmusai a rekonstruált alakzatokat felismerjék.

Eljárást hoztak létre 3 irányú normalizált szeletek automatikus kimentésére adatbázisokból. A szeleteket felhasználva automatikus szegmentáló algoritmust fejlesztettek ki tumor régiók lokalizálására agyi felvételeken.

A digitálisan rögzített *hologramok rekonstrukciója* során eddig a rekonstruált objektumok képi leíróit alkalmazták a pontos rekonstrukciós mélység meghatározására. Kidolgoztak egy új módszert, amely több megvilágító lézernyaláb alkalmazásával nagyobb pontossággal méri a fókuszt, így a rekonstrukciós mélység precízebben meghatározható.

Növények leveleinek többrétegű optikai modelljét dolgozták ki, amelynek segítségével a klorofiltartalom, illetve a színes levelekben a festékanyag-tartalom becsülhető. A módszer transzmisszív és reflektív méréseket igényel spektrométerrel vagy hiperspektrális kamerával.

Pontfelhőalapú kalibrálási algoritmust dolgoztak ki általános grafikus processzor (ún. GPGPU) architektúrára. A módszert, amely pontfelhőket lokálisan összefüggő

ponthalmazokra bontja, majd azokban kiemeli a lineáris komponensekre jellemző részhalmazokat, robotikai környezetben validálták.

A gyártási folyamat során keletkező szenzoradatok idősorait elemezték a minőségi, karbantartási feladatok előrejelzése céljából. A gyártósori selejtarány előrejelzésével foglalkoztak, amelynek érdekességét az adja, hogy az egyes termékek gyártása során is nyomás és hőmérséklet idősorokat figyelhetünk meg, amelyek ezután a gyártás folyamatának idősorává (leadframe, műszak, tisztítási ciklusok) állnak össze, így valójában idősorok idősorával kell dolgozni, amelyre megadták az első módszereket is.

Kutatás-Fejlesztési Tevékenységek

Járműipar és közlekedés

A járműipart és közlekedést érintő technológiai fejlesztéseket jellemzően a közúti és légi közlekedés eszközei és rendszerei strukturálták. Jelentős szerepet kapnak a kooperatív rendszerek elmélete, a járműirányító rendszerek tervezésének integrált módszerei, a korszerű hálózati kommunikációs eljárások, a járműfedélzeti szabályozó rendszerek hibatűrő kialakításai, valamint a vezetéstámogató rendszerek:

- *Kooperáló járműrendszerek*: A világméretű trendekhez igazodó módon a jármű- és közlekedésalkalmazási kutatások egyik fókusza a kooperatív intelligens közlekedési rendszerekkel (Cooperative Intelligent Transportation Systems, C-ITS) kapcsolatos. Ezzel összefüggésben a kooperatív rendszerek elmélete, a járműirányító rendszerek tervezésének integrált módszerei, a korszerű hálózati kommunikációs eljárások, a járműfedélzeti szabályozó rendszerek hibatűrő kialakításai, valamint a vezetéstámogató rendszerek területén születtek eredmények.
- *Autonóm közlekedési rendszerek:* A közúti járművek autonóm funkcióihoz és az intelligens közúti infrastruktúrához kapcsolódó kutatások és fejlesztések a gépjárművek sebességprofiljának energiaoptimalizáló tervezésére irányultak. Az optimalizáció során az útvonal, a környezet és a forgalom körülményeket veszik figyelembe, úgy, mint a kiválasztott útvonal magasságprofilját, az útvonalon ténylegesen megjelenő járműforgalmat, az útvonal egyes szakaszaira vonatkozó forgalmi és biztonsági előírásokat, az útszakaszokra érvényes sebességkorlátozásokat, továbbá a látótávolságot és a kerékabroncsok tapadását befolyásoló időjárási viszonyokat
- *Járműirányítás és dinamika:* A kutatások az irányíthatósági invariáns halmazok kiszámíthatóságára irányultak, amely halmazokon belül a jármű stabilizálása véges nagyságú beavatkozó jel mellett biztosítható. Fontos hangsúlyt kapott az oldalirányú dinamika és menetstabilitás vizsgálata a kormányrendszer és fék/hajtásrendszer koordinálásával.
- *Vezető nélküli légi járművekben (UAV) alkalmazható* kamera alapú légi érzékelő és elkerülő rendszer kutatása zajlott a „látni és elkerülni” funkciók megvalósítására. Az elkerülő repülőgép vizuális alapon detektálja a célgépet a fedélzeti többkamerás látó rendszere, a GPU-s képfeldolgozó egysége és a navigációs berendezése segítségével. Az előző években végrehajtott kísérleti repülések alapján a fenti célkitűzéseket teljesítő, a világon egyedülinek számító, kisméretű, redundáns, nagy megbízhatóságú avionikai rendszer továbbfejlesztése zajlott az algoritmusok adatbányászati, Big-Data alapú finomhangolásával. Olyan mély neurális hálók kifejlesztése zajlott, mely az ütközésdetektálást egy nagyságrenddel megbízhatóbban végzi. A kifejlesztett technológia megoldást nyújthat az autonóm repülő eszközök biztonságos térbeli szeparációjára, és hozzájárulhat a GPS vezérelte kijelölt útvonalon haladás biztonságossá tételéhez. Az USA

Haditengerészetének Kutatási Hivatala (ONR) által finanszírozott kutatás során korszerű útvonalbecslő és 4 dimenziós (3D pozíció, valamint összehangolt idő) trajektória-tervező módszerek kutatása zajlott, szimulációs és valós méréseken alapuló adatok feldolgozása és elemzése alapján.

- Vizuális információ felhasználására *repülőgépek irányítása* témakörben automatikus leszállást segítő rendszerek adatfeldolgozási, képalkotási és szenzorfúziós módszereinek kutatása zajlott az adott időszakban a VISION H2020 projekt keretében. Olyan új, képfeldolgozási és szenzorfúziós módszereket dolgoztak ki, melyek által az adott geometriával rendelkező leszállóhely detektálása nemcsak megtörténik, de a gép és a pálya küszöbének távolsága tekintetében a becslés konfidenciáját is monitorozzák. A kutatáshoz kapcsolódóan a pilótanélküli légi járművek automatikus leszállító algoritmusait is adaptálták a különböző (ILS, GPS) szenzorok kiesését figyelembe vevő újrakonfigurálható irányításokhoz, valamint tesztelték ezeket az algoritmusokat a célra kialakított szimulációs környezetben.
- *A szárny flexibilitásból adódó rezonancia* (flutter) jelenség kutatását a FLEXOP H2020-as projekt kapcsán végezték a repülőgépek aerodinamikai, strukturális és repülésdinamikai vizsgálatai alapján, hatékony mérési és irányítási módszerek alkalmazásával. Ennek során több, különböző absztrakciós szintű modellt fejlesztettek ki, melyek az egyszerű, két szabadságfokú szárny rugalmas viselkedésétől kiindulva egészen a teljes repülőgép dinamikus viselkedéséig lefedik az alkalmazások igényeit. Az elméleti eredményeken felül a repülőgép hardveres megoldásainak fejlesztése is zajlott, amelynek keretében az Intézet műszerezte fel a demonstrátor repülőgép szárnyait.
- Újszerű *drónhasznosítási módszerek* területén magas iontartalmú folyadékban (tengervíz) oldódni képes, 3D nyomtatásra alkalmas, DNS kódrendszerrel ellátott polimer és az erre alapozott üzletileg hasznosítható UAV-UUV drón hibrid prototípus fejlesztése folyt. Az általuk javasolt adaptív járművezérlési algoritmusok újrakonfigurálható jellege képes lesz a jármű légi üzemmódból vízi üzemmódba való átalakulásának követésére, valamint képes lesz támogatni az UAV-UUV dinamikus modelljén végbemenő átalakulást, és a szenzorok újrakonfigurációját is.

Termelésinformatika és logisztika

A termelésinformatikai és logisztikai K+F+I tevékenység termelő, szolgáltató és logisztikai rendszerek tervezésére és modellezésére, valamint azok működésének irányítására, optimalizálásra, monitorozására és valós viszonyokhoz való adaptálására irányul, üzemi, vállalati és hálózati szinten egyaránt. A legfontosabb, 2017-ben elért eredmények a következők:

- Ún. *crowdsourcing* elvre építve, elosztott gyártási struktúrákban működő, olyan erőforrás-megosztási módszert dolgoztak ki, amely lehetővé teszi a párhuzamosan működő gyártási kapacitások kiajánlását és felhasználását. Az együttműködésben résztvevő erőforrásgazdák lokális adatok és tudás birtokában, diszkrét eseményvezérelt szimulációs elemzésekkel döntenek a rendelkezésre bocsájtható, illetve igényelt kapacitásokról. A munka eredményét a *Hitachi Manufacturing Technology Research Center*-rel, illetve a Fraunhofer Társaság stuttgarti intézetével közösen, valós gyártási hálózatban tesztelték. A tesztelés modelljeinek párhuzamos futtatását az MTA *cloud* számítási felhőjében működő, új fejlesztésű keretrendszer biztosította.
- Elemezték a *kiber-fizikai gyártórendszerek* egységes modellezését, interakcióját, illetve szabványosítását lehetővé tevő Ipar 4.0 orientált architektúrák (IIRA és RAMI 4.0) fő

fogalmi alapjait, kimutatták azok funkcionális kompatibilitását és kidolgozták a megvalósítás kereteit egy számítási *cloud* környezetben.

- A *hálózatos termelés* folyamatainak nyitottsága és átláthatósága jelentős kiberbiztonsági veszélyekkel jár. Az Ipar 4.0 koncepció keretén belül kifejlesztésre és validálásra került a felhasználók, szenzorok, beavatkozó szervek, átjárók és felhőalapú szolgáltatások identitásának és viszonyainak olyan kezelése, mely támogatja a vállalatok bizalmi határain átívelő folyamatokat, míg védelmet nyújt a rendszerekhez, szolgáltatásokhoz és adatokhoz történő jogosulatlan hozzáférésekkel szemben.
- Nagyméretű, több forrásból származó termelési adatok feldolgozására képes módszert dolgoztak ki, mellyel hatékonyan becsülhető a gyártási rendelések átfutási ideje, kimutathatók az adott gyártórendszerre jellemző, az átfutási időt jelentősen befolyásoló tényezők és azok hatásai.
- Új, *gépi tanuláson* alapuló módszert fejlesztettek ki, amely lehetővé teszi a gyártott termékek funkcionális hibáinak felismerését már a gyártás korai szakaszában. A predikciós modell a gyártás során keletkező technológiai adatok alapján valósidejű becslést ad a termék minőségére vonatkozóan, ezáltal csökkentve a hibás termékek gyártásából eredő költségeket.
- Tömeggyártás esetén, a minőségirányítási kártyák számára módszert dolgoztak ki termelési trendek automatikus definiálására, azonosítására, felismerésére és előrejelzésére, amelynek alkalmazásával már a trend kialakulásakor, de még az előírt tolerancián belül be lehet avatkozni a gyártási folyamatba.
- Olyan új, matematikai optimalizáláson és szimuláción alapuló módszert dolgoztak ki, amely lehetővé teszi a robotizált, újrakonfigurálható szerelőcellák hosszú távú kapacitástervezését, a rövidtávon jelentkező üzemeltetési költségek becslése által.
- A Hitachi céggel közösen olyan módszert dolgoztak ki, amely a hosszú távú, stratégiai termelés- és kapacitástervezést kombinálja a termék gyártásával és szerelésével kapcsolatos technológiai tervezéssel. Az kidolgozott optimalizálási modellek hosszútávon jelentős költségmegtakarítást eredményeznek.
- Termelési környezetben megvalósuló *ember-robot együttműködést* támogató, kétirányú, multimodális interakciót biztosító kommunikációs rendszert terveztek és implementáltak.
- Az AQ Anton cég számára *technológiai paraméteroptimalizálást* végeztek, amely szignifikáns termelékenységi előrelépést eredményezett, továbbá optimális útbejárási megoldást dolgoztak ki a megmunkálások költséghatékony elvégzése érdekében.

Energia, fenntartható fejlődés, precíziós mezőgazdaság

Energiatermelő rendszerek irányítása és felügyelete területén az egyik legrégebbi múltra visszatekintő ipari tevékenységük az MVM Paksi Atomerőmű Zrt.-vel történő stratégiai együttműködésen alapul. Közreműködtek az irányítástechnikai rendszerek műszaki specifikációs és tervezési folyamatának megalapozásában, a releváns szabványok és előírások alapján. Segítették a modernizált irányítástechnikai rendszerek tesztelési koncepciójának kidolgozását és a mérőkörök pontossági követelményeinek megalapozását. Támogatták a modernizált turbinaszabályozás irányítástechnikai architektúrájának kialakítását. A Szabályozó és Biztonságvédelmi rendszer (SZBVR) és a Reaktor Teljesítményszabályozó rendszer (RTSZ) rekonstrukciója kapcsán a fejlesztőkörnyezetek független felülvizsgálatában vállaltak szerepet. Az Intézet folytatta a szakértői együttműködést mind az Erőmű kapacitás-

fenntartási munkái, mind az új blokkok építésének előkészítésével kapcsolatos irányítástechnikai feladatok területén.

Kis kiterjedésű vizes élőhelyek feltérképezése és monitorozása; multimodális légi adatok (műholdról és drónról készült ortofotók) fúziója: Olyan fúziós Markov Random Field (MRF) alapú modell került publikálásra, mely képes a különböző modalitásokat (2D műholdkép, 3D légi LIDAR pontfelhő) fuzionálni és klasszifikálni a távérzékelt területeket. A modell hatékonyan alkalmazható vizes élőhelyek becslésére és változásaik követésére. A módszer kiterjesztéseként eltérő műholdak (Sentinel-2A, SPOT 6/7), különböző felbontású adatai, illetve drónról készített nagyfelbontású képadatok is fuzionálhatóak a hatékonyabb térképezéshez.

Befejezték egy, a régióban egyedülálló és kivételesen nagyszabású kutatási infrastruktúra kidolgozását a *precíziós mezőgazdaság* elterjedésének támogatására. A projekt 2017. év végi befejezésekor a Big Data és felhő alapú infrastruktúra közel 1000 kihelyezett komplex szenzoroszlop, több mint 50 gazdálkodó, összesen 110 mezőgazdasági területének mintegy 8000 hektárt felölelő megműveléséhez adott háttértámogatást a döntéstámogatás hatékony előkészítésével.

Törpe légi járművek által hordozott *multispektrális kamerák* alkalmazásával vizsgálták haszonnövények fejlődését, és az ebben bekövetkezett változásokat. A rendszeres mérések eredményeit összevetették az Európai Űrügynökség (ESA) által üzemeltetett Sentinel-műhold felvételeivel. Ezáltal a kutatásuk kiterjedt a különböző eszközök és munkafolyamatok mezőgazdasági célú alkalmazására.

Alkalmazásként először mutatták ki *óriás vírusok* valószínűsíthető jelenlétét forró és hideg sivatagi talajmintákban. Hazai mikrobiológusokkal együttműködve elemeztek magyar alföldi szikes tavakból származó metagenomikai szekvenciákat. A legújabb eljárásaik és a számítási kapacitásuk kihasználásával betekintés nyílt a magyar szikes tavak baktériumközösségeinek taxonómiai és funkcionális összetételébe.

Biztonság, felügyelet, orvosi alkalmazások

A korábbi években kifejlesztett *3D biometrikus járásfelismerő* eljárásukat új kompakt lézer- és infraszenzorok méréseihez igazították a valós felhasználási igényeket szem előtt tartva. Fejlesztésük eredménye 2017. szeptemberében két héten át valósidejű demonstrációként futott a Frankfurti Autószalonon (iaa.de).

Dinamikus környezet átfogó elemzésére téradatokat gyűjtő korszerű szenzorok felhasználásával eljárásokat dolgoztak ki, melyek objektumok, például járművek és gyalogosok valós idejű észlelését és felismerését teszik lehetővé mozgó autóra szerelhető *Lidar lézerszkennerek* méréseire támaszkodva, részlegesen detektált alakzatok esetén is. Az észlelt alakzatokat térben lokalizálva képesek az eseményeket a részletes háromdimenziós várostérképeken elhelyezni és megjeleníteni, valamint az aktuális méréseket összevetve az eltárolt, részletgazdag városmodellekkel, a különböző környezeti változásokat jelezni és osztályozni.

A *légiközlekedés biztonságának* további növelése céljából vizuális navigációs algoritmusokat dolgoztak ki, amelyek a leszállópálya szabványos mintázatának ismert pozíciójából meghatározzák a repülőgép saját pozícióját, valamint annak pontosságát.

Vizuális alapon működő, nagypontosságú, objektumdetektáló és -követő algoritmusokat fejlesztettek ki és implementáltak kisméretű manőverező tárgyak monitorozására kvázistatikus kamerák alkalmazásával. Az algoritmusok a követés alapján jósolt pozíciókat

használják a felismerési pontosság növelésére. Korrelációalapú módszert alkalmazva sikerült a követés pontosságát jelentősen növelni.

Folyamatosan fenntartják a hazai internet szolgáltatók számára a *kiberbiztonsági incidensek* kezelését biztosító HunCERT csoportot, amely 2017-es tevékenysége során több mint 6500 incidens bejelentés kezelése mellett 10 rendkívüli biztonsági tájékoztatást adott ki, valamint országos kiterjedésű biztonsági érzékelő rendszert épített ki. A tevékenység során szorosan együttműködnek a Nemzeti Kibervédelmi Intézettel (GovCERT) és az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatósággal (LRLIBEK).

Az Intézet az NIIF programot fenntartó Kormányzati Informatikai Fejlesztési Ügynökség megbízásából 2017-től biztosítja a hazai kutatóintézeti és felsőoktatási körben több mint 100 intézményt kiszolgáló, több ezer szolgáltatást tömörítő EduID föderatív *azonosítási infrastruktúra* fenntartását.

A *felhőalapú számítástechnikai platformok* felügyelete összetett gyakorlati feladat: meg kell érteni az elosztott adatfeldolgozó rendszerek működését, hibáinak elhárítását és a lehetséges teljesítményromlás okát. Javaslatot tettek az elosztott rendszerek egy optimalizálási és nyomkövetési keretrendszerére.

Non-kontakt *testmonitorozó algoritmusokat* dolgoztak ki vizuális eszközökre a pulzus, a véroxigén szint és a légzés mérésére, melyek a látható, illetve az infravörös tartományban gyűjtött videók alapján származtatják a fiziológiai adatokat. A pulzust, illetve a véroxigén tartalmat fotopletizmográfiás módszerekkel, míg a légzést mozgás alapon számolják. Az algoritmusokat mind koraszülött csecsemőkön, mind felnőtteken tesztelték.

Új, teljesen automatikus, az orvosi protokollba illeszthető döntéstámogató szofver rendszert hoztak létre. A mély konvolúciós neurális hálózat alapú orvosdiagnosztikai szakértői szoftver rendszer segítséget nyújt a vizsgáló endoszkópos orvosnak a vizsgálatot követően megítélni a talált vastagbél polyp szövettani természetét.

Hálózatok, hálózati rendszerek és szolgáltatások, a jövő internete

A *hálózati kódolás* igen erőteljes lineáris algebrai alapokon nyugvó proaktív üzenetküldési módszer, amely bizonyos hálózati hibák jelenlétében is lehetővé teszi a pontos, megbízható kommunikációt. Az általuk kidolgozott új GDC (Generalised Diversity Coding) módszer gyengébb követelményeket támaszt a hálózattal szemben, mint a három teljesen diszjunkt s-t adatfolyam lehetőségének az előírása a hagyományos DC séma szerint. Az új módszer gráfelméleti érveken alapul, csak a kommunikáció kezdő és végpontjában van szükség adatfolyamok XOR-kombinációjára. Hatékony algoritmust adtak a felmerülő hálózatfelbontási feladat megoldására.

A H2020 COLA projekt keretében *konténer alapú infrastruktúrák* automatikus skálázását megvalósító keretrendszert valósítottak meg MiCADO néven, ami felhő erőforrások segítségével dinamikus, terhelésre, költségre és teljesítményre optimalizálható módon nyújt kapacitást a konténer infrastruktúra számára. A kidolgozott megoldás jelentős előrelépés a felhőfüggetlen, terhelés hatására automatikusan felskálázódó konténer infrastruktúra orkesztráció témakörben.

Az általuk kifejlesztett Occopus orkesztrációs eszköz elosztott alkalmazások, illetve infrastruktúrák számára nyújt koordinált konfigurációs és telepítési szolgáltatást hibrid felhő erőforrásokon. Új kiegészítéssel, funkcióval bővítették a rendszert a különböző felhőket kezelő plugin-ekben, mint pl. CloudSigma, CloudBroker, melyeknek eredményeképpen az Occopus egyedülállóan képes kezelni az említett felhő erőforrásokat más elterjedt felhőkkel összehangolt, koordinált módon.

Több új módszert dolgoztak ki és valósítottak meg, amelyek lényegesen egyszerűbbé, gyorsabbá, és megbízhatóbbá teszik új virtuális diszképek létrehozását, a kívánt szoftverek kompozícióját. A diszképek méretének optimalizálása, egy adott funkcionalitást tekintve, 60%-ot meghaladó méretcsökkenést eredményez, amely egyrészt gyorsítja a virtuális gépek indítását, másrészt a kisebb tárhely igény miatt olcsóbbá teszi a felhőrendszerek használatát. A kidolgozott diszkkép dekompozíciós technika támogatja továbbá a diszképek inkrementális, részekben történő tárolását és indításkori összeállítását, amellyel a tárhely igény jelentős (akár 80%-ot meghaladó) csökkentése érhető el.

Egy konténer (docker) alapú, elosztott, ún. „mikroszolgáltatás" platformot hoztak létre. A hagyományos számítási felhő szolgáltatásokkal összehasonlítva a kifejlesztett platform hatékonyabb, a rajta igényelt elektronikus infrastruktúra, illetve a futtatott alkalmazások könnyebben menedzselhetők és skálázhatók, jelentősen csökkentve a szükséges szakértelmet mind a felhasználó, mind az infrastruktúraüzemeltető oldaláról.

A kidolgozott új, nyílt forráskódú virtuális és kiterjesztett valóság programozói könyvtár, az ApertusVR segítségével a szoftverfejlesztők könnyen és gyorsan ipari és kutatási igényekre szabhatják a virtuális és kiterjesztett valóság technológiákat.

b) Tudomány és társadalom

Az Intézet kommunikációs tevékenységét korszerű csatornák, transzparencia, társadalmi felelősségvállalás, illetve a kutatói és marketing szemlélet dinamikus összeegyeztetése jellemzi. 2017-ben körülbelül 70 kiadott sajtóközleménnyel és csaknem 300 média-megjelenéssel a korábbi éveket is sikerült felülmúlni külső kommunikációban.

Az online média mellett tovább erősítették televíziós és rádiós, valamint print kapcsolataikat; 2017-ben cikksorozat jelent meg az Intézet falai között zajló munkáról többek között a *Forbes, Autopro, Computerworld, GyártásTrend, Techstory, Techmonitor, Piac és Profit, Magyar Idők, Magyar Nemzet,* valamint az *IT Business* hasábjain. A partnerek hírfolyamai mellett számos eredményünk jelent meg a legnagyobb szakmai portálokon, szakújságok hasábjain, de szakértőik több ízben nyilatkoztak a fontosabb kereskedelmi médiumokban – pl. *Kossuth Rádió, RTL Klub, hirado.hu, M5, Figyelő, InfoRádió, index.hu, origo.hu, hvg.hu,* 24.hu – is. Az Intézet naponta frissülő tartalommal volt jelen a közösségi médiában – *Facebook, LinkedIn*, Wikipédia –, de a videómegosztókon is – *YouTube, Videotorium* – magas a látogatottsággal.

Kutatók Éjszakája program keretein belül idén először budapesti helyszíneik mellett Győrben is fogadtak látogatókat; szám szerint összesen mintegy 400 főt, de több előadással képviseltették magukat a *Magyar Tudomány Ünnepén* is. Jellemzően saját standdal voltak jelen az év legjelentősebb szakkiállításain, az *Automotive Hungary*-n, az *Ipar Napjain*, a *Web Summit*-on, a *Járműipari Szakkiállításon*, a *II. Opel Tudományos Konferencián,* a *frankfurti autószalonon*, valamint az *INDIGONAP*-on; ez utóbbinak az Intézet a főszervezője volt.

Idén is számos ingyenesen letölthető mobiltelefonos alkalmazást fejlesztettek, ezek közül is kiemelkedik az ország első filmturisztikai applikációja, a *Film Destination Budapest*, valamint az egészségmegőrzést célzó *D+Sport* alkalmazás. 2017-ben több országos programsorozatot támogattak; okostelefonos alkalmazást fejlesztettek többek között a *Múzeumok Őszi Fesztiválja*, a *Múzeumok Éjszakája*, az *Ipolytarnóci Ősmaradványok Természetvédelmi Terület*, a *Közösségek Hete* programsorozat látogatói, valamint a *Dunaferr* szurkolói számára.

Szerepvállalásukkal alakult meg a magyarországi 5G koalíció.

Az Intézet a Wigner Adatközponttal együttműködve folyamatosan biztosítja és fejleszti az MTA kutatóintézetek nagy számításigényű informatikai igényeit kiszolgáló MTA Cloud kutatási felhő infrastruktúrát.

Az intézet végzi a MTMT 2 (Magyar Tudományos Művek Tára) országos tudományos publikáció nyilvántartási rendszer új digitális archívumi szofver rendszerének kifejlesztésére irányuló projektet. A projekt keretében elkészült a rendszer végső verziójának szoftverfejlesztése és elkezdődött a rendszer következő évi bevezetésével végződő tesztelési és integrációs lépéssorozat.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

Nemzetközi és kiemelkedő országos rendezvények szervezése

„*INDIGO Ipari Digitalizációs Szakmai Nap*" címmel szakmai műhelytalálkozót szerveztek a téma aktuális kérdéseiről, a várható nemzetközi trendekről és az ipar digitális transzformációját lehetővé tévő kulcstechnológiákról. A fórum kétszáz részvevője a hazai ökoszisztéma minden jellegzetes szegmensét képviselte: nagyvállalatok és kis- és középméretű vállalatok, informatikai és technológiai szolgáltatók, szakmai szervezetek és kormányzat, egyetemek és kutatóhelyek egyaránt jelen voltak.

Munkatársaik aktívan közreműködnek témakörük legjelentősebb nemzetközi tudományos szervezeteinek (CIRP, IFAC, IMEKO) vezetésében, munkabizottságaiban és ezek egyes konferenciáinak, illetve műhelytalálkozóinak előkészítésében. Június 5-7 közt rendezték meg Budapesten a „*15th IMEKO TC10 Workshop on Technical Diagnostics: Technical Diagnostics in Cyber-Physical Era*" nemzetközi műhelytalálkozót, és sokat tettek a szeptember 20.-án Budapesten tartott, EU által kezdeményezet „*Central European Cooperation for Industry 4.0 Workshop*" megszervezésért.

Nemzetközi kapcsolatok

Az Intézet munkatársai aktívan közreműködnek témakörük legjelentősebb nemzetközi tudományos szervezeteinek (*IEEE, CIRP, IFAC, IMEKO, IAPR*) vezetésében, munkabizottságaiban és ezek egyes konferenciáinak, ill. műhelytalálkozóinak előkészítésében.

Folytatva sikeres szereplésüket az EU kutatási programjaiban – a VII. Keretprogramban 45 támogatást nyert projektben voltak résztvevők, 8 esetben konzorciumvezetői szerepet is elláttak – a Horizon 2020 program keretében eddig 14 elnyert projektről tudnak beszámolni, melyek közül háromban konzorciumvezetők.

Az Intézet jelentős gyakorlattal és projekttapasztalattal rendelkezik a kereskedelmi célú repülést és a gépjárműipart érintő kutatások és technológia fejlesztések területén. Az avionikai kutatások tekintetében a *Minnesotai Egyetem* repüléstechnikai tanszékével, az *USA Haditengerészetének Kutatási Hivatalával (ONR),* a *Bordeaux-i Egyetem* rendszerelméleti laboratóriumával, valamint a német (DLR) és európai űrügynökséggel (ESA) ápolt kapcsolatok említendők.

Az EU *Horizon 2020 Widening* program legnagyobb presztízsű, ún. *Teaming* kutatási kiválósági program keretében az Intézet vezetésével 2017-ben elindult a „Termelésinformatikai és Termelésirányítási Kiválósági Központ" (EPIC) projekt. Ezzel az Intézet, a német Fraunhofer Társaság, valamint a BME Közlekedés- és Járműmérnöki valamint Gépészmérnöki Karai közti hosszú távú európai kooperáció intézményes alapjait

megteremtve létrejöhet a kiber-fizikai rendszerek nemzetközileg elismert kiválósági központja.

Otthont adnak a World Wide Web Consortium (W3C) Magyar Irodájának. A W3C Magyar Iroda részt vesz a munkacsoportok tevékenységében, ezáltal közvetlenül hozzájárul a web fejlesztéséhez, valamint korai információkkal rendelkezik a web fejlődésének várható irányáról. Segíti a W3C nemzetközi szabványainak magyar elterjesztését, a W3C technológiákkal kapcsolatban felvilágosítást nyújt, és összekapcsolja az érdeklődőket a nemzetközi szakemberekkel.

Vállalati kutatás-fejlesztési kapcsolatok

Az *ipari digitalizáció* terén egyes kis- és középméretű vállalatokkal (KKV) folytatott együttműködés mellett a következő jelentős nagyvállalatokkal tartottak fenn kutatási-fejlesztési kapcsolatot: Audi Motor Hungaria (termeléstervező rendszer fejlesztése), Opel (vizuális felismerés, üzleti intelligencia), Volvo (ember-robot szimbiózis a szerelésben), AQ Anton (üzemezés, folyamat optimalizálás), Aventics Hungary (ütemezés, papírmentes gyártás). Folytatódott a *Hitachi Ltd., Manufacturing Technology Research Center*-rel az immár több mint tízéves közös kutatás. Stratégiai együttműködés keretében az Intézet biztosítja a *Siemens* PLM szoftver Tecnomatix és Preactor termékvonalainak egyik kiemelkedő hazai kompetencia központját a diszkrét, esemény-vezérelt szimuláció és a termeléstervezés és –ütemezés területein.

Törekszenek az ipari hasznosítás lehetőségével rendelkező eredmények nemzetközi szabadalmaztatására. Így az év során kerámia anyagok mikro-szikraforgácsolása, valamint – a Hitachi céggel közösen – a termelés-, kapacitás- és szerelés-tervezés integrációja témáiban nemzetközi szabadalmakat nyújtottak be. Megújították több, Hitachi-val közös szabadalmukat, köztük azt, melynek megalapozó kutatása elnyerte a *Japan Society for Precision Engineering* (JSPE) 2017. évi *Technical Award* díját.

A termelésinformatikai és logisztikai témakörökkel kapcsolatos technológiai transzfer egyre inkább áttevődik az EPIC Kiválósági Központ tevékenységi körébe.

2017 decemberében szövetséggé alakult a 2016 májusában vezetésükkel létrejött, az ipar digitális átalakításában érdekelt hazai kutatóintézeteket, oktatási intézményeket és magyarországi telephellyel rendelkező vállalkozásokat tömörítő *Ipar 4.0 Nemzeti Technológiai Platform* (I4.0 NTP). Az alapítás óta a platform taglétszáma 40-ről mintegy 100-ra nőtt. Az I4.0 NTP működésében jelentős szerepet vállaltak, egyebek között országos felmérést készítettek az iparvállalatok Ipar 4.0 készültségi szintjéről és elvárásairól, valamint a Stratégia Munkacsoport vezetésükkel dolgozta ki a gazdasági kormányzat számára az Ipar 4.0 iparfejlesztési stratégiát.

Az Intézet a felfedező kutatások eredményeivel járul hozzá a Győrben folyó, kiemelkedő színvonalú járműipari kutatásokhoz, jelenlétével egyidejűleg támogatva az alapvetően régiós műszaki és természettudományos K+F+I tevékenységeket. Az együttműködés bázisa az MTA által alapított és a győri Széchenyi István Egyetemen létrejött *Járműtechnológiai Kutatások Kiválósági Központja (J3K)*. A kutatóközpont működését az MTA, az Audi Hungaria, az egyetem és Győr városa együtt biztosítja.

Munkatársaik részt vettek a Zalaegerszegen megépítendő és az önvezető járművek prototípusainak kötelező ellenőrzését és azok műszaki teljesítménytesztjeinek lebonyolítását lehetővé tevő autóipari tesztpálya specifikációs munkáiban. Szakértői közreműködtek az önvezető járművek közúton történő ellenőrző méréseinek lebonyolítását és az automatizált járművek forgalomba bocsátását szabályozó jogszabály megfogalmazásában.

Energetikai területen a meglevő blokkok hosszú távú biztonságos üzemeltetésének irányítástechnikai feladataiban az MVM Paksi Atomerőmű Zrt.-vel, míg a későbbi kapacitás-fenntartási feladatok irányítástechnikai vonatkozásaiban a MVM Paks II. Atomerőmű Fejlesztő Zrt.-vel és az MVM ERBE Energetika Mérnökiroda Zrt.-vel működnek együtt.
Az Intézet Kecskeméten is telephelyet üzemeltet.

Hazai kapcsolatok, részvétel a felsőoktatásban

Az egyetemi graduális és posztgraduális oktatást az Intézet továbbra is a kutatási tevékenység fontos velejárójaként és a jövőépítés elengedhetetlen feltételeként kezeli. Rendszeres oktatási tevékenységet folytatnak a következő hazai felsőoktatási intézményekben: BME, ELTE, Corvinus, Pannon Egyetem, PTE, ME, PPKE, CEU, Kecskeméti Egyetem. Átlagosan mintegy 20 PhD-hallgató végzi kutatómunkáját az Intézetben, vezető kutatók témavezetése mellett. A hazai doktori iskolákban munkatársaik 25 esetben szerepelnek külső és 5 ízben belső alapító tagként.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

- *CloudiFacturing: Cloudification of Production Engineering for Predictive Digital Manufacturing* (EU H2020-FOF, 441 000 €, 2017-2021). A projekt célja, hogy a KKV-k gyártási folyamatainak digitalizálását támogassa a felhőszolgáltatásokra történő váltás segítségével.
- *The EOSC-hub: Integrating and Managing Services for the European Open Science Cloud* (EU H2020-EINFRA, 97 500 €, 2018-2020). A projekt közös elérési pontot alakít ki a kutatóknak az Európai Nyílt Kutatási Felhő infrastruktúra használatához, amely az adatok által vezérelt fejlett kutatások számára nyújt szolgáltatásokat, összevonva a helyi, regionális és nemzeti e-infrastruktúrák szolgáltatásait.
- *EIT DIGITAL HopsWorks*, (EU H2020 EIT DIGITAL, 88 750 €, 2017-2017). A projekt célja a HOPS (Hadoop Open Platform as a Service) funkcióinak bővítése. A HOPS egy új generációs európai Hadoop disztribúció, amely elsőként biztosít több felhasználós, elasztikusan skálázható, dinamikus terheléselosztással rendelkező Big Data megoldást.
- *Reading in EU today - Reading and Writing Literary Texts in the Age of Digital Humanities* (EU ERASMUS+, 32 381 €, 2017-2020). A projekt célja az új olvasási stratégiák tanulmányozása és új innovatív módszerek kialakítása az olvasás népszerűsítése érdekében.
- *zMed: Kiterjesztett valóság alapú, 3D orvosi képek és a valóság egyesített vizualizációját megvalósító, innovatív egészségügyi segédeszköz fejlesztése az orvos-beteg kapcsolat és az oktatás támogatására* (GINOP 2.2.1, 249 739 648 Ft, 2017-2020). A projekt során új, 3D orvosi adatok és a valóság egyesített vizualizációját megvalósító, innovatív rögzítési és megjelenítési technológiák kifejlesztésére kerül sor.
- *PETFORM*: *Műanyag extrudálási, flakonfúvási és címkézési technológia fejlesztése, új, innovatív és környezetbarát csomagolóanyag kialakításához* (GINOP 2.2.1, 101 000 000 Ft, 2017-2019). A fejlesztés célja egy egyedi műanyag extrudálási, flakonfúvási és címkézési technológia kifejlesztése, egy új, innovatív és környezetbarát csomagolóanyag kialakításához.
- *Nyitott inkubátor*: *Újszülött, koraszülött csecsemők halálozási arányát csökkentő, egészséges életük esélyeit növelő, intelligens digitális új neonatal reanimációs asztal (nyitott inkubátor) kifejlesztése* (VEKOP 2.2.1, 90 011 250 Ft, 2018-2019). A projekt során egy multi-spektrális képalkotáson alapuló monitorozó rendszer készül el, a

szövetekben található vér paramétereinek mérésére, a csecsemő mozgásának, szemének, testhőmérséklet eloszlásának, légzésének, és aktivitási periódusainak a monitorozására.

- *OTKA Ritka minták off-axis hologramjának gyors, nagy felbontású fázis rekonstrukciója* (NKFIH_K, 21 026 000 Ft, 2017-2019). A digitális holografikus mikroszkópia alkalmazása ritka minták elemzésére, mert akár százszor akkora térfogat vizsgálható vele, mint egy hagyományos mikroszkóppal.
- *OTKA Markov döntési folyamatok becslése és közelítő megoldása* (NKFIH_KH, 15 048 000 Ft, 2017-2019). A projekt célja (irányított) Markov reprezentációval rendelkező dinamikus rendszerek pontbecslései köré építhető konfidencia tartományok vizsgálata; valamint a véletlenített módszerek tanulmányozása, mind a szekvenciális döntési problémák, mind a fent említett konfidencia tartomány becslések szempontjából.
- *OTKA Változásdetekció és eseményfelismerés képi és Lidar mérések fúziójával* (NKFIH_KH, 19 628 000 Ft, 2017-2019). A gépi környezet-értelmezés központi feladatai közé tartozik a megfigyelt régióban található objektumok automatikus észrevétele és felismerése, navigáció vonatkozásában ezek elkerülése, bizonyos esetekben követése.
- *OTKA Multimodális jellemzők fúziója új 3D szaliencia modellek kidolgozásához (NKFIH_KH, 19 252 000 Ft, 2017-2019).* A projekt célja, hogy a publikált, 2D-s jellemzőkön alapuló képi tartalom kiemelése mellett kiterjessze a lényeges képi tartalom (szaliencia) modellezését 3D-s, multimodális adatokra is.
- *OTKA Robot tájékozódás képi információk alapján* (NKFIH_KH, 19 099 000 Ft, 2017-2019). A pályázat fő célkitűzése újabb, pontosabb (10 cm alatti), megbízhatóbb és szemantikailag értelmet nyerő vizuális hasonlóság alapú robot tájékozódási algoritmusok kutatása és kidolgozása.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Babarczi P, Tapolcai J, Pasic A, Ronyai L, Berczi-Kovacs ER, Medard M: Diversity Coding in Two-Connected Networks. Ieee-Acm Transactions On Networking. 25:(4) 2308-2319 (2017) http://real.mtak.hu/39104/
2. Benedek Cs: An Embedded Marked Point Process Framework for Three-Level Object Population Analysis. Ieee Transactions On Image Processing. 26:(9) 4430-4445 (2017) http://eprints.sztaki.hu/9145/
3. Bozóki S: Two short proofs regarding the logarithmic least squares optimality in Chen, K., Kou, G., Tarn, J. M., Song, Y. (2015): Bridging the gap between missing and inconsistent values in eliciting preference from pairwise comparison matrices. Annals Of Operations Research, 253:(1) 707-708 (2017) http://eprints.sztaki.hu/9337/
4. Börcs A, Nagy B, Benedek Cs: Instant Object Detection in Lidar Point Clouds. Ieee Geoscience And Remote Sensing Letters, 14:(7) 992-996 (2017) http://eprints.sztaki.hu/9081/
5. Chitnis R, Egri L, Marx D: List H-Coloring a Graph by Removing Few Vertices. Algorithmica, 78:(1) 110-146 (2017) http://eprints.sztaki.hu/9231/
6. Csáji B Cs, Kemény Zs, Pedone G, Kuti A, Váncza J: Wireless Multi-Sensor Networks for Smart Cities: A Prototype System with Statistical Data Analysis. Ieee Sensors Journal, 17:(23) 7667-7676 (2017) http://eprints.sztaki.hu/9274/

7. Csikós A, Kulcsár B: Variable speed limit design based on mode dependent Cell Transmission Model. Transportation Research Part C-Emerging Technologies, 85:(Supplement C) 429-450 (2017) http://eprints.sztaki.hu/9277/
8. Eichhardt I, Chetverikov D, Jankó Zs: Image-guided ToF depth upsampling: a survey. Machine Vision And Applications, 28:(3) 267-282 (2017) http://eprints.sztaki.hu/9116/
9. Gáspár P, Szabó Z, Bokor J, Németh B: Robust Control Design for Active Driver Assistance Systems. Cham (Svájc): Springer, 2017. 293 p. (Advanced in Industrial Control) (ISBN:978-3-319-46124-3) https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-319-46126-7
10. Gerencsér L, Hjalmarsson H, Huang L: Adaptive Input Design for LTI Systems. Ieee Transactions On Automatic Control, 62:(5) 2390-2405 (2017) http://eprints.sztaki.hu/9111/ Open Access
11. Györgyi P, Kis T: Approximation schemes for parallel machine scheduling with non-renewable resources. European Journal Of Operational Research, 258:(1) 113-123. (2017) http://eprints.sztaki.hu/9279/
12. Gyulai D, Pfeiffer A, Monostori L: Robust production planning and control for multi-stage systems with flexible final assembly lines. International Journal Of Production Research, 55:(13) 3657-3673.(2017) http://eprints.sztaki.hu/9119/ Open Access
13. Horváth G, Erdős G: Point cloud based robot cell calibration. Cirp Annals-Manufacturing Technology, 66:(1) 145-148. (2017) http://eprints.sztaki.hu/9283/
14. Kardos Cs, Kovács A, Váncza J: Decomposition approach to optimal feature-based assembly planning. Cirp Annals-Manufacturing Technology, 66:(1) 417-420. (2017) http://eprints.sztaki.hu/9267/
15. Kerepesi Cs, Grolmusz V: The "Giant Virus Finder" discovers an abundance of giant viruses in the Antarctic dry valleys. Archives Of Virology, 162:(6) 1671-1676. (2017) http://eprints.sztaki.hu/9110/
16. Majdik AL, Till C, Scaramuzza D: The Zurich urban micro aerial vehicle dataset. International Journal Of Robotics Research, 36:(3) 269-273. (2017) http://eprints.sztaki.hu/9305/
17. Németh B, Gáspár P: The relationship between the traffic flow and the look-ahead cruise control. Ieee Transactions On Intelligent Transportation Systems, 18:(5) 1154-1164. (2017) http://eprints.sztaki.hu/9127/
18. Németh B, Gáspár P: Nonlinear analysis and control of a variable-geometry suspension system. Control Engineering Practice, 61:279-291. (2017) http://eprints.sztaki.hu/9121/
19. Pálovics R, Szalai P, Pap J, Frigó E, Kocsis L, Benczúr A: Location-aware online learning for top-k recommendation. Pervasive And Mobile Computing, 38:(2) 490-504. (2017) http://eprints.sztaki.hu/9323/
20. Tihanyi N, Kovács A, Kovács J: Computing Extremely Large Values of the Riemann Zeta Function. Journal Of Grid Computing, 15:(4) 527-534. (2017) http://eprints.sztaki.hu/9235/
21. Weyer E, Campi M C, Csáji B Cs: Asymptotic properties of SPS confidence regions. Automatica, 82: 287-294. (2017) http://eprints.sztaki.hu/9265/

AZ MTA SZÁMÍTÁSTECHNIKAI ÉS AUTOMATIZÁLÁSI KUTATÓINTÉZET FŐBB MUTATÓI ÉS PÉNZÜGYI ADATAI 2017-BEN

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatóhely neve: MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	220			Ebből kutató[2]:	114
PhD, kandidátus:	64	MTA doktora:	10	Rendes tag és levelező tag:	6
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					3
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					39

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				39
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				202
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				4
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				8
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				74
Ebből impaktfaktoros publikáció				60
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	1
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	1	idegen nyelven:	3

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	134,0	Összes független hivatkozás száma (2016):	2846
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			3278

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	2	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	1	külföldi oltalmak száma[11]:	1

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			104
		poszterek száma:	12
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	47	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	20
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			5

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			33
Témavezetések száma: TDK munka:	17	Diplomamunka (BSc):	38
Diplomamunka (MSc):	20	PhD:	42

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	1370 996,02	E Ft
Fiatal kutatói álláshelyen fogl. sz.[16]: 14 Teljes saját bevétel:	196 9943	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		12
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	104 035,0	E Ft
Az év folyamán az egyéb NKFIH forrásból támogatott témák száma:		5
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	157 395,72	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		23
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	1251 822,28	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	456 691,0	E Ft

VI/A. A kutatóhely részletezett pénzügyi adatai 2017-ben

A kutatóhely neve: MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege:	1370 996,02	E Ft
Az időszak folyamán a teljes saját bevétel összege:	1969 943,69	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		E Ft
OTKA - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	104 035,0	E Ft
Egyéb NKFIH forrásból - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	157 395,72	E Ft
ÚMFT - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	212 020	E Ft
Egyéb hazai pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:		E Ft
EU-s pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	1039 802,28	E Ft
Egyéb külföldi pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:		E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - kutatásra:		E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - egyéb:	40 7611	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb kutatási bevétel:	3000	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb nem kutatási bevétel:	46 080	E Ft

MTA TERMÉSZETTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT
1117 Budapest, Magyar tudósok körútja 2.; 1519 Budapest, Pf. 286
telefon: (1) 382 6900; e-mail: pokol.gyorgy@ttk.mta.hu
honlap: www.ttk.mta.hu

I. A kutatóközpont egészét érintő kutatási és tudományszervezési eredmények 2017-ben

A konszolidáció második évében 2017-ben a Kutatóközpont a vállalt megtakarítási kötelezettségét teljesítette, ezt az a független tanácsadó cég is megerősítette, akiket még 2016-ban az MTA elnöke bízott meg a Kutatóközpont működési-gazdálkodási átvilágításával. Az utókövetést 2017-ben az MTA TTK rendelte meg.

A Kutatóközpont fontosnak tartja, hogy a stabilizálódás mellett az intézmény mind szakmailag, mind pedig a gazdálkodást tekintve fejlődési pályára álljon és a szakmai kiválóság érzékelhető emelkedése, illetve a pozitív gazdálkodási eredmény megjelenése már középtávon is mérhetővé, érzékelhetővé váljék. Így a Kutatóközpont megfogalmazta a TTK stratégiai céltérképét, és meghatározta a célkitűzések teljesítéséhez szükséges azon akciókat, amik a megvalósításhoz szükségesek.

A Kutatóközpont egy több éves programot indított el, hogy elősegítse a közvetlen brüsszeli pályáztatású programokban való részvételek előkészítését. A 2020-ban kifutó és valószínűleg megszűnő vagy jelentősen csökkenő volumenű hazai társfinanszírozású programokból származó forrásokat pótolni szükséges, amire a H2020 közvetlen uniós támogatások a legalkalmasabbak. 2017-ben első lépésként külső szakértő közreműködésével az eddig beadott H2020 pályázatokat elemezték, azonosították a sikertelenségi kritériumokat, a forrásszerzés előkészítési, kapcsolatépítési és a pályázat összeállításával kapcsolatos nehézségeket, hibákat, majd meghatározták, hogy milyen tényezők teljesülése szükséges ahhoz, hogy a TTK a H2020-as támogatási rendszerben sikeresebbé váljék. A rendelkezésre álló központi források terhére a Kutatóközpont H2020-as pályázatok előkészítéséhez nyújtott támogatást.

A 2017. évi költségvetésében az MTA TTK a költségvetésben a teljesítmény és minőség ösztönzésére – egyelőre szerény keretet hozott létre, melyet 50-50 %-ban a kutatási szervezeti egységekben, illetve kutatóközponti szinten használtak fel.

Az év folyamán a teljesítmény és minőség értékelésére és ösztönzésére a Kutatóközponti Tudományos Tanács (KUTTA) a kutatókra, kutatócsoportokra és intézetekre vonatkozó számszerű értékelési eljárást dolgozott ki és javasolta annak évente történő alkalmazását. Az értékelési rendszert – megfelelő előzetes modellszámítások és az esetleg szükséges módosítások után – 2018-ban vezeti be a TTK. A Kutatóközpont azt tervezi, hogy a költségvetési támogatás felosztásában is szerepet kap a minőség és teljesítmény értékelése.

Anyag- és Környezetkémiai Intézet (AKI)

2017-ben a következő szervezeti átalakítások történtek: A korábbi Metatézis Kutatócsoport és a Környezetkémia Kutatócsoport összevonásával létrejött a Zöldkémia kutatócsoport, amely ezáltal heterogén katalitikus, homogén katalitikus, fotokémiai, spektroszkópiai és elméleti kémiai kompetenciákat egyesít magában. A nyertes „Bioinspirált mesterséges proteinmimetikus klorid transzporterek tervezése és szintézise” című MTA Lendület pályázatnak köszönhetően megalakult a Mesterséges Transzporterek Kutatócsoport. Az

átalakítások után tíz kutatócsoport működik az Intézetben, közülük kettő Lendület-kutatócsoport.

A Nemzetközi Tanácsadó Testület év végi látogatásakor a testület tagjai megerősítették az Intézet igazgatóját abban a törekvésében, hogy az Intézet kutatási témaspektrumát fokozatosan szűkítsék. A témakoncentráció megmutatkozik a 2018. évi célok meghatározásában.

Az MTA TTK felépítése lehetővé teszi, hogy a kutatási problémákat a többi intézetben fellelhető szakértelembázis és műszerpark segítségével multidiszciplináris módon tudják megközelíteni és megoldani. Az Intézet anyagkémiai és orvosbiológiai projektjeiben potenciális együttműködő partner a kutatóközpont másik három intézete. A sikeres együttműködés példája a 2017-ben elnyert „Anyagtudományi kiválósági műhely: környezetbarát eljárások fejlesztése megújuló energia- és nyersanyagforrások hatékony felhasználására és energiatartalmuk szabályozott felszabadítására" című pályázat, amelyben az Intézet több kutatócsoportja mellett a Kognitív Idegtudományi és Pszichológiai Intézet egy kutatócsoportja is részt vesz.

Enzimológiai Intézet (EI)

A Rendezetlen Fehérje Kutatócsoport 2017 során a folyadék-folyadék átmenettel járó folyamatok vizsgálatára indított együttműködést az AKI Biológiai Nanokémiai Kutatócsoportjával. A téma keretén belül a rendezetlen fehérjék segítségével létrejövő fázisszeparációs folyamatok szerkezeti hátterét vizsgálják fagyasztva töréses elektronmikroszkópiás felvételek készítésével, SAXS mérésekkel és FTIR vizsgálatokkal.
A Molekuláris Sejtbiológiai Kutatócsoport egy közös pályázat (NAP) keretei között végez kutatásokat az agykutatás területén – számos más, a kutatóközpontban tevékenykedő kutatócsoporttal (SZKI és KPI) együtt. A Transrat2 pályázat kapcsán - túl az Intézeten belüli kollaboráción – együttműködik az SZKI egyik kutatócsoportjával is. Ezen felül részt vesz szuperfelbontású detektálásra alkalmas fluoreszcens jelzőmolekulák fejlesztésében az SZKI egy másik csoportjával, továbbá közös pályázatot nyújtottak be a KPI egyik csoportjával őssejtekből nyert idegsejttenyészetek elektrofiziológiai vizsgálatára.
A Biomolekuláris Önrendeződés kutatócsoport (AKI) a Metabolikus Gyógyszer-kölcsönhatások kutatócsoporttal (EI) együttműködésben nem természetes alapú peptidek (foldamerek) viselkedését tanulmányozza biológiai rendszerekben, valamint a Gyógyszerkémiai Kutatócsoport (SZKI) által szintetizált új D-aminosav oxidáz inhibitor farmakokinetikai viselkedését tanulmányozza.

Az Enzimológiai Intézet Genom Metabolizmus kutatócsoportja új témában együttműködést indított a Szerves Kémiai Intézet két csoportjával, egyrészt a Keserű György által vezetett kutatócsoporttal, másrészt a Drahos László által vezetett tömegspektrometriai kutatócsoportjával. Ezen belül célul tűztük ki a rákos elváltozásokért kiemelkedő gyakran felelős KRas GTPáz fehérje egyes onkológiai kórképekkel társított mutánsai elleni mutáció-specifikus inhibitorok tervezését. Ezen belül különösen jelentős egy cisztein mutáció, ami lehetővé teszi kovalensen kötődő inhibitorok tervezését. Az együttműködésben a Genom Metabolizmus kutatócsoport végzi a vad típusú és mutáns fehérjék előállítását és funkcionális összehasonlító vizsgálatait, míg a Szerves Kémiai Intézet végzi az inhibitorjelölt molekulák szintézisét és a kovalens módosítást jellemző tömegspektrometriai vizsgálatokat.

A Membrán Fehérje Kutatócsoport az SZKI-val közösen fluoreszcens transzporter szubsztrátok szintézisét illetve funkcionális tesztelését végzi. Rendszeres az együttműködésük

a Műszercentrum tömegspektrometriai laboratóriumával is, az SZKI több más csoportjával (közös publikáció is készült) és az Anyagtudományi Intézet egyik kutatócsoportjával.
A Reprodukció Rendszerbiológiája Lendület Kutatócsoport 2014-ben beindult együttműködése a Szerkezeti Biofizika munkacsoporttal folytatódott. 2017-ben az Enzimológiai Intézetben további együttműködések körvonalazódtak a Metabolikus Gyógyszerkölcsönhatások kutatócsoporttal.

Kognitív Idegtudományi és Pszichológiai Intézet (KPI)

A Pszichobiológiai Kutatócsoport az Agyi Képalkotó Központtal működik együtt a kutyák társas ingerekre mutatott in vivo idegi aktivitásának kísérletes feltérképezésében agyi képalkotó eljárás (fMRI) alkalmazásával.

A Hang- és Beszédészlelési Kutatócsoport az Agyi Képalkotó Központtal a párhuzamosan beszélők hangjának szétválasztását befolyásoló prozódiai tényezők vizsgálatában működik együtt. Az AKK továbbá az elektroenkefalográfiás forráslokalizáció alapját képező strukturális MRI felvételek megosztásával segíti az agyi kontextus kódolás felderítését célzó a Hang- és Beszédészlelési Kutatócsoportban folytatott vizsgálatot.

Az Összehasonlító Pszichofiziológiai Kutatócsoport kutatóházon belüli együttműködő partnerei az Agyi Képalkotó Központ, az Enzimológiai Intézet, az Anyag és Környezetkémiai Intézet. Az intézetek közötti kapcsolatok közösen elnyert VEKOP pályázat képében manifesztálódtak. A továbbra is közösen működtetett laboratóriumok, állatházak, valamint a közösen fenntartott asszisztencia, technikusi gárda is mutatja a csoportok Intézeten belüli magas együttműködési potenciálját.

Szerves Kémiai Intézet (SZKI)

Az SZKI általános kutatási profilja, a szerves kémia, amely centrális kutatási terület, így lehetőséget nyújt széleskörű tudományos kooperációkra. A szintetikus kémiai laboratóriumok új modell vegyületeket állítanak elő anyagtudományi és biológiai vizsgálatok és mérések céljára, valamint az együttműködő Intézet által javasolt szintéziseket végzik el, a műszeres szerkezetkutató egységek speciális szerkezet-meghatározási lehetőséget kínálnak az együttműködő partnerek számára. Az Elméleti Kémiai Csoport a TTK-ban egyedülálló módon foglalkozik kvantumkémiával és egyéb elméleti számításokkal, melyek szervesen egészítik ki a teljes központ kutatásait.

A tárgyévben a következő élő kooperációkról kell beszámolni: Az SZKI-ban folyó kutatási projektek szerkezet vizsgálati és nagyműszert igénylő kutatások a Műszer Centrummal együttműködésben történnek és ezekből számos közös publikáció is készült.

A tárgyévben az Enzimológiai Intézettel fehérje-fehérje kölcsönhatással foglalkozó témákon működtek együtt. Továbbá fluoreszcens GCaMP2 fehérjét expresszáló transzgenikus patkányvonalat felhasználva közösen feltárták az asztrocita hálózatok szerepét a lassú hullámú alvás alatti neurális aktivitásban.

A rendszeresen megrendezésre kerülő Szerves Kémiai Szemináriumok, melyekre a teljes kutatóközpont megkapja a meghívást, kitűnő fórumot biztosítanak arra, hogy az SZKI-ben folyó kutatási irányokat a társintézetek megismerjék, és ezzel tovább szélesedő, központon belüli együttműködés valósuljon meg. Ezenkívül a tárgyévben hagyományteremtő szándékkal

megrendezésre került az SZKI szakmai nap rendezvény, amely során az Intézet kutatócsoportjai ismertették rövid előadásban az év során elért legfontosabb eredményeiket.

II. Közvetlenül a kutatóközpont vezetése alá tartozó kutatócsoportok kutatási eredményei, ezek jelentősebb publikációi

Agyi Képalkotó Központ (AKK)

Az Agyi Képalkotó Központot (AKK) alkotó két kutatócsoportban – Neurokognitív Fejlődés Kutatócsoport (NFK) és Agyi Szerkezet és Dinamika Kutatócsoport (ASZDK) – folyó kutatások kiterjedtek a számítógépes viselkedéses tesztek és tréningprogramok, EEG és fMRI módszerek fejlesztésére és alkalmazására az emberi kognitív képességek hátterét képező egészséges és kóros idegrendszeri folyamatok és agyi hálózatok jellemzésére. Legfontosabb új eredmények:

Agyi képalkotó módszerek kutatása és fejlesztése

A módszertani kutatások kiemelkedő új eredményeket szolgáltattak a nagy időbeli felbontású, gyorsított MRI eljárás területén, a gyorsítás miatt bekövetkező zajerősítés csökkentésében, melyek a tudományterület legrangosabb folyóiratában, a Magnetic Resonance in Medicine-ben kerültek közlésre. A kutatások legfontosabb eredménye, hogy speciálisan az adott mérési paraméterekre és páciensre optimalizált gerjesztő pulzussal, valamint speciális képrekonstrukcióval az erősen gyorsított MRI mérések zaja jelentősen csökkenthető. A módszer alkalmazásával lehetőség nyílik a modern MRI mérések maximálisan elérhető sebességének akár megduplázására, jelentős további zajnövekedés nélkül. Az ezáltal lecsökkent mérési idő nem csupán a funkcionális mérések időbeli felbontásának javítását, hanem a hosszadalmas strukturális vizsgálatok lerövidítését is szolgálhatja, ami a klinikai gyakorlatban is rendkívül fontos szempont. Egy másik módszertani kutatás-fejlesztési program keretében az agy betegségeinek MRI képeken alapuló pontosabb és hatékonyabb azonosításában és osztályozásában értek el jelentős új eredményeket az AKK munkatársai mesterséges intelligencia alkalmazásával. A világon elsőként adaptálták a konvolúciós neurális hálózatokat nyugalmi állapotú funkcionális MRI, specifikusabban az agyi hálózatok összeköttetéseit leíró úgynevezett nyugalmi állapotú funkcionális konnektivitás mátrixok osztályozására. A kidolgozott konnektom-konvolúciós neurális háló (CCNN) alkalmazásával a funkcionális agyi hálózatok felépítése alapján sikerült egészséges idős, illetve az Alzheimer-kór előszobájának tartott enyhe kognitív zavarban szenvedő alanyokat a korábban rendelkezésre álló eljárásoktól lényegesen hatékonyabban elkülöníteni, osztályozni. Eredményeik a tudományterület egyik legrangosabb folyóiratában, a Frontiers in Neuroinformatics-ban kerültek közlésre. A kidolgozott módszer nagy MRI adatbankok adatain történő finomhangolását követően alapját képezheti az agyi betegségek MRI-alapú, automatikus diagnosztikai eljárásainak.

A nyelvi feldolgozás, az olvasás és az olvasási zavarok agyi háttere

Az AKK egyik fő célkitűzése a nyelvi reprezentációk neurokognitív hátterének és fejlődésének vizsgálata az eseményhez kötött agyi potenciálok (EKP) módszerének segítségével. A kutatócsoport munkatársai a szóhangsúly akusztikai jellemzőinek vizsgálata során azt találták, hogy a hangsúly, mint fonológiai jellemző feldolgozása hosszú távú idegrendszeri reprezentációkon alapul, és a hallgatók specifikus érzékenységgel rendelkeznek a prozódiai határokat jelző szegmentális és prozódiai jellemzőkre. Egy további tanulmányban azt az eredményt kapták, hogy a szavak jelentése egyfajta szűrőként működve befolyásolja a szóhangsúly feldolgozását, mivel a jelentéssel rendelkező és nem rendelkező szavak eltérő EKP válaszokat váltottak ki.

Továbbá, az AKK kutatói az olvasás elsajátításának, valamint a természetes körülmények között történő összefüggő szövegolvasás idegrendszeri folyamatainak vizsgálatában értek el kiemelkedő eredményeket. Nagymintás olvasásfejlődési kutatásukban azt vizsgálták, hogy miként változik az ún. betűfelcserélési hatás olvasni tanuló gyerekeknél (2-4. osztályban). Kimutatták, hogy a betűfelcserélési hatás valójában az ortográfiai rendszer adaptivitásának eredménye, nem pedig a látási/olvasási mechanizmusok inherens következménye. Eredményeik a nagy presztízsű Developmental Science folyóiratban kerültek közlésre.

A munkamemória agyi folyamatai

A munkamemória zavaró ingerekkel szembeni ellenálló képességének romlása a kognitív öregedés egyik legígéretesebb előrejelzője. Azonban, meglepően keveset tudunk a zavaró ingerek kiszűrésének neurális folyamatairól és azok változásáról öregedés során. Az AKK kutatói feladathoz kötött és nyugalmi fMRI, valamint EEG módszerrel vizsgálták a munkamemória tárolása során jelentkező zavaró, irreleváns információ kiszűrésének neurális folyamatait egészséges fiatal és idős önkéntesekben.

Kimutatták, hogy munkamemória-feladat során a centrális látómezőben, a figyelem fókuszában megjelenő zavaró ingerek kiszűrése egy aktív folyamat, mely alapvetően eltér a figyelmen kívüli, perifériás zavaró ingerek elnyomásának irodalomból ismert folyamataitól. A centrális irreleváns vizuális tárgyingerek zavaró hatásának kiküszöbölése érdekében ezek részletesen feldolgozásra kerülnek azért, hogy reprezentációjuk elkülönüljön a munkamemóriában tárolt hasonló tárgyak reprezentációjától. Ezt követően a tárolt tárgyreprezentációk újra aktiválódnak és stabilizálódnak. A kutatások alapvető új ismereteket szolgáltattak az irreleváns vizuális információ zavaró hatásának kizárásáért felelős agyi folyamatokról és azonosították azok EEG és fMRI markereit (az eredmények közlésre történő előkészítése folyamatban van).

Jelentősebb közlemények:

1. Kettinger A, Kannengiesser SAR, Breuer FA, Vidnyánszky Z, Blaimer M: Controlling the object phase for g-factor reduction in phase-constrained parallel MRI using spatially selective RF pulses. Magnetic Resonance in Medicine, (2017) http://real.mtak.hu/id/eprint/73353
2. Meszlényi R, Buza K, Vidnyánszky Z: Resting state fMRI functional connectivity-based classification using a convolutional neural network architecture. Front. Neuroinformatics, 11:61 (2017) https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fninf.2017.00061/full
3. Honbolygó F, Kolozsvári O, Csépe V: Processing of word stress related acoustic information: A multi-feature MMN study. International Journal Of Psychophysiology, 118: 9-17 (2017) http://real.mtak.hu/id/eprint/73354

Műszercentrum

Az *NMR Laboratórium* munkatársai a 2017-es év során két fő területen folytatták önálló kutatási tevékenységüket. Az intracelluláris lipidkötő fehérjék (iLBP) működési mechanizmusának felderítésére irányuló vizsgálataik során összefüggést találtak a fehérjében milliszekundum időskálán zajló globális belső fluktuáció és a fehérje kooperatív letekeredése között. Aminosav-specifikus NMR relaxációs és hődenaturációs adatok elemzésével az iLBP fehérjék családjába tartozó humán epesav-kötő fehérjében (I-BABP) azonosítottak egy dimerizációra hajlamos részlegesen letekeredett fehérje állapotot, amelynek szerepet tulajdonítanak a béta-struktúrával rendelkező fehérje fokozott aggregációs viselkedésében. Együttműködésben az ELTE Biokémiai Tanszékének Fehérje Folding és Amiloid

Kutatócsoportjával az NMR spektroszkópiával nyert adatokat molekula dinamikai szimulációs vizsgálatokkal támasztották alá. Eredményeiket a *FEBS Journal* folyóiratban publikálták. Ugyanebben a kutatási projektben folytatták az I-BABP-epesav kölcsönhatás szerkezeti meghatározóinak tanulmányozását, különös tekintettel az epesav-kötődés pH függésére. Korábbi kalorimetriás és gyorskinetikai vizsgálataikat NMR relaxációs mérésekkel egészítették ki, melynek során azonosítottak a fehérjében egy hisztidin aminosavat, amelynek protonálódása kulcsszerepet játszik a ligandum kötőzsebbe jutását segítő konformációs átmenetben. Eredményeiket az *MMCE* nemzetközi konferencián mutatták be, egy kézirat pedig szerkesztés alatt áll.

Az NMR Laboratórium másik fő kutatási területe a szabályozott hatóanyag leadó rendszerek fejlesztésére irányul. Polimer kémiai és fizikai, valamint gyógyszer-technológiai csoportokkal együttműködve különböző polimer rendszerekben jellemezték a polimer lánc és biológialag aktív kismolekulák közötti nemkovalens kölcsönhatásokat. A hatóanyag morfológiájának és hordozóbeli eloszlásának változtatásával befolyásolták a leadás kinetikáját. Eredményeiket a *European Polymer Journal* folyóiratban tették közzé. Az említett két kutatási projekt mellett az NMR Laboratórium munkatársai az SZKI, EI és AKI kutatócsoportjaival több témában folytattak együttműködéseket a 2017-es év során.

A *Kémiai Krisztallográfia Kutatólaboratórium* egy- és többkomponensű biológiailag aktív szerves molekulák, fémorganikus vegyületek és fém koordinációs komplexek rendszerét tanulmányozta azzal a céllal, hogy a kémiai változtatások ellenére meddig lehet az illeszkedési motívumot és a molekula konformációt megőrizni. A másodlagos kölcsönhatások és a polimorfia kapcsolatát ismerték meg mélyebben és ezen ismereteket alkalmazták kristálymérnöki feladatok elvégzésében, a kristályok szerkezetének finomhangolásában. Szupramolekuláris kölcsönhatásokat, a krisztallográfiai és előfordulásuk esetén a nem-krisztallográfiai szimmetriákat ismerték fel, alkalmazták szilárd fázisban. Leírták pillárarén zárványvegyületek szerkezetét, és a laterális szubsztituens hatását a zárványképzésre. Először sikerült előállítani planáris szilolid vegyületet, melynek szerkezetét egykristály röntgendiffrakcióval határozták meg. Meghatározták rákellenes „zongoraszék" típusú Ru-komplexek, tripodális ligandumok réz-komplexek, valamint réz(II)- vas(III)-tioszemikarbazon komplexek egykristály szerkezetét. Sikeresen meghatároztak egy természetes, kutyatejből kivont, potenciális rákellenes hatással rendelkező jatrofán diterpén kristályszerkezetét.

Az *MS Metabolomika Laboratórium* munkatársai LC-MS/MS alapú mennyiségi meghatározásokat fejlesztettek ki biológiailag aktív molekulák érzékeny meghatározására. Vizsgálataik során a kimutatási határok terén még alacsonyabb szintek elérését tűzték ki. Ezt több úton próbálták megvalósítani. Egyrészt kémiai úton történő „érzékenyítéssel", amikor származékot képezve lehetett szteroidok meghatározása során az érzékenységet növelni. Másik megoldásként a nagyobb térfogatok injektálását vizsgálták: hogyan növelhető az injektált térfogat úgy, hogy közben a mátrixkomponensek ne fejtsék ki zavaró hatásukat. Ezeket a megoldásokat kombinálták mikro-HPLC technikával. Korábbi kísérleteik folytatásaként módszert fejlesztettek ki a DNS metilációs mintázatának vizsgálatára, amit sikeresen alkalmaztak biológiai rendszereken. Az ebből született küzlemény a napokban jelent meg. Módszert fejlesztettek ki fluoreszcens jelölőmolekulák peptidekhez, fehérjékhez és oligonukleotidokhoz történő kötésének tanulmányozására. Ezeknél a méréseknél a kötődés igazolásán túl a kapcsolódás helyének meghatározása is cél volt. Egy PhD munka részeként vizsgálták a gyógyszermolekulák egymás mellett történő meghatározásának a nehézségeit. A

módszer részét képezné a személyre szabott gyógyszeres terápia terén végzett kutatómunkának.

Jelentősebb közlemények:

1. Magda B, Dobi Z, Mészáros K, Szabó É, Márta Z, Imre T, T Szabó P: Charged derivatization and on-line solid phase extraction to measure extremely low cortisol and cortisone levels in human saliva with liquid chromatography–tandem mass spectrometry. Journal Of Pharmaceutical And Biomedical Analysis, 140: 223-231 (2017) https://doi.org/10.1016/j.jpba.2017.03.028
2. Bojtár M, Simon A, Bombicz P, Bitter I: Expanding the pillararene chemistry: synthesis and application of a 10+1 functionalised pillar[5]arene. Organic Letters, 19:(17) 4528–4531 (2017) http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.orglett.7b02092
3. Horváth G, Biczók L, Majer Z, Kovács M, Micsonai A, Kardos J, Tőke O: Structural insight into a partially unfolded state preceding aggregation in an intracellular lipid-binding protein. FEBS Journal, 284: 3637-3661 (2017) http://real.mtak.hu/id/eprint/73351

MTA TERMÉSZETTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT
ANYAG- ÉS KÖRNYEZETKÉMIAI INTÉZET
1117 Budapest, Magyar tudósok körútja 2.; 1519 Budapest, Pf. 286
telefon: (1) 382 6500; e-mail: tompos.andras@ttk.mta.hu
honlap: http://www.ttk.mta.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

Az Intézet fő feladata 2017-ben magas színvonalú kémiai és interdiszciplináris kutatások végzése volt a fenntartható környezet és a fenntartható egészség területein. Olyan funkcionális és szerkezeti anyagokat, valamint kémiai eljárásokat, -folyamatokat kutattak, amelyek a megújuló energiaforrások átalakítását, az emberi tevékenységből származó káros környezeti hatások csökkentését célozzák, orvos-biológiai szempontból fontos gyógyszerhordozók, bioszenzorok létrehozását, biológiai lágy-anyagok megismerését és -módosítását teszik lehetővé. Tevékenységük során az alap- és alkalmazott kutatások egymásra épülnek.

A feladatok összetettsége szükségessé tette, hogy a tudományos kérdéseket komplex módon, a kémia, a fizika és a biológia eszköztárát felhasználva, kísérleti és elméleti vizsgálati módszerek együttes alkalmazásával közelítsék meg.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Kiemelkedő kutatási eredményeik tárgyalásakor az elsősorban anyagtudományi témáktól haladnak az energetikai célú és környezeti kémiai témákon keresztül a biológiai rendszereken és gyógyászati célból végzett kutatásokig. Az Intézetben működő „Lendület” kutatócsoportok eredményét a biológiai rendszerekkel kapcsolatos kutatások között szerepeltetik.

Arany nanoszemcsék előállítása AuCN-ból plazmás és ionsugaras aktiválással

Arany nanoszemcséket állítottak elő mikrokristályos AuCN prekurzorból plazma és ionsugaras aktiválással. Az eljárással kapott nanoszemcsék fázisképződését összehasonlították az egyszerű hőkezeléssel kapott termékekével. Kisnyomású Ar plazmakezeléssel 4-20 nm méretű aranyszemcséket kaptak, amelyből a nitrogén szinte teljesen, a karbon pedig részben távozott. Ar+ ion bombázással 5-30 nm méretű aranykristályok képződtek ugyancsak csekély nitrogén, de jelentősebb arányú szén szennyeződéssel. Az eredmények azt mutatják, hogy plazmás és ionsugaras aktiválással AuCN felhasználásával lehetőség nyílik tetszőleges felületeken Au nanorészecskék leválasztására. Az eljárás tehát alternatívát jelenthet speciális készítésű katalizátorok, elektronikai eszközök és szenzorok előállítására különféle eszközökhöz.

Molekuláris elektronika

Vezető tűszondás atomerő mikroszkópia alkalmazásával (CP-AFM) arany-arany nanokontaktus elszakításakor fellépő erő értékét határozták meg. Megállapították, hogy a szakítóerő függ a terhelés sebességétől, azonban paradox módon alig függ a hőmérséklettől. Magyarázatuk szerint a kontaktus megszűnésekor azonos erőhatás mellett más-más molekuláris struktúra szakad el a hőmérséklet függvényében. Míg alacsony hőmérsékleten láncba rendeződött atomok közötti kölcsönhatás, addig szobahőmérsékleten pontszerű kontaktus szűnik meg. Vizsgálataikat nemzetközi együttműködés keretében végezték.
Nagy nyomáson és magas hőmérsékleten stabil víztartalmú Ca-szilikátok

Külföldi kollégákkal együttműködve új, víztartalmú Ca-szilikát fázisokat szintetizáltak nagy nyomáson (17 GPa) és magas hőmérsékleten (1773 K), továbbá felfedték a fázisok komplex szerkezetét. Az eredmény meglepő, mivel ilyen magas nyomáson és hőmérsékleten – a földköpeny átmeneti zónájában – korábbi kutatások vízmentes szilikátok jelenlétét igazolták. Különös jelentőségű, hogy víztartalmú Ca-szilikát perovszkit jelenlétére utaló adatokat kaptak. Korábbi ismeretek szerint ugyanis a perovszkitok kifejezetten vízmentes anyagok. Eredményeik azt mutatják, hogy a nagynyomású és magas hőmérsékletű Ca-szilikátok jelentős mennyiségű vizet tartalmazhatnak, és így fontos szerepük lehet a föld belsejében lévő víz tárolásában.

Új típusú funkciós polimerek

Eljárást dolgoztak ki olyan mono- és multifunkciós hiperelágazásos poliglicidolok előállítására, amelyek meghatározott számú és elhelyezkedésű funkciós csoportot tartalmaznak. A makromolekulákat e funkciós csoportokon keresztül sikeresen enzimekhez kapcsolták, és így enzim-tartalmú nanorészecskéket hoztak létre a katalitikus aktivitás hosszútávú megőrzése érdekében. Egy másik kutatási projektben a polimerizációt követő (ún. posztmodifikációs) reakciók alkalmazásával sikeresen állítottak elő új típusú láncvégfunkcionalizált poliizobutiléneket többek között tozil, nozil és azid funkciós csoportokkal. Emellett létrehoztak ionos láncvéggel rendelkező polimereket is, amelyek különleges tulajdonságaik révén egyedi felhasználási lehetőségekkel bírhatnak. Sikeresen alkalmaztak egy már korábban kidolgozott karbokationos polimerizációs eljárást új típusú, megújuló forrásból származó monomerek polimerizációjára. Az így nyert poliolefineket a bennük található reakcióképes csoportoknak köszönhetően egy egyszerű lépésben szulfonálással funkciós csoportokkal látták el. A kialakított szulfonil csoportok hatására a polimer proton-vezető tulajdonsággal ruházható fel, így proton-vezető membránok alapanyagaként felhasználható lehet.

Polimerizációs folyamatok kutatása

Élő kationos gyűrűfelnyílásos polimerizációval különböző szerkezetű polioxazolinokat szintetizáltak, amelyek biokompatibilis jellegük mellett ún. termoreszponzív viselkedéssel (vagyis kritikus szételegyedési hőmérséklettel) bírnak vizes közegben. Ez a hőmérsékleti érték pedig a polimer szerkezetével, illetve molekulatömegével hangolhatónak bizonyult. Emellett sikeresen szintetizáltak és analizáltak poliakrilsav-*l*-poliizobutilén amfifil polimer kotérhálókat több, különböző lánchosszúságú keresztkötővel. Kémiai oxidációval előállítottak továbbá diszulfid-kötéseket tartalmazó makromolekulákat, amelyekbe komonomereket építettek be egy párhuzamos reakció megvalósításával. Ezen felül egy pályázat keretében elkezdték tanulmányozni a poli(ε-kaprolaktám), egy iparilag is nagyon fontos anyag *in situ* előállítását későbbi, járműipari alkalmazási célokra. Az alapkutatás során optimalizálták a reakcióidőket és a hőmérsékletet, valamint az alkalmazott iniciátor és aktivátor arányt. Tanulmányozták az így elkészült polimereknek a molekulatömegét és méretét, valamint a szerkezetét is.

CO-tűrő elektrokatalizátorok polimer elektrolit membrán tüzelőanyag-cellákhoz

Újszerű, 20 % $Pt/Ti_{0.6}Mo_{0.4}O_2$-C vegyes oxid-szén kompozit hordozós elektrokatalizátorokat állítottak elő, amelyek CO tűrő képessége meghaladta a Pt/C és a hagyományosan jó CO-tűrő PtRu/C katalizátorokét.

Az elektrokémiai és elektronspektroszkópiai vizsgálatok szoros összefüggést mutattak a Mo tartalom és a CO-toleráns viselkedés között, ugyanakkor rámutattak a TiO_2 rutil rácsba

történő Mo beépülés jelentőségére. A be nem épült Mo speciesek nem stabilak, elegendően széles ciklikus polarizációs ablak alkalmazása esetén fokozatosan kioldódnak. Jóval stabilabbaknak bizonyultak a rutil rácsba beépült Mo speciesek. A $Ti_{0.8}Mo_{0.2}O_2$ összetételnél a legnagyobb a rutil rácsba beépült, hosszú távon is stabil Mo speciesek mennyisége; ennél nagyobb Mo tartalom esetén nő a be nem épült Mo-oxid aránya.

A megnövekedett CO tűrés eredete az, hogy rendkívül alacsony, kb. 100 mV kiindulási potenciálon elkezdődik a Pt felületén kötött szén-monoxid oxidációja (kis potenciálú CO oxidációs reakció – LPCOR), továbbá a CO oxidációjához rendelhető fő csúcs pozíciója a kisebb potenciálok felé (700 mV) tolódik el a kereskedelmi forgalomban kapható Pt/C katalizátoron mért értékhez (850 mV) képest. Az LPCOR folyamat során 400 mV alatt végbemegy a gyengén kötött CO oxidációja, amit követően megfigyelhető a hidrogén adszorpciója a szabaddá váló Pt felületen. Mindazonáltal a felületen erősen kötött CO továbbra is jelen van. A katalizátor ugyanakkor elveszti LPCOR aktivitását, amint a Mo speciesek teljesen oxidált állapotba kerülnek (kb. 400 mV felett). Valószínű tehát, hogy a 6+ oxidációs állapotnál redukáltabb Mo specieseknek kiemelkedő szerepe van a CO oxidációjában. E megfigyeléssel összhangban lévő mechanizmus elképzelés szerint valószínű, hogy mind a Pt és a vegyes oxid között lejátszódó, bronzszerű specieseket eredményező hidrogén „spillovernek", mind a vegyes oxid kristályrácsban történő oxigén hibahely-képződésnek szerepe van a CO-toleráns viselkedés kialakításában.

Fotokatalitikus reformálás

Brodie féle grafit oxidból (GO) heterokoagulációs módszerrel előállított (GO)/TiO_2 kompozitok viselkedését tanulmányozták metanol fotokatalitikus reformálási reakciójában. A friss és használt minták diffúz- reflexiós UV-látható, ATR-IR, ^{13}C MAS NMR és XPS spektroszkópiai vizsgálatainak eredményeiből megállapítható volt, hogy a fenti kompozitok szerkezeti átalakulást (úgy, mint mechanikai degradáció, redukció, grafitosodás) szenvednek el a foto-indukált reakció alatt. Speciálisan előkezelt fotokatalizátorokkal végzett modellkísérletek eredményei szerint a redukált grafit oxid lemezek és a TiO_2 között *in situ* kialakuló erős kémiai kölcsönhatás felelhet a GO kedvező ko-katalizátor hatásáért, azaz a tiszta TiO_2-hoz képest megemelt hidrogéntermelésért.

Elektrokémiai energiatárolás

Potenciosztát integrálásával továbbfejlesztették a PLIANT FP7 EU projekt keretében megvalósított gyors impedanciaspektrum-mérő rendszert, kialakítottak egy dEIS (dynamic electrochemical impedance spectroscopy) berendezést. Az új berendezés egy ciklikus voltammogram 10-100 s-os ideje alatt a hangfrekvenciás tartományban felvett mintegy 30-300 impedanciaspektrum rögzítésére alkalmas a spektrumok csaknem valós idejű analízise mellett. A módszer olyan elektrokémiai rendszerek vizsgálatánál nagy jelentőségű, amelyeknél a voltammogram felvételének ideje alatt az elektrokémiai határfelület elszennyeződhet, vagy stacionárius állapota megszűnhet. A jelenleg is folyó hitelesítő mérések alátámasztják, hogy a mérőrendszer számos különböző, elméleti és gyakorlati szempontból fontos elektrokémiai rendszer jellemzésére alkalmazható.

Biomassza anyagok termikus és termokatalitikus hasznosítása

Lucfenyő különböző részeinek (rönk, kéreg és tönk) alacsony hőmérsékletű pirolízisét vizsgálták, ami az erdészeti hulladékok hasznosítása szempontjából jelentős. Különböző hőkezelt mintákon meghatározták a minták cellulóz, hemicellulóz és Klason-lignin tartalmát. Jellemezték és összehasonlították a lucfenyő különböző részeinek kémiai összetételét és termikus viselkedését. Megállapították, hogy a hemicellulóz 225 °C-ig mindhárom növényi

részben termikusan stabil. A cellulóz hőbomlása a kéregben kezdődik meg a legalacsonyabb hőmérsékleten (275 °C), ami a kéreg magas alkáliion-tartalmával magyarázható.

A háztartási hulladék legjelentősebb biomassza- és műanyag komponenseiből (újságpapír, karton, fa, PE, PP és PET) készült különböző keverék minták hőbomlását vizsgálták HZSM-5 katalizátor mellett. Vizsgálták a katalizátor hatását a keverékek termikus tulajdonságaira, valamint a keletkező termékelegy összetételére. Megfigyelték, hogy lassú felfűtés mellett (20 °C/perc) a csak műanyagot tartalmazó keverék hőbomlása HZSM-5 katalizátor jelenlétében a szénhidrogén polimerek katalizált hőbomlása következtében mintegy 200 °C-kal alacsonyabb hőmérsékletre tolódik, miközben a PET hőstabilitása változatlan. A szénhidrogén polimerek csökkent termikus stabilitása a biomasszát is tartalmazó keverékekben erősen gátolt. A gátló hatás megértése érdekében a biomassza komponenseit, cellulózt és lignint tartalmazó keverék mintákat is vizsgáltak. Megállapították, hogy a keverékben már 15 % cellulóz, vagy 10 % lignin jelenléte jelentősen gátolja a HZSM-5 katalizátor aktivitását lassú felfűtés mellett, alacsony hőmérsékleten.

Polimer/lignin keverékek: kölcsönhatás, szerkezet, tulajdonságok

A lignin a természetben a második legnagyobb mennyiségben megtalálható természetes polimer. A papírgyártás melléktermékeként nagyobb hozzáadott értékű felhasználása mind gazdasági mind környezetvédelmi szempontból nagy jelentőséggel bír. Vizsgálták lignoszulfonát más polimerekkel történő társítását és az előállított keverékek összeférhetőségét. Kutatási eredményeik igazolták, hogy gyenge kölcsönhatás alakul ki a PP és a lignin közt. A lignin molekulák között lényegesen erősebb kölcsönhatás jön létre, mint a polimer mátrix és a lignin között, ami a két komponens majdnem teljes elegyíthetetlenségét eredményezi. Ennek következtében diszperz szerkezet alakul ki a teljes összetétel-tartományban. Aromás csoportot tartalmazó polimer mátixok felhasználásával a π kötések elegyedésre gyakorolt hatását vizsgálták. Erősebb kölcsönhatások alakulnak ki, mint polipropilén esetén, így a diszpergált lignin fázisa is lényeges kisebb, mint poliolefinek esetében. A különböző polimer mátrixok és a lignin esetében ott volt a legerősebb kölcsönhatás megfigyelhető, ahol a polimer szerkezetének köszönhetően hidrogén kötések kialakulására is lehetőség volt.

1,6-hexándiol, poliuretán monomer származékok szintézise izomerizációs metatézis reakcióval megújuló alapanyagokból

Az olefin metatézis napjaink egyik legdinamikusabban fejlődő zöldkémiai tudományterülete. A ruténium alapú (Grubbs-féle) katalizátorok kimagasló hatékonysággal és széles funkciós csoport toleranciával rendelkeznek, ami a metatézis módszerének egyre szélesebb körű ipari alkalmazási lehetőségeit teszi lehetővé. A kutatás során az olefines kettőskötésben gazdag, megújuló alapanyagnak tekintett többszörösen telítetlen konjugált (α-eleosztearin sav) és izolált (linolénsav) kettőskötéseket tartalmazó növényi olajokból poliamid (poliuretán) és poliészter alapú műanyagokat állítottak elő. Linolénsavból kiemelkedő hatékonysággal sikerült 1,6-hexándiol származékokat előállítani szimultán ruténium izomerizációs és metatézis katalizátorok alkalmazásával. A nem konjugált poliének izomerizációjával konjugált poliének képződnek, amelyek keresztmetatézisével nagy ipari jelentőséggel rendelkező monomerek állíthatók elő.

Katalitikusan irányított γ-valerolakton hidrokonverzió

Szilicium-dioxid- és aluminoszilikát-hordozós fémkatalizátort használtak γ-valerolakton (GVL) hidrokonverziós reakcióinak irányítására. Előbbin 2-metil-tetrahidrofurán (2-MTHF)

és C5 alkoholok (POL), utóbbin C5 savak voltak a reakció fő termékei. Infravörös (DRIFT) spektroszkópiai vizsgálatok és kvantumkémiai számítások egymást kiegészítő eredményei arra mutattak, hogy a kétféle hordozón másként adszorbeálódik és aktiválódik a GVL. A Brönsted savas aluminoszilikát felületére a GVL gyűrű ráfekszik. A penténsavra vezető gyűrűnyitást a gyűrű protonálódása váltja ki. Ezzel szemben a szilika hordozó hidroxilcsoportjaihoz a GVL molekula oxigénatomjával, vagy oxigén atomjaival koordinálódik. A GVL észter kötése hidrogenolízissel nyílik fel abban az adszorbeált képződményben, amely a gyűrű- és a karbonil oxigénjével is egy-egy szilanol csoporthoz kötődik. 1,4-pentándiol intermedier keletkezik, amelynek dehidratálódása 2-MTHF és pentenol terméket eredményez.

Környezeti reakciókinetika és fotokémia

Laboratóriumi vizsgálatokat végeztek egy újszerű, nagyhatékonyságú (AOP) víztisztítási eljárás kidolgozásának tudományos megalapozása céljából. Megállapították, hogy a szokásos biológiai víztisztítási módszerekkel nehezen eltávolítható fenol és 2,4,6-triklór-fenol AOP lebontása hatékonyan végrehajtható fotokatalitikus oxidációval. A saját fejlesztésű, laponit-hordozós titán-dioxid fotokatalizátor alkalmazása a legjobb ipari katalizátor hatékonyságával összemérhető lebontási hatékonyságot eredményezett.

Elemi reakciók dinamikájának szimulációja kváziklasszikus trajektória-módszerrel

Módszert fejlesztettek ki az Ehrenfest-féle adiabaticitási elv alapján molekulák különböző kvantumállapotainak megfelelő szemiklasszikusan kvantált klasszikus állapotok előállítására. Megmutatták, hogy megfelelő módon végzett adiabatikus bekapcsolással akkor is a kvantummechanikaiakhoz nagyon közeli rezgésiállapot-energiákat lehet kapni, amikor a rezgési módusok kvantumszámai nem őrződnek meg. Kiterjesztették a módszert molekulák forgási állapot-energiáinak számítására. Az adiabatikus bekapcsolás módszerével reaktáns kezdeti állapotokat állítottak elő kváziklasszikus trajektória-módszerhez, és azokat reakciódinamikai számításokban alkalmazták.

Elektroanalitikai fejlesztések

Hazai támogatású kutatási projektekben széleskörűen alkalmaztak különböző nagy érzékenységű elektroanalitikai technikákat. Differenciális impulzus voltammetrián alapuló elektroanalitikai módszert dolgoztak ki nyújtott hatóanyag leadást biztosító mátrixban formulázott elektroaktív reagens kioldódásának mérésére. A kidolgozott módszer nemcsak vizes oldatban, hanem hidrogélekben is kiválóan alkalmazható hatóanyag kibocsátás detektálására, így optikai úton nem követhető körülmények között is vizsgálható a kioldódás. Hitelesítési célból több kereskedelmi forgalomban lévő gyógyszerformula esetében végeztek méréseket, majd az eredményeket felhasználva kísérleti termékfejlesztési fázisban lévő készítményeket minősítettek.

Orvosbiológiai felhasználású polimerek

Egy pályázat keretében új típusú, hatóanyag-hordozó gélmátrixokat (hosszú idejű, folyamatos hatóanyagleadást biztosító polimer gélek) állítottak elő biokompatibilis, bőrbarát makromolekuláris anyagok felhasználásával. Jellemezték az előállított géleket, elvégezték a gélstabilitási és hatóanyag-polimer kölcsönhatási vizsgálatokat. Emellett amfifil karakterű monoalkil csoportot tartalmazó hiperelágazásos poliglicidolt is előállítottak, amely alkalmas poli(tejsav-glikolsav) alapú gyógyszerhordozó nanorészecske előállítására és stabilizálására. Igazolták, hogy ez a makromolekula biokompatibilis és nagy membránaffinitást mutat. A makromolekula felületét fluoreszcens jelzőanyaggal funkcionalizálták, így demonstrálták,

hogy a nanorészecske irányított terápiában és diagnosztikában is alkalmazható. Hiperelágazásos poliglicidol és poli(tetrahidrofurán) alapú, amfifil karakterű ABA blokk-kopolimereket állítottak elő, amelyeknek igazolták felületaktív viselkedését vizes közegben. Továbbá egy természetes, vízben rosszul oldódó tumor-ellenes hatóanyag segítségével bizonyították, hogy az előállított blokk-kopolimerek képesek hatóanyagok feloldására, így alkalmasak lehetnek hatóanyagok irányított célba juttatására. Sor került továbbá olyan vér-kompatibilis pórusos polimer gélek fejlesztésére és analízisére, amelyek alkalmasak lehetnek a vér különböző komponenseinek méret szerinti elválasztására, így új orvos-diagnosztikai eljárások kialakulását tehetik rutinszerűvé. Ezért az ígéretes monomerekből és keresztkötőkből széles összetétel-tartományban géleket szintetizáltak, majd egy együttműködés keretében ezen géleket vér-kompatibilitás szempontjából vizsgálták. Több olyan gélt is sikerült előállítaniuk, ami nem lép kölcsönhatásba a vérplazmával, így ígéretes kiindulási anyagok lehetnek további kutatásokhoz.

Gyógyszerhordozó nano- és mikrorészecskék

Interferon-béta szklerózis multiplex elleni hatóanyagból az előző évben kifejlesztett biokompatibilis és biológiailag lebontható polimer hordozóval készített nanorészecskék emberi vérplazmában *in vitro* vizsgálatokban kb. 1,5 héten át tartó szabályozott hatóanyagleadást biztosítottak. A gyógyszerhordozó nanorészecskék fizikai, kémiai és hatóanyagleadási vizsgálatok alapján intravénás injekcióban történő alkalmazásra alkalmasak lehetnek, további tesztelésüket folytatják.
Bőrbetegség elleni hatóanyagot tartalmazó nanoszerkezetű részecskéket állítottak elő különböző módszerekkel. Precipitációval a hatóanyagból különböző adalékanyagok jelenlétében lapszerű kristályokat, míg nano- és hagyományos porlasztva szárítással, továbbá emulziós módszerrel nano-, illetve mátrixszerkezetű kompozit gömb alakú mikrorészecskéket állítottak elő, amelyektől azt várják, hogy hatékonyabb bio-hasznosulást biztosítanak az alkalmazott gyógyszernek. A létrehozott kompozit részecskéket olajalapú gélekbe foglalták bele, amely alapja lehet egy fejlesztendő hatékony topikális készítménynek a sokakat érintő bőrbetegségre.

Biokompatibilis makrociklusos vegyületek önszerveződési folyamatai

Vízoldható, nem toxikus makrociklusos vegyületek széleskörűen alkalmazhatók biokompatibilis szupramolekuláris szerkezetek alkotórészeként vagy gyógyszerhordozóként, mert üregükbe ékelődéssel növelhető a hatóanyagok stabilitása és oldhatósága. A szabályozható gyógyszer-felszabadulás eléréséhez alapvető fontosságú a makrociklusba beépülés és a keletkezett komplex disszociáció kinetikájának a megismerése. Feltárták egy farmakológiai fontosságú természetes alkaloid, a flavopereirin kukurbit[7]uril makrociklusba ékelődését befolyásoló tényezőket. Nagypontosságú eljárást fejlesztettek ki a reverzibilis komplexképződés sebességi együtthatóinak meghatározására. Egy másik biokompatibilis makrociklusos vegyület, a 4-szulfonátokalix[6]arén felhasználásával külső körülményekkel szabályozható szerkezetváltozásra képes nanorészecskéket sikerült előállítani kationos amfifil vegyületet tartalmazó oldatokban. Kimutatták, hogy az amfifil vegyület fejcsoportjának sajátságai alapvetően befolyásolják az önszerveződés termodinamikai paramétereit és szupramolekuláris micellák képződésének körülményeit.

Extracelluláris vezikulák jellemzése

Extracelluláris vezikulák (EV-k) izolálásához és fiziko-kémiai jellemzéséhez kapcsolódó kutatások kapcsán elsőként javasolták EV-k fehérje/lipid arányának IR spektroszkópiai meghatározását. Vörösvértest (VVT) eredetű extracelluláris EV-k FTIR spektroszkópiai

vizsgálatával kimutatták, hogy a vörösvértest-szuszpenzió tárolási időtartama hatással van a kibocsátott EV-k összetételére (fehérje/lipid arány, fehérjék másodlagos szerkezetének változása). Elsőként mutatták ki a VVT eredetű EV-k orientálhatóságát, valamint a szerkezetükben bekövetkező időbeni változásokat lineáris dikroizmus spektroszkópiával. Tanulmányozták továbbá más testfolyadékokból származó, illetve hasnyálmirigy karcinóma eredetű EV-k szerkezetét különböző fény-spektroszkópiai módszerekkel. Megállapították, hogy utóbbiak mérete kisebb, mennyisége pedig kevesebb a VVT eredetű extracelluláris vezikulákhoz képest.

Biomimetikus referencia nanorészecskék előállítása extracelluláris vezikulák jellemzéséhez

Az EV-k áramlásos citometriával történő jellemzéséhez szükséges, az EV-k fényszórási tulajdonságait megközelítő referencia nanorészecskéket állítottak elő és jellemeztek külföldi együttműködésben. Az előállított üreges organoszilika nanorészecskék széleskörű jellemzését kisszögű röntgenszórás, transzmissziós elektronmikroszkópia és a területen széles körben alkalmazott NTA („nanoparticle tracking analysis") és RPS („resistive pulse sensing") technikákkal végezték el. Az elvégzett áramlásos citometriai mérések alapján az előállított üreges organoszilika részecskék az eddig alkalmazott referencia részecskéknél jelentősen jobban megközelítik az EV-k fényszórási tulajdonságait.

Gyógyszerhordozó liposzómák előállítása és jellemzése

A nanomedicina területét érintő sztérikusan stabilizált liposzómák kutatása a polietilén glikolt kiváltó más biokompatibilis polimerek/molekulák felhasználásának irányába mozdult el. Foszfatidilkolint, koleszterint és oligo-almasavat tartalmazó unilamellás liposzómák vizsgálata alapján elmondható, hogy ezen liposzómák meglepő stabilitását mutatnak. Igazolták, hogy a lipid foszfát csoportjai és az oligo-almasav OH csoportjai között direkt H-kötések alakulnak ki. Koleszterin tartalmú lipid kettősrétegek esetében a poli-almasav nemcsak a vezikulák felületét borítja, hanem a kettősrétegbe „mélyebbre" hatolva, hidratáló hatást fejt ki a lipid molekulák poláros (sn-2) karbonil-csoportjára. A lipid molekulák/lipid kettősréteg és az almasav közötti felfedett lokalizált kölcsönhatások magyarázzák a biokompatibilis oligo-almasav sztérikus és elektrosztatikus stabilizáló hatását, és lehetővé teszik liposzómás formulák további optimálását.

Antimikrobiális peptidek indukált rendeződése

Az antimikrobiális peptidek biológiai aktivitása szorosan összefügg a peptid szerkezetében végbemenő változásokkal. Cirkuláris dikroizmus- és fluoreszcencia spektroszkópiával kimutatták, hogy egyes gyógyszermolekulák (suramin, pamoinsav), valamint poliszulfonált festékek (kongóvörös, tripánkék) képesek a rendezetlen szerkezetű, kationos CM15 antimikrobiális peptid konformációjának megváltoztatására. Ezen felül nemcsak a szintetikus, de az emberi szervezetben keletkező természetes anyagok, mint pl. a hemin és metabolitjai (biliverdin, bilirubin) úgyszintén növelik a peptid α-hélix tartalmát a rendezetlen szerkezet rovására. Ugyanakkor a CM15 szekvenciáját részben tartalmazó, méhméregből kivont melittin esetében β-redős szerkezet alakul ki a hemin és származékainak hatására. Ezek az eredmények rámutatnak, hogy exogén és endogén eredetű szerves kismolekulák jelentősen befolyásolhatják rendezetlen peptid- és fehérjeszakaszok konformációját és ezen keresztül azok funkcióját.

Foldamer – foszfolipid kettősréteg kölcsönhatás

A nem természetes alapú peptidek (foldamerek) fejlesztése és a sejtfalat felépítő lipid kettősréteggel való kölcsönhatásának megértése megalapozhatja új típusú antimikrobiális vegyületek tervezését. Vizsgálták több új fejlesztésű hexapeptid foldamer membránasszociációját különböző összetételű uni- és multilamellás vezikulákon. Spektroszkópiai, röntgenszórásos és mikroszkópiai mérésekkel kimutatták, hogy liposzómák jelenlétében β-redős szerkezet alakul ki, továbbá negatívan töltött lipidet tartalmazó liposzóma esetén a peptid beékelődik a kettős lipidréteg szénlánc-régiójába. Ezzel szemben szerves oldószerben olyan intra- és intermolekuláris H-kötések jelenlétét mutatták ki, amelyek a szálas szerkezetekre jellemzőek.

Többváltozós adatelemzések és új algoritmusok kifejlesztése a rangszámkülönbségek összegének módszeréhez

Kromatográfiában megoldották az oszlopválasztás és az elválasztási szelektivitás problémáját. Sikerült két olyan független, nemparaméteres módszert kidolgozni, amelyekkel kromatográfiás adatokban található és az oszlopok fizikai tulajdonságainak megfelelő mintázatot lehet feltárni. A két módszer bármelyike használható, azok egymást is igazolják. Az új módszerekkel olyan, nagyon hasonló oszlopok is megkülönböztethetők, melyek más módszerekkel nem. Kimutatták a használatos értékelési eljárások (euklideszi távolság és hidrofóbicitás levonó modellek) korlátait és optimálistól távol lévő tulajdonságait. Az elért eredmények lehetővé teszik kromatográfiás oszlopok olcsó, kevés kísérlettel történő kiválasztását.

Modellek jóságára jellemző teljesítményparamétereket és a validálási módszereket hasonlítottak össze statisztikai módszerekkel (rangszámkülönbségek összege és varianciaanalízis). A külső validálásra vonatkozó paraméterek kevéssé konzisztensek, mint a betanító halmazra és a belső validálásra vonatkozóak, az utóbbiakkal egyértelmű rangsorolást és csoportosítást lehetett elvégezni. Az eredmények igazolják korábbi hipotézisüket, hogy külső validálási paramétereket nem ajánlatos használni, mert gyakran nem különböztethetők meg a véletlenszerű rangsorolástól.

b) Tudomány és társadalom

Az Intézet munkatársai feladatuknak tartják, hogy tudományos eredményeiket a társadalom minél szélesebb rétegei megismerhessék. Rádióban, televízióban és újságban megjelent riportokkal, közérthető előadásokkal az iskolás korosztály részére szervezett intézeti programokkal népszerűsítették a tudományt.

A Kossuth Rádió Szonda című ismeretterjesztő műsorában 2017. október 1-én az Intézet két kutatója beszélt a közelmúltban elnyert anyagtudományi kiválósági műhely pályázatuk keretében tervezett munkáról. A VEKOP pályázat vezetője az Intézet, a konzorcium résztvevője a BME VBK és az ELTE TTK három-három kutatócsoportja. A közös projekt célja innovatív megoldások kutatása a természeti erőforrások környezetbarát energetikai hasznosítására.

A Lánchíd rádió „Szabad szombat” című élő, szórakoztató tudományos magazin műsorában az Intézet egyik kutatócsoport-vezetőjével készítettek interjút „Hova fejlődik a műanyagipar? Használható, de gyorsan lebomló, természetes eredetű, illetve az acélnál is erősebb műanyagok” témakörben.

Az M5 televízió felvételt készített az Intézet spektroszkópiai laboratóriumában, ahol fluoreszcenciás kísérleteket mutattak be, és a témáról rövid előadást tartottak. A felvétel a Mindenki Akadémiája sorozatban 2018 elején kerül adásba.

Magyar Kémikusok Lapja 72, (1) 5-6, (2017) közölte „A tudomány és a sci-fi határán" című beszélgetést, amelyet a szerkesztő az Intézet egyik Lendület-kutatócsoport vezetőjével folytatott.

Saját szervezésű programok

Két saját kezdeményezésű programmal népszerűsítették a tudományt, segítették középiskolások tehetséggondozását és pályaválasztását.

A budapesti Veres Péter Gimnázium biológia-kémia fakultációs programban részt vevő diákjai számára 2017. április 4-én laboratórium bemutatót tartottak. A diákok és tanáraik az Intézet öt, valamint a Szerves Kémiai Intézet egy laboratóriumát látogatták meg, és a következő kutatási témákról szerezhettek ismereteket: biomassza átalakítás vegyi anyagokká, növényi anyagok hőbontása, a makromolekulák csodálatos világa, a fehérjék alakja, érzékelés a nanotartományban, valamint világító arany-tartalmú óriásmolekulák.

Az Intézet a szervezője az egy hetes „AKI Kíváncsi Kémikus" kutatótábor sorozatnak, amelynek kilencedik táborát rendezték meg 2017. június végén. Az egy hetes programban, amelynek fő célja a tehetséggondozás és a kutatói utánpótlás nevelés, 24 tehetséges középiskolás vehetett részt. A diákok tizenegy kémiai, illetve biológiai téma kutatásába kapcsolódhattak be, amelyek közül ötöt az Intézet munkatársai irányítottak. Ezek a következők voltak: A glicerin fotokatalitikus reformálása; Az elektrokatalízis alapjai; Füstgáz nitrogén-oxid tartalmának csökkentése zeolit katalizátoron; Difenil-amin homo- és kopolimerizációja, valamint Liposzómás gyógyszerhordozó rendszerek. További négy témán az Enzimológiai Intézetben, egy-egy témán pedig a Szerves Kémiai Intézetben és a Műszercentrumban dolgozhattak a diákok. A kutatótáborban készített munkájukról a diákok dolgozatokat készítettek, amelyeket a korábbi évekhez hasonlóan ISBN számmal rendelkező kötetbe szerkesztettek, és kiadtak. A kutatótáborban megkezdett munkáját tovább folytatta egy diák, és az Intézet egyik munkatársának mentorálásával eredményesen szerepelt a TUDOK versenyen.

Az ELTE TTK Kémiai Intézetével közösen rendezték meg a fehérjék a gyógyszertudományban témájú Molecular Frontiers Symposiumot 2017. szeptember 14-én és 15-én. A Molecular Frontiers nemzetközi kezdeményezés célja, hogy széles társadalmi rétegekhez juttassa el a molekuláris tudományok jelentőségét. A rendezvényen mintegy 1000 résztvevő, közöttük 300 középiskolás diák vett részt, akik nemzetközi szinten elismert kutatók, köztük több Nobel díjas tudós előadását hallgathatták meg. Az eseményen a fiatalok posztert készítettek az előadókról, megépítették az amiloid β peptid modelljét, emellett lehetőségük nyílt arra, hogy a tudósokkal közvetlenül beszélgessenek, velük eszmét cseréljenek. Az esemény szerepelt országos TV (M5), és rádió (Info) csatornák műsorában, több online hírportál híreiben, a közösségi oldalakon (Facebook) pedig több mint 100 000 embert ért el.

Külső helyszíni és szervezésű programok

Más intézmények szervezésében, külső helyszíneken is részt vettek a tudomány népszerűsítésében.

Az MTA Magyar Tudomány Ünnepe „Környezetkémiai Kutatások az Életminőség Javítása Érdekében” rendezvényén 2017. november 8-án az Intézet kutatóprofesszora „Polimerek és a környezet: kihívások és megoldások” címmel tartott előadást.

A Budapest Mérnöki kamara szakmai továbbképzésén (AUTOMOTIVE Hungary, 2017. október 18.) az „Energiatárolás problémái és lehetőségei” című előadásban felhívták a figyelmet arra, hogy amint az időszakosan előforduló megújuló energiák részesedése az energiamixben növekedni fog, a különböző energiatárolási technológiáknak egyre növekvő lesz a piacai potenciálja, ami részben attól függ, hogy az adott ország mennyire van összeköttetésben a környező országok energiahálózatával, és milyen megújuló energia adottságai vannak. Kiemelték, hogy a hidrogénnel, mint energiahordozóval a különböző energia szektorok integrálása könnyen megoldható.

2017. május 16-án, a Sofitel Hotelben (Budapest) megrendezett Portfolio Clean Energy Summit 2017 konferencián egy panelbeszélgetés keretében bemutatták a hidrogén és tüzelőanyag-cellás technológiák főbb piaci folyamatait, a fejlesztések fő irányait és a meghatározó szereplőket (ipar, közszféra, hatóságok, kutatóhelyek).

Az ELTE Radnóti Miklós Gyakorlóiskola 30 éve minden évben rendez egy tudományos diáknapot, amelyet 2017-ben „Prométheusz nyomában” címmel a tűz témája köré szerveztek. Ezen a rendezvényen az Intézet egyik munkatársa „A barlangrajzoktól az űrsiklókig – az égetés művészete és tudománya” című előadása a kerámiák anyagszerkezetéről, tulajdonságairól, azok hagyományos és korszerű alkalmazásairól szólt.

A BME nyílt napján demonstrációval és laborlátogatással népszerűsítették a polimer kémiát és fizikát a BSc, illetve MSc képzésre jelentkező tanulók és hallgatók számára.

A Pannon Egyetem „Kutatók éjszakája 2017” rendezvényen „Szabályozott gyógyszer hatóanyag leadású nanorészecskék” címmel előadást tartottak.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

Hazai kapcsolatok

Az Intézet hazai kapcsolatrendszeréhez egyetemek, akadémiai kutatóintézetek és vállalatok tartoznak.

Az Intézet intenzív kapcsolatokat tart fenn a hazai egyetemekkel. A közös kutatások mellett az Intézet munkatársai részt vesznek a graduális és posztgraduális képzésben, előadásokat tartanak, gyakorlatokat vezetnek, továbbá PhD-, MSc-, BS- és TDK-témákat vezetnek a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen (BME), az Eötvös Loránd Tudományegyetemen (ELTE), a Pannon Egyetemen (PE), az Óbudai Egyetemen, a Szent István Egyetemen, a Semmelweis Egyetemen (SE), és Magyar Képzőművészeti Egyetemen. A BME Vegyészmérnöki és Biomérnöki Karával és a PE Műszaki Informatikai Karának Műszaki Kémiai Intézetével különösen szoros az együttműködés, hiszen velük közös laboratóriumot tartanak fenn.

A Szent István Egyetem Élelmiszertudományi Kar Alkalmazott Kémia Tanszékével közösen élelmiszeranalitikai és kemometriai témájú kutatómunkát végeznek. Ugyancsak a Szent István Egyetem a partner egy OTKA-projektben, amelynek keretében atmoszférikus plazmával kezelt különböző műszaki polimerek adhézós és tribológiai tulajdonságait tanulmányozzák.

Az Óbudai Egyetem két PhD-hallgatójának témáit vezetik az Intézetben, amelyek a következők: szénacél korróziójának gátlása, valamint nehézfém ion szenzorok kutatása.

Az SE Gyógyszerésztudományi Karával közösen folyik foldamerek szerkezetvizsgálata NMR spektroszkópia alkalmazásával. Biciklusos oldalláncú aminosavak szerkezetre gyakorolt hatását vizsgálják.

A Szegedi Tudományegyetemmel közösen különböző pirrolidin oldalláncot tartalmazó foldamerek szál- és fibrillumképző tulajdonságait kutatják TEM és fényszórásmérésekkel.

A PE Szerves Kémia Tanszékén aminoalkil ligandumok Pd-komplexeit állítják elő. Az egyetemen folyó kísérleti vizsgálatokhoz elméleti kémiai hátteret biztosítanak az Intézetben végzett kvantumkémiai számítások.

Az MTA kutatóhálózatának intézeteivel is sokrétű kutatási kapcsolatban állnak. Az együttműködésekhez színvonalas kutatást lehetővé tévő műszerparkjukkal és speciális szakismereteikkel járulnak hozzá. Kutatási eredményeik gyakorlati megvalósításában kis- és nagyvállalatokkal kialakított kapcsolatrendszerük segít. 2017-ben 22 közép- és kisvállalattal és 6 nagyvállalattal álltak munkakapcsolatban.

A kutatás-fejlesztési és oktatási tevékenységük mellett az Intézet kutatói nagy számban vesznek részt az MTA bizottságainak, munkabizottságainak és más tudományos testületeknek, valamint folyóiratok szerkesztőbizottságainak munkájában.

Nemzetközi kapcsolatok

Az MTA kétoldalú nemzetközi egyezményen alapuló, „Szerves gyógyszerhatóanyagot tartalmazó biológiailag lebontható alifás poliészter származék alapú nanorészecskék szabályozott hatóanyagleadása és degradációja” című közös kutatási projekten az Intézet együttműködik a Centre of Polymer and Carbon Materials Polish Academy of Sciences, Zabrze (Lengyelország) munkatársaival.

A prágai Heyrovsky Intézet kutatóival közös „Elektrontranszport egy molekulán, mint átmeneten. Elektromos és termoelektromos áram közvetlen mérése törőátmenet technikával” című, akadémiák közti bilaterális egyezmény keretében az Intézet munkatársa különleges igényű, nagy érzékenységű, egyedi mérőberendezések, méréstechnikák fejlesztését végzi.

Hagyományos szálakkal (üveg, szén, fa) erősített PP kompozitok fejlesztésén dolgoznak, és a tulajdonságok megfelelő kombinációját (merevség, ütésállóság, tömeg, ár) kívánják elérni a Borealis Polyolefine GmbH, Linz (Ausztria) és a BME munkatársaival közösen.

Szegmentált poliuretán elasztomer szintézisét vizsgálták politejsav ömledékében a Royal Institute of Technology, Stockholm (Svédország), a University of Twente, Enschede (Hollandia) és a BME munkatársaival közösen. A reakció során kialakított blokk kopolimer kisebb diszperz fázist és jobb mechanikai tulajdonságokat eredményezett.

Az Intézetben továbbfejlesztett MS-ARMD reaktív erőtér módszert unimolekulás és bimolekulás (pl. Diels-Alder) reakciók elméleti vizsgálatára alkalmazták a Bázeli egyetem (Svájc) kutatóival közösen.

A YALE Egyetem Zöld Kémia és Zöld Technológia Központjával (New Haven, CT, United States) közös pályázat keretében az alga olaj gyártása során képződő alacsony hozzáadott értékű foszfolipidek hasznosításával poliészter és poliamid alapanyagokat állítottak elő.

Texas A&M Egyetem Kémia Tanszékével közös munka célja molekuláris ujjlenyomatú polimerek előállítása, ami célzott daganatterápiát és korai tumor marker diagnosztikát tesz lehetővé.

A Bolgár Tudományos Akadémia Szerves Kémiai Intézete a partner abban a kutatásban, amelyben új típusú nanopórusos szilikátokat kívánnak alkalmazni gyógyszer hatóanyag hordozó rendszerként és katalitikus célokra.

Magyar–indiai TéT együttműködés keretében a Department of Energy Tezpur University munkatársaival közösen katalitikus zöldkémiai eljárást fejlesztenek ki vegyi anyagok és üzemanyagok előállítására lignocellulózból.

Vas-komplexek ultragyors relaxációs folyamatait tanulmányozzák a Department of Chemistry, Technical University of Denmark és a Wigner Fizikai Kutatóközpont, Részecske és Magfizikai Intézet kutatóival közösen.

Az MTA-CNR kétoldalú egyezményen alapuló közös kutatási projekt célja glicerin katalitikus átalakítása hasznos kémiai alapanyagokká és alternatív hajtóanyaggá. Együttműködő partner a messinai „Nicola Giordano" Energia Technológia Fejlesztési Intézet (Olaszország).

A Clariant Produkte (Deutschland) GmbH megbízásából katalizátorokat állítanak elő nagy-átteresztő berendezésben, majd vizsgálják a katalizátorok viselkedését etán oxidatív dehidrogénezésében.

Értéknövelt energiahordozó előállítása biomassza és műanyag hulladék termikus és termokatalitikus átalakításával a célja az Indian Institute of Petroleummal (Dehradun) kötött Magyar–indiai TéT együttműködésnek, amelynek keretében katalizátorokat teszteltek alga minták katalitikus pirolízise során.

Biomassza anyagok optimális hasznosítását megalapozó vizsgálatokat folytatnak a SINTEF Energy Research, Trondheim, Norvégia kutatóival. Tanulmányozták a biomassza anyagok alacsony hőmérsékletű hőkezelése során lejátszódó kémiai folyamatokat és a hőkezelés hatását a biomassza fizikai tulajdonságaira.

Az Aarhus Egyetem (Dánia) a partner „Szerves vízoldható elektrokémiailag aktív kismolekulák vizsgálata folyadékakkumulátoros alkalmazásokhoz" című kutatásban.

Elektronátadási folyamatok szupramolekuláris nanorendszerekben a témája a Saitama Egyetem (Japán) kutatóival kötött MTA-JSPS bilateriális együttműködési projektnek, amelynek keretében feltárták a reverzibilis redox reakcióra képes 1,1'-dialkil-4,4'-bipiridinium-dibromid vegyületcsalád 4-szulfonáto-kalix[n]arén makrociklusokkal előidézett önszerveződési folyamatait.

Membrán-lipidekből álló rendszerek szerkezeti polimorfizmusa és antimikrobiális peptidek befogadására alkalmas formái a témája a Grazi Műszaki Egyetemmel kötött TéT együttműködésnek.

Magyar–kínai TéT együttműködés keretében a State Key Laboratory of Bioelectronics, School of Biological Science and Medical Engineering, Southeast University, Nanjing kutatóival közösen sejtmembrán modellek és polimerek kölcsönhatását tanulmányozzák nemlineáris rezgési spektroszkópiával.

Magyar–argentin TéT együttműködés keretében gombaellenes és antimikrobiális potenciállal rendelkező rövid kationos peptidek membránba épülésének mechanizmusát vizsgálják modell membránok lipidösszetételének függvényében. A partnerintézmény a San Luis Nemzeti Egyetem Kémia Tanszéke.

Foldamerek tömegspektrometriás szerkezetvizsgálata folyik a University of Eastern Finnland munkatársaival közösen. Elektron befogásos fragmentációs vizsgálatokat végeznek foldamereken.

Mintázatfelismerés, osztályozás, kromatográfiás és spektroszkópiai adatok modellezése élelmiszerek eredetvizsgálatára és biológiai aktivitás jellemzésére a témája a Univeristy of Belgrade (Szerbia) kutatóival közös munkának.

Az Intézet munkatársai egy nemzetközi konferencia önálló szervezésével és további négy szervezőbizottságának tagjaiként járultak hozzá az Intézet külkapcsolataihoz.

Conferentia Chemometrica 2017 címmel szeptember 3. és 6. között konferenciát szerveztek Gyöngyös-Farkasmályon (http://cc2017.ttk.mta.hu/), amelyre a tématerület vezető kutatóit hívták meg. A bemutatott előadásokból, poszterekből tizenhetet a Journal of Chemometrics különszámában jelentettek meg, a folyóirat vendégszerkesztője az Intézet tudományos tanácsadója.

A következő konferenciák szervezésében vettek rész az Intézet munkatársai:

- 6th Regional Symposium on Electrochemistry of South-East Europe, 2017. június 11–15., Balatonkenese, http://rse-see2017.hu/;
- 21st Topical Meeting of the International Society of Electrochemistry, 2017. április 23–26., Szeged, http://topical21.ise-online.org/;
- 11th International Symposium on Electrochemical Impedance Analysis, 2017. november 6–10., Camogli/Genova (Olaszország), http://www.dicca.unige.it/ita/eia11/;
- 33rd European Conference on Surface Science, 2017. augusztus 27. – szeptember 1., Szeged, http://www.ecoss2017.org/.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Az MTA TTK Anyag- és Környezetkémiai Intézet vezetésével 2017-ben elnyert és megindult pályázatok az alábbiak voltak:

- Bioinspirált mesteséges proteinmimetikus klorid transzporterek tervezése és szintézise (MTA LENDÜLET 2017-208, 2017. júliustól 60 hónap, 200 000 000 Ft)
- Anyagtudományi kiválósági műhely: környezetbarát eljárások fejlesztése megújuló energia- és nyersanyagforrások hatékony felhasználására és energiatartalmuk szabályozott felszabadítására (VEKOP-2.3.2-16-2017-00013, 2017. júliustól 48 hónap, 787 316 998 Ft) További résztvevő intézmények: Budapesti Műszaki Egyetem, Eötvös Loránd Tudományegyetem
- Molekulaszerkezet változtatás hatása biokompatibilis makrociklusokba ékelődés kinetikájára és termodinamikájára (OTKA K 123995, 2017. szeptembertől 48 hónap, 20 476 000 Ft)
- Hasonlósági és különbözőségi indexekre vonatkozó új fúziós stratégiák (OTKA KH 125608 2017. szeptembertől 24 hónap, 19 166 000 Ft)
- Diszubsztituált 1,2,3-triazolt és β-aminosavakat tartalmazó peptidek kölcsönhatása foszfolipid kettősrétegekkel (NKFIH PD 124451, 2017. szeptembertől 36 hónap, 15 216 000 Ft).
- Barlangi karbonátok szerkezete - Karbonát polimorf képződési folyamatok ásványtani és geokémiai vizsgálata barlangi képződményeken (OTKA FK 123871, 2017. októbertől 48 hónap, 38 457 000 Ft) További résztvevő intézmények: MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Budapesti Műszaki Egyetem, Eötvös Loránd Tudományegyetem, University of Torino (Olaszország)

- Különleges szerkezetű gyémánt nanoszerkezetek nyomában (OTKA KH 126502, 2017. decembertől 24 hónap, 19 948 000 Ft) További résztvevő intézmények: MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont, University of College London (Egyesült Királyság)
- Hulladékok átalakítása tüzelőanyaggá termikus módszerekkel (NKFIH TNN 123499, 2017. decembertől 36 hónap, 28 571 000 Ft). Résztvevő intézmények: Research & Development for Sustainable Development Division, Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR), Pathum Thani, Thailand

Ezen kívül igen jelentős még az alábbi Fraunhofer Intézet vezetésével elnyert (Fraunhofer Institut ICT, Pfinztal, Németország) nemzetközi pályázat is, amelyben az MTA TTK is részt vesz:

- European Training Network to improve materials for high-performance, low-cost nextgeneration redox-flow batteries (Európai Bizottság pályázata H2020-MCSN-ITN-2017, 2017. szeptembertől, 48 hónap, 239 418 EUR). További résztvevő intézmények MTA TTK (Magyarország), AMER-SIL (Luxemburg), Bar-Ilan University (Izrael), CNRS (Franciaország), Elestor (Hollandia), JenaBatteries (Németország), Johnson Matthey (Egyesült Királyság), University of Chemistry and Technology Prague (Csehország), University of Stuttgart (Németország), Zurich University of Applied Sciences (Svájc).

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Andrić F, Héberger K: How to compare separation selectivity of high-performance liquid chromatographic columns properly? Journal of Chromatography A, 1488: 45-56 (2017) http://real.mtak.hu/id/eprint/49602
2. Barta-Rajnai E, Wang L, Sebestyén Z, Barta Z, Khalil R, Skreiberg Ø et al. (3, Jakab E, Czégény Z): Comparative study on the thermal behavior of untreated and various torrefied bark, stem wood and stump of Norway spruce. Applied Energy, 204: 1043-1054 (2017) http://real.mtak.hu/id/eprint/73282
3. Beck MT, Bertóti I, Mohai M, Németh P, Jakab E, Szabó L et al. (1, Szépvölgyi J): Gold nano-particle formation from crystalline AuCN: Comparison of thermal, plasma- and ion-beam activated decomposition. Journal of Solid State Chemistry, 246: 65-74 (2017) http://real.mtak.hu/id/eprint/63670
4. Gubán D, Tompos A, Bakos I, Vass Á, Pászti Z, Szabó E Gy et al. (2, Sajó IE, Borbáth I): Preparation of CO-tolerant anode electrocatalysts for polymer electrolyte membrane fuel cells. International Journal of Hydrogen Energy, 42: 13741-13753 (2017) http://real.mtak.hu/id/eprint/54565
5. Kasza Gy, Kali G, Domján A, Pethő L, Szarka Gy, Iván B: Synthesis of well-defined phthalimide monofunctional hyperbranched polyglycerols and its transformation to various conjugation relevant functionalities. Macromolecules, 50: 3078-3088 (2017) http://real.mtak.hu/id/eprint/64376
6. Kovács E, Turczel G, Szabó L, Varga R, Tóth I, Anastas PT et al. (1, Tuba R): Synthesis of 1,6-hexandiol, polyurethane monomer derivatives via isomerization metathesis of methyl linolenate. ACS Sustainable Chemical Engineering, 5: 11215-11220 (2017) http://real.mtak.hu/id/eprint/73249
7. Kun D, Pukánszky B: Polymer/lignin blends: Interactions, properties, applications. European Polymer Journal, 93: 618-641 (2017) http://real.mtak.hu/id/eprint/61051

8. Mihály J, Deák R, Szigyártó IC, Bóta A, Beke-Somfai T, Varga Z: Characterization of extracellular vesicles by IR spectroscopy: Fast and simple classification based on amide and C[sbnd]H stretching vibrations. Biochimica et Biophysica Acta – Biomembranes, 1859: 459-466 (2017) http://real.mtak.hu/id/eprint/64448
9. Miskolczy Zs, Biczók L, Jablonkai I: Kinetics of the reversible inclusion of flavopereirine in cucurbit[7]uril. Physical Chemistry Chemical Physics, 19: 766-773 (2017) http://real.mtak.hu/id/eprint/72168
10. Nagy T, Lendvay G: Adiabatic switching extended to prepare semiclassically quantized rotational-vibrational initial states for quasiclassical trajectory calculations. Journal of Physical Chemistry Letters, 8: 4621-4626 (2017) http://real.mtak.hu/id/eprint/62360
11. Németh P, Leinenweber K, Ohfuji H, Groy T, Domanik KJ, Kovács IJ, Kovács JS, Buseck PR: Water-bearing, high-pressure Ca-silicates. Earth and Planetary Science Letters, 469: 148-155 (2017) http://real.mtak.hu/id/eprint/54546
12. Osváth Zs, Tóth T, Iván B: Sustained drug release by thermoresponsive sol-gel hybrid hydrogels of poly(n-isopropylacrylamide-co-3-(trimethoxysilyl)propyl methacrylate) copolymers. Macromolecular Rapid Communications, 38: 1600724 (2017) http://real.mtak.hu/id/eprint/61011
13. Pajkossy T, Mészáros G, Felhősi I, Marek T, Nyikos L: A multisine perturbation EIS system for characterization of carbon nanotube layers. Bulgarian Chemical Communications, 49: Special Issue C, 114-118 (2017) http://real.mtak.hu/id/eprint/49656
14. Sebestyén Z, Barta-Rajnai E, Bozi J, Blazsó M, Jakab E, Miskolczi N et al. (2, Czégény Z): Thermo-catalytic pyrolysis of biomass and plastic mixtures using HZSM-5. Applied Energy, 207: 114-122 (2017) http://real.mtak.hu/id/eprint/73283
15. Szabó Á, Szanka I, Tolnai Gy, Szarka Gy, Iván B: LCST-type thermoresponsive behaviour of interpolymer complexes of well-defined poly(poly(ethylene glycol) methacrylate)s and poly(acrylic acid) synthesized by ATRP. Polymer, 111: 61-66 (2017) http://real.mtak.hu/id/eprint/61016
16. Wintgens V, Harangozó JG, Miskolczy Zs, Guigner J-M, Amiel C, Biczók L: Effect of headgroup variation on the self-assembly of cationic surfactants with sulfonatocalix[6]arene. Langmuir, 33: 8052-8061 (2017) http://real.mtak.hu/id/eprint/72173
17. Zsila F, Bősze S, Horváti K, Szigyártó IC, Beke-Somfai T: Drug and dye binding induced folding of the intrinsically disordered antimicrobial peptide CM15. RSC Advances, 7: 41091-41097 (2017) http://real.mtak.hu/id/eprint/60611

MTA TERMÉSZETTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT
ENZIMOLÓGIAI INTÉZET
1117 Budapest, Magyar Tudósok körútja 2.
telefon: (1) 382 6700; e-mail: buday.laszlo@ttk.mta.hu
honlap: http://www.ttk.mta.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

Az Enzimológiai Intézetben számos tudományterületet átfogó, interdiszciplináris kutatások folynak, melyek során mind a biológia, mind a fizika és a kémia tudománya által kínált lehetőségek alkalmazásra kerülnek. A kutatóhelyen részben szerkezeti biológiai alapkutatások folynak, melyek lehetővé teszik a fiziológiás és patofiziológiás folyamatok sejt és molekula szintű értelmezését, másrészt a szerkezet biológia mellett folyamatosan bővül a kutatási tevékenység a komplex biológiai folyamatok megértését célzó rendszerbiológia irányába proteomika és bioinformatika lehetőségeinek kihasználásával. Így többek között vizsgálják a sejtekben zajló jelátviteli utakat, a rendezetlen fehérjék működését, a komplementrendszer aktiválódási mechanizmusit molekulaszerkezeti alapon, a daganatos és neurodegeneratív betegségek kialakulásához vezető egyes folyamatok, a transzmembrán fehérjék szerepét, valamint a DNS hibajavításban szerepet játszó enzimeket.

Az Intézet fontos feladatának tekinti a nemzetközileg beágyazott alapkutatás mellett az oktatást. Munkatársaik hat egyetemen tartanak előadásokat, illetve gyakorlatokat mind az alapképzésben mind posztgraduális oktatásban. Intézetük ezzel egy időben több mint 60 doktoranduszhallgató oktatását is ellátja, akik munkájukkal nagymértékben hozzájárulnak az Intézet eredményeihez.

Az Intézet alapkutatási eredményeinek hasznosítására együttműködések jöttek és jönnek létre különböző kis- és nagyvállalatokkal. Az Intézet aktív módon együttműködik a Richter Gedeon Nyrt-vel, valamint szoros kapcsolatot alakított ki számos kisvállalattal (Vichem Chemie Kutató Kft., Targetex Kft., Pharma-Trend-Biotechnológia Kft, Toxi-Coop Toxikológiai Kutatóközpont Zrt., KTT Kft., Zymo Research Corporation/Zymo Research Europe GmbH stb.).

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A *Jelátviteli és Funkcionális Genomika Kutatócsoport*ban a közelmúltban végzett vizsgálatok kimutatták, hogy azok a férfi sportolók, akik a miosztatin (MSTN) gén A55T polymorph formáját hordozzák jelentősen nagyobb izomtömeggel és izomerővel rendelkeznek, mint a vad genotípusú MSTN hordozói. Annak tisztázása érdekében, hogy a MSTN gén A55T mutációja miért okoz izomtömeg növekedést, a Funkcionális Genomika csoport kutatói előállították az A55T mutáns promiosztatin fehérjét. Részletesen jellemezték, hogy az A55T mutáció milyen hatással van a promiosztatin-miosztatin konverzió különböző lépéseire. Eredményeik arra utalnak, hogy az A55T mutáns promiosztatin fehérje furin-aktiválása gátolt, így a csökkent miosztatin aktivitás magyarázza az A55T polimorfizmust hordozó férfiak nagyobb izomtömegét.

A munkacsoport további két, ún. állványfehérje családot is vizsgál, ezek a Caskin és a Tks fehérjecsaládok. Kimutatták, hogy az EGF jelpályában a Tks4 és az Src tirozin kináz indukálható komplexet képez. Az asszociáció alapja, hogy a Tks4 fehérje 508-as foszfotirozinja és egyik prolinban-gazdag régiója egyszerre köti meg az Src SH2 és SH3

doménjeit. Kísérleteik alapján úgy tűnik, hogy a két fehérje interakciója aktív állapotban stabilizálja az Src kinázt. A Caskin1 és Caskin2 fehérjéket kódoló gének kiütésével dupla génhiányos egérmodellt hoztak létre. Kimutatták, hogy bár az egereken jelentősebb morfológiai eltérés nem látszik, az állatok kognitív képességei (idegentest felismerés, Moris-féle vízi útvesztő, stb.) jelentősen károsodnak.

A *Sejtarchitektúra Kutatócsoport* által azonosított TPPP/p25 egy agyspecifikus rendezetlen fehérje, amely modulálja a mikrotubuláris hálózat dinamikáját és stabilitását azáltal, hogy elősegíti a mikrotubulusok képződését, acetilációját és képes kötegelni őket. Egészséges agyban a fehérje elsősorban az oligodendrocitákban fejeződik ki. Ezek differenciációjának egyik kulcsszereplője a TPPP/p25 valamint a NAD^+-függő tubulin-deacetiláz, a sirtuin-2 (SIRT2). A csoport megmutatta, hogy a SIRT2 NAD^+-független módon gátolja a TPPP/p25 által elősegített tubulinpolimerizációt, azonban a már létrejött tubulin/mikrotubulus ultrastruktúrák rezisztensek a SIRT2 hatásával szemben. A TPPP/p25 gátolja a SIRT2 hatására bekövetkező tubulin-deacetilációt, miáltal a mikrotubulus-acetiláció mértéke megnő. A gátlás azáltal valósul meg, hogy a SIRT2, a TPPP/p25 és a tubulin terner komplexet alkot. Ezt a ko-lokalizációt HeLa-sejtek mikrotubuláris hálózatán is megmutatták, bimolekuláris fluoreszcencia komplementációval (BFC). Kísérletes eredményeik alapján felállítottak egy molekuláris modellt, amely alkalmas lehet a mikrotubuláris hálózat stabilizálódásának leírására az oligodendrociták differenciációja során. Egy szivacs TPPP vizsgálatával bizonyították, hogy a fehérje tubulinkötő és –polimerizáló képessége evolúciósan konzervált.

A *Fehérjeszerkezet Kutatócsoport* legfontosabb 2017. évi eredménye, hogy rámutattak, létezik a rendezetlen fehérjék egy népesebb csoportja, ami a többséggel ellentétben képes makromolekuláris kölcsönhatásban a csatolt kötésre és szerveződésre (mutual synergestic folding), rendezett fehérje vagy nukleinsav nélkül is. Összegyűjtötték ezeket a fehérjéket egy felhasználóbarát, keresőmotorokkal ellátott, online elérhető adatbázisba. Az MFIB (Mutual Folding Induced by Binding – www.mfib.enzim.ttk.mta.hu) adatbázisról szóló cikkük a Bioinformatics folyóiratban jelent meg. A cikkre két „very good” (**) minősítésű recenziót is kaptak a Faculty 1000-ben. Több csoport együttműködésével összeállították és ugyancsak a Bioinformatics folyóiratban megjelentették a MFIB testvéradatbázisát a DIBS (Database of Disordered Binding Sites – www.dibs.enzim.ttk.mta.hu) adatbázist, amiben a rendezett fehérjékhez kötődő rendezetlen fehérjék adatait tették közzé.

A *Membrán Fehérje Lendület Kutatócsoport* munkatársai kemoterápiás kezeléssel szemben ellenálló daganatos megbetegedések vizsgálata céljából beállítottak egy klinikailag releváns, genetikailag módosított egér emlő tumor modellt. Kimutatták, hogy a genetikailag módosított brca1-/-;p53-/- egér emlő tumor modellben a pegilált liposzómális doxorubicin (PLD) kezelés szignifikánsan megnöveli a relapszus-mentes és a teljes túlélést, úgy, hogy kitolja a terápia rezisztencia kialakulásának idejét. További MDR-szelektív vegyületeket azonosítottak, és igazolták, hogy az új molekulák képesek a Pgp-pozitív multidrog rezisztens sejteket egyetlen, nagy dózisú kezeléssel újra Pgp-negatívvá tenni, ezzel újra érzékenyítve őket a konvencionális kemoterápiákkal szemben. Létrehoztak olyan humán organikus anion transzportereket nagy mennyiségben termelő sejteket, amelyek megfelelő modellként szolgálnak a gyógyszer kölcsönhatások tesztelésében. Új, fluoreszcens szubsztrátokat azonosítottak. A sejtmodellek és a fluoreszcens szubsztrátok segítségével új, közepes áteresztő képességű vizsgálati módszert dolgoztak ki a máj organikus anion transzportereinek vizsgálatára (publikáció bírálat alatt). Nemzetközi kollaboráció keretében igazolták, hogy a C11-erlotinib, PET próba májba való felvételéért egy organikus anion transzporter felelős (1 megjelent publikáció). Egy új agyi organikus anion transzporter variánst azonosítottak és klónoztak. Nemzetközi kollaboráció keretében (University of Zürich) megkezdték az új variánst felismerő antitest tervezését és gyártását.

A *Genomstabilitás Kutatócsoport* a sejtekben található DNS állomány sérüléseit javító mechanizmusokat vizsgálja, melyek működése vagy hiánya alapvető befolyással van a génállomány mutációinak keletkezésére és a daganatok kialakulására. A kutatáshoz génmódosított sejtvonalakat állítottak elő, és bioinformatikai fejlesztéseket is végeztek a genomikai adatok feldolgozására. 2017-ben közölték az IsoMut nevű mutációdetekciós módszert a BMC Bioinformatics folyóiratban, mellyel az eddig elérhető egyéb módszereknél gyorsabban és pontosabban lehet azonosítani mutációkat újgenerációs DNS-szekvenálási adatokban. Az év során továbbfejlesztették a módszert tumorminták tipikus szekvenálási adatainak feldolgozásához. Szintén 2017-ben került közlésre az Oncogene folyóiratban az az eredmény, miszerint a BRCA1 vagy a BRCA2 fehérjék hiányában nagyon megemelkedik a spontán mutagenezis. A továbbiakban megmutatták, hogy a homológ rekombinációs hibajavítás más fehérjéi is hasonló antimutagenikus funkcióval bírnak. Ezek az eredmények hamarosan közlésre kerülnek. A sérült DNS replikációs mechanizmusait vizsgálva a csoport az eddigieknél pontosabban megmutatta a PCNA replikációs fehérje poszttranszlációs módosításainak szerepét a transzléziós szintézis és a templátváltás nevű hibaelkerülő útvonalak szabályozásában. Az eredményeket a DNA Repair folyóiratban közölték.

A *Rendezetlen Fehérje Kutatócsoport* több éve folyamatosan vizsgálja az ERD14 növényi chaperone fehérje szerkezet-funkció összefüggéseit. 2017 során részletes NMR vizsgálatokkal sikerült hitelt érdemlően alátámasztani az in vitro vizsgálatok alapján felállított hatásmechanizmus modellt. Emellett sikerült igazolni, hogy az ERD14 RNS kötésre képes, és RNS jelenlétében folyadék-folyadék fázisátmenetet képez. A rendezetlen chaperonok további vizsgálata egy Deinococcus radiodurans Nudix fehérjével (DR0550) folytatódott, melynek N-terminális rendezetlen régiója ismeretlen funkcióval rendelkezik. Az enzim különböző mutáns formáinak előállításával és ezek alapos szerkezeti és funkcionális vizsgálatával sikerült kimutatni, hogy a fehérje képes RNS-t kötni és hasítani, mely funkcióban a rendezetlen régiónak kiemelt szerepe van. A BME Bioorganikus Kutatócsoportjával 2014-ben kezdődött együttműködés folytatásaként His-tag-gel ellátott fehérjék mágneses nanorészecskékkel történő tisztításának további optimalizálása történt meg. Számos különböző módon funkcionalizált nanorészecske tesztelésével sikerült olyan MNPk-et előállítani, melyek képesek nagy kapacitással és megfelelő specificitással kötni a rendezetlen fehérjéket. Ezek a fehérjék tisztításában kaphatnak szerepet. Sikerült előállítani olyan MNPk-et is, melyek igen nagy affinitással kötik a His-taggel ellátott fehérjéket, ezek a nanorészecskék alkalmasak lehetnek kötődésvizsgálatok elvégzésére.

Az *Aktív Transzport Fehérjék Kutatócsoport* legfontosabb eredménye, hogy közétették, hogy a kötőszövetek, így az artériák meszesedésének gátlásáéért felelős fiziológiai metabolit, a pirofoszfát (PPi), emberben szájon át bejuttatva felszívódik, és a felszívódás mértéke eléri, illetve meghaladja a terápiás szintet. Két olyan egértörzsön végeztek pathofiziológiás kísérleteket, amelyek a kötőszöveti/arteriás meszesedési öröklődő betegségeinek autentikus modelljei. Mindkét esetben megállapították, hogy az ivóvízzel bejutatott PPi nagymértékben gátolja a puhaszöveti meszesedést. Legfontosabbak az Enpp1-/- génhiányos egéren nyert eredményeik, amelyek a közepes méretű artériákban, a bőrszövetben és a vesében bekövetkező meszesedés gátlását bizonyítják. Ezzel egy új, egyszerű terápia lehetőségét vetették fel. Eredményeik alapján a pseudoxanthoma elasticum (PXE) öröklődő betegség terápiáját célzó klinikai kipróbálás első lépéseit magában foglaló kutatási grant készült az USA-ban, amely támogatást nyert. Finnországban egy PXE- beteg egyéni PPi-terápiájának a kidolgozásában vesznek részt, megállapítják az egyéni felszívódási paramétereket. A felfedezésük alapján Hollandiában 2016-ban benyújtott szabadalmuk holland és magyar részvétellel nemzetközi fázisba lépett.

2017-ben is folytatták a franciaországi Angers-ban működő Orvosegyetem Bőrgyógyászati Klinikájával kialakult együttműködés keretében a francia PXE-páciensek mutációinak preklinikai, állatmodellben történő jellemzését. Alapvető eredményeket értek el és publikáltak az ABCC-tipusú transzporterek működési mechanizmusáról. A DMRP modellként használt transzporter ATP-felhasználásnak és transzportfolyamatának kinetika elemzése és számítógépes modellezése segítségével feltárták a képfajta aktívitás szoros kapcsoltságát. Kifejlesztették az ABCC6-elleni monoklónális antitestet, amely a fehérje extracelluláris régióját ismeri fel. Bemutatták, hogy egér májban in vivo, rövid idő alatt, a genom számos pontján történhet DNS metilációs változás, ezzel bebizonyították a legstabilabbnak hitt, a transzkripció szabályozásában fontos szerepet betöltő, epigenetikus módosítás dinamikus változását. Megfigyeléseik másik érdekes része az volt, hogy a metilációs változások jelentős része intergenikus régiókban következik be, míg a promoterekben kifejezetten kevés DNS metilációs változást figyeltek meg. Az év során beállították egy LC-MS/MS módszert a genomi 5-hydroxymetil citozin szintjének mérésére. A módszert alkalmazva kimutatták, hogy az aszkorbinsav és a daganatterápiában használt decitabin (5-aza-2deoxy-cytidin) szinergisztikusan növeli a genomi 5-hydroxymetil citozin szintjét.

A *Genom Metabolizmus Kutatócsoport* újszerű molekuláris módszert fejlesztett a DNS-beli uracil kimutatására mind izolált DNS mintákból, mind pedig *in situ* immunfluoreszcens mikroszkópiával. Két különböző szuperrezolúciós mikroszkópos infrastruktúra alkalmazásával (STED, ill. STORM) először került vizsgálat alá különböző humán rákos sejtvonalak háromdimenziós kromoszomális uracil-DNS térképe (3DU). Megállapításra került, hogy az uracil-DNS eloszlás nem random, hanem bizonyos kromoszomális régiókra jellemző specifikus mintázatot mutat. Több klinikai kutatócsoporttal együttműködve kimutatták, hogy a DNS-beli uracil egyes APOBEC3B-hátterű tumorokban biomarkerként javasolható. Létrehozták a dUTPáz-kiütött egérmodellt. CrispR technológiával megvalósították a sikeres biallélikus génkiütést. Felfedezték, hogy a dut -/- genotípus embrionális letalitással jár, melynek során az embrió eljut a beágyazódásig. Így ez a genotípus, az eddigi ismereteinktől lényegileg eltérően, nem csupán a genomi integritás, de a differenciálódás folyamatában is esszenciális.

A *Szerkezeti Biofizika Kutatócsoport* 2017-ben három fő kutatási témában ért el jelentős eredményeket. A molekuláris immunológia területén tanulmányozták a komplementrendszer különböző aktiválódási útvonalai közötti kapcsolatokat. Vérmintákat elemezve kimutatták, hogy a MASP-3 nagyobb része (70%) aktív formában kering a vérben. Matematikai modellt dolgoztak ki a MASP-3 aktiválódására a vérplazmában. Egyedülálló mikrofluidikai modellrendszert használva, teljes vérben igazolták a MASP-1 komplement proteáz véralvadást elősegítő hatását. Kináz enzimek esetében kisszögű röntgenszórási (SAXS) és enzimaktivitási kísérletek alapján a ROCK2 kináz RhoA általi aktivációjára új szerkezeti modellt állítottak fel. A ROCK2 kináz és Alzheimer-kórban fontos célpontjai (amiloid prekurzor fehérje és béta szekretáz) között pozitív allosztérikus szabályozást mutattak ki. A ROCK2 szubsztrátkötő és ATP-kötő zsebe közötti allosztérikus kapcsolatot annak pontmutációk révén történő megbontásával bizonyították. Elemezték a rákos megbetegedésekben előforduló szomatikus mutációk hatását a Rassf1A tumor szupresszor fehérje szerkezetére. Bioinformatikai módszerekkel, hálózatos kinetikai modell és sokaság modell kombinációjával két- és háromállapotú fehérje dimerekre nézve feltárták a dimerképződés pontos útvonalait és ezek relatív valószínűségeit, valamint a fehérjekoncentrációnak a dimerképződés mechanizmusára gyakorolt hatását. A kétállapotú dimerek esetében pontosan jellemezték, hogy a fehérje mely szakaszai rendezettek már monomer állapotban is.

2017-ben a *Lendület Membránfehérje Bioinformatika Kutatócsoport* egyik legnagyobb eredménye volt, hogy „Kiválóan megfelelt" eredménnyel tudta a Lendület pályázatot lezárni. A csoport a Lendület pályázat során 5 9 feletti impakt faktorú közleményt publikált, amelyekből 4 a csoport önálló munkájából származott, valamint 3 olyan közleményük volt, amelyeket a megjelenésüket követően havonta több mint 1-szer hivatkoztak. E publikációk mellett számos hazai és nemzetközi konferencián mutatta be a csoport a tudományos eredményeit. Sikerült egy olyan kísérlettel kombinált elméleti módszer kidolgozása, amellyel egyszerre több száz transzmembrán fehérjéről lehet topológiai adatot meghatározni és a kapott adatokkal jelentősen lehet ezen fehérjék alacsony felbontású szerkezetbecslését javítani. Emellett több adatbázist is fejlesztett a csoport, amelyekben levő adatok szintén a topológia becsléshez, illetve a szerkezeti genomikai projektekhez nyújtanak értékes információkat. Továbbá a Genomstabilitás Lendület Kutatócsoporttal együttműködve sikerült kimutatni a rákos betegségek ellen használt különböző gyógyszerek káros mutációkat okozó hatásait.

A *Molekuláris Sejtbiológia Kutatócsoport* kutatási területe kiterjed a membránfehérjék és a Ca^{2+} szignalizáció vizsgálatára polarizált hámsejtekben, pluripotens őssejtekben és azokból nyert leánysejtekben, valamint a membránfehérjék vörösvérsejtekben történő elemzésére. A csoport tagjai kimutatták, hogy a májlebenyek részleges lekötését (PVL) követően mind a lekötött, mind a hipertrofizáló nem-lekötött lebenyekben marad a szöveti regenerációra alkalmas májsejtpopuláció, megmutatva ezzel a PVL klinikai alkalmazhatóságát. Rámutattak, hogy a PSMB1 proteaszóma fehérje egy polimorfizmusa hátrányt jelent a mielóma multiplexes betegek kezelésnél; a P11A polimorf variáns csökkent proteáz aktivitást és a terápiában alkalmazott bortezomibbal szemben kisebb szenzitivitást eredményez. A NAP pályázat keretében folytatták a neurális progenitorok, valamint az érettebb idegi sejtek jellemzését. A csoport által korábban meghonosított átprogramozási eljárás segítségével további három indukált pluripotens őssejtvonalat hoztak létre különböző betegségekkel érintett családok tagjaiból, lehetővé téve ezzel a betegségek kialakulásának és a lehetséges terápiás eljárások vizsgálatát. Köszvényes betegek vérmintáit elemezve felfedezték az ABCG2 egy új polimorf variánsát (M71V), melyet részletesen jellemeztek az expresszió és funkció tekintetében. Megmutatták, hogy a vörösvérsejtekben legfontosabb kalcium pumpa izotípus (PMCA4b) csökkent expressziója hátterében egy, a promóter régiót érintő minor haplotípus húzódik meg.

A *Biomembrán Kutatócsoport* egyik témája a membránfehérjék kifejeződésének, szabályozásának és működési mechanizmusának kutatása, elsősorban az ABC transzporterek tekintetében. Az ABCG2 multidrog transzporter fehérje fontos szerepet játszik a gyógyszerhatásokban és a xenobiotikumok elleni védelemben, ezért a humán fehérjék vonatkozásában részletesen vizsgálták ezen transzporter szerepét normális és daganatos őssejtekben. Ugyancsak elemezték a Mycobacterium ABC transzporterek szerepét a gyógyszer-rezisztens tuberkulózis kialakulásában, melynek fontos orvosbiológiai vonatkozása is van. A kutatócsoport emellett molekuláris genetikai irányú kutatásokkal is foglalkozik: vizsgálják a transzpozon alapú génbeviteli eljárások és a CRISPR/Cas9 rendszerrel végezhető géneditálás új lehetőségeit, speciálisan módosított emlős sejtvonalakat, őssejteket és transzgenikus állat-modelleket hoznak létre. A CRISPR/Cas9 rendszer részletes elemzésével, új Cas9 mutáns fehérjék működésének vizsgálatával kívánják megismerni és célzottan optimalizálni ezt a forradalmian új géneditálási technológiát. A csoportban elemzik továbbá az emberi genomban található DNS transzpozon eredetű szekvenciákat, és igyekeznek feltárni ezek potenciális „domesztikált" szerepét a sejtek működésben. Fontos további alapkutatási irány, hogy új módszerek bevezetésével elemzik a mikroRNS-ek processzálását, valamint azok szabályozó szerepét az őssejtekben, betegség-modellekeben, valamint a mebránfehérjék kifejeződésében.

Az atípusos antipszichotikum klozapin hatékonysága és a mellékhatások megjelenése részben a metabolizmusában résztvevő citokróm P450 (CYP) enzimeknél megfigyelhető jelentős egyéni különbségekre vezethetők vissza. A *Metabolikus Gyógyszerkölcsönhatások Kutatócsoport*ban pszichiátriai betegek bevonásával végzett vizsgálatok során igazolták, hogy a klozapin plazmakoncentrációja összefüggésben van a betegek CYP3A4 expressziójával, valamint a *CYP3A5* genotípusával, ugyanakkor nem volt igazolható az a feltételezés, hogy a CYP1A2 meghatározó, míg a CYP2C19 és a CYP2D6 potenciális szerepet töltene be a klozapin 'steady-state' koncentrációjának kialakításában. A betegek CYP3A4 expressziójának és *CYP3A5* genotípusának ismerete segítheti a mellékhatások szempontjából nagy kockázatú betegek beazonosítását és a személyre szabott klozapin terápia kialakítását.

A *Fehérje Kutatócsoport* tagjai az év során publikálták eredményeiket a *FEBS Journal*-ban, melyben egy a sejtnövekedési jelpályában fontos szerepet játszó fehérje-fehérje kölcsönhatás dinamikai aspektusai mögött rejlő biokémiai mechanizmusokat tártak fel. Növekedési hormonok hatására az ERK nevű mitogén-aktivált fehérje kináz foszforiláció révén bekapcsolja az RSK kinázt. A két fehérje közötti kapcsolat az RSK-ban található C-terminális rendezetlen szakasz és az ERK kölcsönható felszíne között jön létre. Szerkezetvizsgáló módszerekkel feltárták a kölcsönhatás atomi szintű képét. Bemutatták, hogy az RSK kölcsönhatást biztosító C-terminális szakasza az RSK kináz doménja által, ERK aktivációt követően, foszforilálódik, ami aztán a jelátviteli ERK-RSK komplex széteséséhez vezet. Így az RSK C-terminális vége nemcsak a komplex összeállásáért, hanem annak aktiváció utáni szétkapcsolásáért is felel. Sejtes alapú kísérleteikben elsőként figyelték meg ennek a folyamatnak a dinamikáját, ahol a két fehérje kölcsönhatását követték nyomon élő sejtekben, valós időben. Az RSK rendezetlen szakasza tehát egyfajta foszoriláció érzékeny kapcsolóként működik, aminek feladata a két fehérje közötti kölcsönhatás időbeli szabályozása jelpálya aktivációt (pl. EGF stimulációt) követően.

A 2014. július 1-jén megalakult a *Reprodukció Rendszerbiológiája Kutatócsoport* 2017-ben nyolcfősre nőtt. A munkacsoport laboratóriumának felszerelése folytatódott és egy biobanki helyiség kialakítása is megkezdődött. A munkacsoport kollaborációs kutatásokat folytatott számos hazai és külföldi egyetemmel és akadémiai intézettel. A munkacsoport mintagyűjtési- és kutatási tevékenysége folytatódott a kollaborátor laboratóriumokban az Eötvös Lóránd Tudományegyetemen és a Semmelweis Egyetemen. Az eddigi kutatások főleg a terhességek 5-8%-ban előforduló praeeclampsia kialakulásának lehetséges útvonalaira és biomarker molekuláira fókuszáltak, így jelentős társadalmi, népegészségügyi és gazdasági kihatásuk lehet, ezért ezen területeket illetően relevanciájuk kiemelt.

A következő generációs szekvenálás folyamatosan egyre nagyobb teret kap a tumoros betegségek személyre szabott kezelésének megválasztásában. Az egyes gének mutációs státuszának meghatározása segít kizárni azokat a betegeket, akik várhatóan nem fognak egy adott kezelésre reagálni. Azonban a rosszindulatú daganatos sejtek mozgása jelentősen befolyásolhatja a tumorokon belüli heterogenitás mértékét. Amennyiben a sejtek mozgása gyors, akkor a tumoron belüli keveredés felgyorsul. Ha ezt a jelenlegi módszerekkel mérjük, akkor a magas mozgékonyságot mutató tumorsejtek az alacsony szekvenálási küszöb miatt pont homogénnek fognak tűnni. A fenti elképzelést igazolták az *Onkológiai Biomarker Kutatóacsoport* tagjai egy sejtkultúrás modell rendszerben, ahol különböző mozgékonyságot mutató sejteket kevertek össze, majd következő generációs szekvenálással meghatározták a sejtes összetételt. A sejtek felszínén elhelyezkedő receptorok által érzékelt jelet a végrehajtó molekulákig különböző jelátviteli utak juttatják el. Már eddig is sokat tudtunk arról, hogy az úgynevezett WNT jelátviteli út elsősorban a vastagbél rosszindulatú daganatos megbetegedéseiben tölt be szerepet. A WNT jelátvitel egyik fontos célja a ZEB1 transzkripciós faktor, egy olyan fehérje, amely különböző helyeken a DNS-hez kötődve

gátolja vagy elősegíti más gének kifejeződését. A ZEB1 ismert hatása, hogy beindítja az epitheliális-mezenchymális átalakulást, azt a folyamatot, amely lehetővé teszi a sejt-sejt kapcsolatok felszámolását, egy mozgékony és invazív, az őssejtekhez közelebb álló fenotípus létrejöttét – ezek a rosszindulatú tumorokban alapvetően szükségesek ahhoz, hogy áttétek jöjjenek létre. A ZEB1 transzkripciós faktor szerepét intenzíven vizsgálták sejtkultúrában és xenograft modellekben. Az eredmények alapján egy új mechanizmust azonosítottak, amelyen keresztül a ZEB1 serkenti a tumorok előrehaladását. A közeljövőben a ZEB1 a szeneszcencia indukcióját megcélzó terápiák célpontja lehet.

b) Tudomány és társadalom

A *Rendezetlen Fehérjék Kutatócsoport* 2017-ben részt vett az „AKI Kíváncsi Kémikus" kutatótábor lebonyolításában. Ennek keretében két tehetséges középiskolás diákot fogadtak a laboratóriumban, akik egy héten keresztül végeztek a csoport irányításával kutatómunkát. Az itt végzett kutatás eredményeinek bemutatásával egyikük első helyezést ért el a regionális TUDOK versenyen. A *Genomstabilitás Lendület Kutatócsoport* szintén részt vett a középiskolás diákokat mentoráló kutatótábor szervezésében.

A *Molekuláris Sejtbiológiai Kutatócsoport* számos ismeretterjesztő programban vett részt: A Károlyi Mihály Gimnázium látogatása az MTA TTK-ban (2017. 03. 07.). A Trefort Ágoston Gimnázium pályaválasztási napja az MTA TTK-ban (2017. 03. 23.). Az M5 tévécsatorna forgatása 2017 áprilisában. Előadás a XXI. Országos Diákkonferencián, Káptalanfüreden (2017.07.05.) és a Magyar Tudomány Ünnepén (2017.11.06.). Tájékoztató nap a NAP projekt eredményeiről a pályázatok eredményeinek közérthető összefoglalásával (Mátraháza, MTA Üdülő, TTK, 2017. nov. 9-11.).

A *Biomembrán Kutatócsoport* tagjai számos esetben tartottak a tudományos kutatásról és módszertanról szóló tájékoztatót középiskolás diákok részére, valamint tudománynépszerűsítő előadást egyetemi hallgatóknak (pl. ELTE TTK Biológus „Tavaszi Iskola", AKI Kíváncsi Kémikus kutatótábor). A csoport tagjait többször keresik meg újságírók, hogy vegyenek részt tudománynépszerűsítő cikkek megírásában, így például megjelent egy interjú a rák gyógyításának genetikai lehetőségeiről (Nők Lapja Café Évszakok – Téli kiadvány).

A *Membránfehérje Bioinformatika Lendület Kutatócsoport* által végzett kutatások alapkutatások, ezért a társadalom számára nehezen érthetőek. A kapott eredmények és a már kidolgozott, illetve kidolgozandó eljárások azonban rendkívül fontosak a gyógyszerkutatás szempontjából, amit jól mutat, hogy a csoport által fejlesztett és fenntartott szerverek segítségével a világ kutatói évente több százezer becslést végeznek (lásd: http://counter.enzim.hu/counter).

A *Metabolikus Gyógyszerkölcsönhatások Kutatócsoport* munkatársai egyetemi tanulmányaikat végző diákoknak (SOTE, BME) 4 és 6 hetes kurzus keretében bemutatták a CYPtest™ alapú, gyógyszer-lebontó képességhez igazított terápia lehetőségeit és gyakorlati megvalósítását.

A *Genom Metabolizmus Kutatócsoport*ban végzett munka orvosbiológiai szempontból nagy kihívást jelentő onkológiai és mikrobiális megbetegedések jobb megértésére, és újszerű diagnosztikai (biomarker) és terápiás javaslatok kidolgozására irányulnak. A Kutatók Éjszakáján tartott bemutatókkal segítik a laikus közönség megismertetését az új eredményekkel. A vezető kutató számos rádió- és televíziós interjúban és előadásban mutatta be közérthető módon a csoport kutatási irányait és eredményeit.

Az *Aktív Transzport Fehérjék* csoport vezetője több, a tudomány és a társadalom kapcsolatát elemző cikket publikált Élet és Irodalom c. hetente megjelenő lapban (-„*Mint a harmonika*”, 2017. okt. 6. – „*Szex a szigeteken*”, 2017. aug. 11. – „*Két anyatejtudós* ” 2017. jún. 30).

Több kutatócsoport eredményeit mutatták be számos fórumon (cikkek, konferenciák) és a médiában (rádiós beszélgetés, mta.hu honlap, Innotéka magazin, stb.) is beszámoltak.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

Hazai kapcsolatok

Téma címe: Membránmimetikumok és peptidek kölcsönhatása, a lipidkörnyezet hatása
Együttműködő partnerintézmény: ELTE
Egyezmény neve: K-OTKA
Eredmények: A projekt célja az NMR (nagyterű és kisterű)-SAXS-MD módszerek együttes alkalmazása a membrán-mimetikumok és peptidek kölcsönhatásának vizsgálatában. A modellrendszereken elért eredmények alkalmazhatóságának ellenőrzésére két biológiailag releváns peptid membránnal való kölcsönhatásának tesztelésére kerül sor: a metasztázisban szerepet játszó S100A4 C-terminális régiójának és a dehidrin családhoz tartozó ERD14 K-szegmenseinek.

Téma címe: Szerkezetvizsgáló módszer fejlesztése a rendezetlen fehérjék szerkezetének és kölcsönhatásainak vizsgálatára
Együttműködő partnerintézmény: ELTE
Egyezmény neve: KH-OTKA
Eredmények: A pályázat vezető kutatója által korábban alkotott CD spektroszkópiai módszerrel, mely figyelembe veszi a β-lemezes szerkezetek orientációját és csavarodását, a β-szerkezet tartalom pontosabban meghatározhatóvá vált, és lehetőség nyílt a fehérjék térszerkezeti besorolásának, foldjának predikciójára is. Ezzel a másodlagos és harmadlagos szerkezet gyorsan és olcsón prediktálható, amely előnyös a biotechnológia és gyógyszerkutatás számára.

Téma címe: A komplementrendszer specifikus gátlása
Együttműködő partnerintézmény: ELTE TTK Biokémiai Tanszék
Egyezmény neve: OTKA konzorciális pályázat
Eredmények: Specifikus inhibitorok fejlesztése komplement proteázok ellen. Közös publikációk száma: 1

Téma címe: A PSMB1 proteaszóma fehérje polimorfizmusának szerepe a mielóma multiplex kezelésében
Együttműködő partnerintézmény neve: SOTE, 3. Belgyógyászati Klinika, Országos Vérellátó Szolgálat
Eredmények: Egy bizonyos polimorfizmus a proteaszóma gátláson alapuló kezelés kimenetelét hátrányosan befolyásolja. Közös publikációk száma: 1

Téma címe: A májlebenyek részleges lekötése (PVL) hatása a májsejtek működésére
Együttműködő partnerintézmény neve: SOTE, Sebészeti Klinika, MTA TTK SZKI
Eredmények: Közösen elemezték a PVL-t követően a lekötött és a hipertrofizáló nem-lekötött lebenyekben a májfiziológiai paramétereket és májsejtek tulajdonságait, a PVL klinikai alkalmazhatóságát. Közös publikációk száma: 1

Téma címe: Transzporterek bioinformatikai vizsgálata
Együttműködő partnerintézmény neve: SE, Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet

Eredmények: Az évek óta tartó együttműködés folytatásaként a partnerek közösen elemezték az ABCG2 újonnan azonosított polimorfizmusának a fehérjeszerkezetre gyakorolt hatását, valamint vizsgálták az ABCG1 fehérje potenciális szterol-kötőhelyeinek lokalizációját. Közös publikációk száma: 1 közös kézirat beküldve

Téma címe: Indukált pluripotens őssejtek felhasználása pszichiátriai betegségmodellekben
Együttműködő partnerintézmény neve: SE, Pszichiátriai és Pszichoterápiás Klinika
Eredmények: A NAP program keretében szoros együttműködésben kutat a két csoport; jellemezték a humán pluripotens őssejtekből nyert neurális progenitorokat, valamint ezek differenciáltatásával kapott neurális tenyészeteket, skizofrén betegekből létrehoztak iPS sejtvonalakat, amelyek betegségmodellként használhatók. Közös publikációk száma: 1 kézirat beküldve, további 2 közös kézirat elkészült

Téma címe: Indukált pluripotens őssejtekből nyert idegi sejtek elektrofiziológiás jellemzése
Együttműködő partnerintézmény neve: ELTE TTK, Biokémia Tanszék
Eredmények: A NAP program keretében szoros együttműködés alakult ki a partnerek között; az indukált pluripotens őssejtekből differenciáltatott neurális tenyészetek elektrofiziológiás jellemzését végezték közösen.

Téma címe: Indukált pluripotens őssejtek felhasználása komplex betegségmodellben
Együttműködő partnerintézmény neve: SE, Városmajori Szív- és Érgyógyászati Klinika
Eredmények: DiGeorge szindrómában szenvedő betegekből létrehoztak iPS vonalakat, amelyek később betegségmodellként használhatók. Közös állami ösztöndíjas PhD hallgató.

Téma címe: Köszvényes betegek membránfehérjéinek vizsgálata vörösvérsejteken
Együttműködő partnerintézmény neve: Országos Reumatológiai és Fizioterápiás Intézet
Eredmények: A köszvényre hajlamosító biomarkerek kimutatása. Közös publikációk száma: 1 beküldött kézirat

Téma címe: OTOASOR vizsgálat
Együttműködő partnerintézmény: Országos Onkológiai Intézet
Eredmények: Az OTOASOR vizsgálatban 2073 beteg nyolcéves utánkövetése alapján megállapították, hogy a sugárkezelés ugyanolyan hatásos, mint az ABD. Közös publikációk száma: 1

Téma címe: A DIBS adatbázis létrehozása
Együttműködő partnerintézmény: ELTE Budapest
Eredmények: www.dibs.enzim.ttk.mta.hu Közös publikációk száma: 1

Téma címe: Klinikai patológiai diagnosztika újgenerációs szekvenálás segítségével
Együttműködő partnerintézmény: Országos Onkológiai Intézet
Eredmények: Az Intézet Sebészeti és Molekuláris Daganatpatológiai Központjával a formaldehidbe és parafinba ágyazott daganatsejt minták DNS analízisén, valamint klinikai adatok feldolgozásának témájában dolgoznak együtt. Közös publikációk száma: 1

Téma címe: Virus RNS diagnosztika növényekben újgenerációs szekvenálás segítségével
Együttműködő partnerintézmény: NAIK-Mezőgazdasági Biotechnológiai Kutatóintézet
Eredmények: A csoport az MBK Genomikai Főosztály Diagnosztikai Csoportjával együttműködve dolgozik egy újfajta - újgenerációs szekvenáláson és bioinformatikai feldolgozásán alapuló – diagnosztikai módszer fejlesztésén patogén vírusok azonosítására. Közös publikációk száma: 3

Téma címe: Személyre szabott immunszuppresszív terápia dinamikus kialakítása szív-transzplantált betegeknél
Együttműködő partnerintézmény: SE, Városmajori Szív- és Érgyógyászati Klinika

Eredmények: A CYP3A-státust meghatározó *CYP3A5* genotípus és CYP3A4 expresszió befolyásolja a szív-transzplantáción átesett betegek immunszuppresszív terápiáját. A tacrolimusra épülő kezelés jelentős módosítást igényel azoknál a recipienseknél, akik *CYP3A5*1* allélt hordoznak.

Téma címe: A mikrotubuláris hálózat elektronmikroszkópiás vizsgálata
Együttműködő partnerintézmény: ELTE, Anatómiai, Sejt- és Fejlődésbiológiai Tanszék
Eredmények: Elektronmikroszkópiás vizsgálatokat végeznek a csoport projektjeihez kapcsolódva. Közös publikációk száma: 2

Téma címe: Szerkezeti biológia enzimrendszereken
Együttműködő partnerintézmény: ELTE, BME
Eredmények: Sztereospecificitás vizsgálat, molekuláris mechanizmus azonosítása. Közös publikációk száma: 3

Téma címe: Uracil-DNS metabolizmus
Együttműködő partnerintézmény: MTA SzBK, Mezőgazdasági Biotechnológiai Központ
Egyezmény neve: NKFIH OTKA
Eredmények: Transzgénikus állatmodellek egérben és ecetmuslicában.

Téma: MDR-szelektív kelátorok bioinorganikus kémiája
Együttműködő partnerintézmény: SZTE
Közös publikációk száma: 1

Téma: OATP-k szerepe a tumorellenes szteroidok transzportjában
Együttműködő partnerintézmény: Szegedi Tudományegyetem
Eredmények: Tumorellenes szteroidok és OATP-k közötti kölcsönhatás vizsgálata.

Nemzetközi kapcsolatok

Téma címe: Biophysical and biochemical characterization of the recognition motifs in IDPs.
Együttműködő partnerintézmény: Korea Research Institute of Bioscience & Biotechnology (Korea), Karolinska Instituet (Svédország), Max Planck Institute for Biophysical Chemistry (Németország), Anygen Ltd. (Korea), Probiontics Inc. (Korea)
Egyezmény neve: NST joint international research project
Eredmények: A magyar résztvevőre háruló feladatok a 4EBP1 fehérje kölcsönhatásért felelős helikális régiójának szerkezeti jellemzése szilárd fázisú NMR vizsgálatok segítségével. 2017 folyamán a hélix régió vad típusú és mutáns változatának rekombináns előállítása történt meg.

Téma címe: A rendezetlen fehérjék kötőmotívumainak szerkezeti elemzése
Együttműködő partnerintézmény: Max F. Perutz Laboratories, Bécs, Ausztria
Egyezmény neve: ANN-FWF OTKA együttműködés
Eredmények: Bioinformatikai módszerekkel történő karakterizálás által meghatározhatók voltak a kötő motívumok bioifizikai jellegzetességeti és hogy milyen karakterisztikus tulajdonságok jellemzik a kötő motívumokat és az őket határoló régiókat. Kidolgozásra került egy olyan módszer, amely megbízhatóan elkülöníti a különböző fizikai jellemzőjű motívum csoportokat, és ezáltal alkalmas lehet egy predikciós módszer kialakítására is.

Téma címe: Genomic Approaches for Discovery of Predictors and Improvement of Therapy Response in Triple Negative Breast Cancer
Együttműködő partnerintézmény: Johns Hopkins Medicine, Baltimore, Maryland, USA
Eredmények: Elvégezte a csoport a daganatokban gyakran mutált BRCA1 és BRCA2 génekkel egy DNS-hibajavító útvonalban szereplő további gének mutagenezisben betöltött szerepének, valamint a daganatok mutációs mintázatai biomarkerként történő hasznosíthatóságának vizsgálatát. Közös publikációk száma: 1 + 1 előkészületben.

Téma címe: A sejtpolaritás és trafficking vizsgálata májsejtekben
Együttműködő partnerintézmény neve: National Institute of Child Health and Human Development, NIH, Bethesda, USA
Eredmények: Az LKB1 kináz szerepe a májsejtek polaritásának szabályozásában.

Téma címe: A vér-agy gát modellezése
Együttműködő partnerintézmény: Commissariat A L Energie Atomique Et Aux Energies Alternatives
Eredmények: Beadott IMI2-RIA pályázat (TransBBB 2017-10-24)

Téma címe: ZEB1 vizsgálata szolid tumorok pathogenezisében
Együttműködő partnerintézmény: ICREA, Barcelona
Eredmények: Két közös publikáció, az egyik colon tumorban, a másik pedig ovarium tumorokban.

Téma címe: „Degron" lineáris motívumok szerepe rákos sejtek fehérje lebontásában
Együttműködő partnerintézmény: EMBL Heidelberg, Germany
Közös publikációk száma: 1

Téma címe: Alternative transcript in kinase genes
Együttműködő partnerintézmény: Pediatrics, Harvard Medical School; Pediatrics, Boston Children's Hospital
Eredmények: Az együttműködés célja olyan kináz gének azonosítása, amelyek alternatív transzkripció révén konstitutívan aktiválódnak, és ezáltal járulnak hozzá a rákos folyamatok kialakulásához. Közös publikációk száma: 1

Téma címe: Interdisciplinary collaboration between pharmacology and environmental sciences to assess drug occurrence in the environment by using advanced spectrochemistry and analytical methods
Együttműködő partnerintézmény: Magyar Kísérletes és Klinikai Farmakológiai Társaság, Water Research Institute (Italian Research Council)
Egyezmény neve: Magyar-olasz projekt alapú kutatói mobilitás
Eredmények: A természetes vizekbe kijutó gyógyszer-hatóanyagok és bomlástermékeik kimutatásához és biológiai (microorganizmusok) hatásának értékeléséhez két alkalommal vízmintát gyűjtöttek a Duna több pontjáról. Közös publikációk száma: 1

Téma címe: Selective Sirt2-inhibition by ligand induced rearrangement of the active site
Együttműködő partnerintézmény: Institute of Pharmaceutical Sciences, Albert-Ludwigs-University Freiburg, Németország
Egyezmény neve: EU COST: Epigenetic Chemical Biology (EPICHEM) (2014-2018)
Eredmények: Az együttműködés több éve tart, COST pályázat keretében. Az előző pályázat lejártával egy újabb COST pályázatban folytatódik. Kísérletes munka, gyógyszerjelölt vegyületek biológiai vizsgálata. Közös publikációk száma: a tárgyévben 2 (összesen 5)

Téma címe: HDAC inhibitors
Együttműködő partnerintézmény: Institut de Chimie des Milieux et Matériaux de Poitiers, UMR CNRS France
Egyezmény neve: EU COST: Epigenetic Chemical Biology (EPICHEM) (2014-2018)
Eredmények: Közös részvételük a COST Epigenetics projektben vezetett az eredményes kollaborációhoz. Kísérletes munka, gyógyszerjelölt vegyületek biológiai vizsgálata. Közös publikációk száma: 1

Téma címe: Immunolocalisation of Tubulin Polymerisation Protein TPPP/p25 in the retina
Együttműködő partnerintézmény: UCL Institute of Ophthalmology, London, UK
Egyezmény neve: EU COST: Zn-Net Zinc biology (2013-2017)

Eredmények: Az együttműködés több éve folyik, COST pályázat keretében. A projekt a TPPP/p25 retinában való lokalizációjának konfokális mikroszkópiás analízise humán és egér mintákon. Közös publikációk száma: 1

Téma címe: Az MTA TTK Enzimológiai Intézete az ELIXIR európai uniós program vezető intézete (Node of Hungary),
Együttműködő partnerintézmény: ELIXIR
Eredmények: ELIXIR Node application be lett nyújtva.

Téma címe: Új terápiás fejlesztések a PXE-ben
Együttműködő partnerintézmény neve: Thomas Jefferson University, Philadelphia, USA
Egyezmény neve: 5 évre szóló NIH együttműködési támogatás, R01 közös pályázat
Eredmények: Új terápiás lehetőségek arteriális kalcifikációs betegségekben, in vitro és in vivo modellek. Közös publikációk száma: 1

Téma címe: ABCC6 és a puhaszövetek meszesedése
Együttműködő partnerintézmény neve: University of Hawaii, USA
Egyezmény neve: NIH együttműködési támogatás, R01 közös pályázat
Eredmények: Az ABCC6 és mutánsainak vizsgálata. Közös publikációk száma: 2

Téma címe: Metabolikus megbetegedések hatása az epigenetikai mintázatra
Együttműködő partnerintézmény neve: Université d'Angers, Franciaország
Egyezmény neve: IPMEE pályázat az Angers-I Egyetemtől, Commission de recherche pályázat
Eredmények: Az együttműködés során terhességi Diabetes hatását vizsgálták patkányokon és kimutatták az általa kiváltott hypertonia és az azzal társuló DNS metilációs zavarok transzgenerációs öröklődését. Vad típusú és ABCC6 génkiütött egerek epigenetikus mintázatának vizsgálata magas zsírtartalmú diéta hatására. Közös publikációk száma: 2

Téma címe: APOBEC3B tumorok vizsgálata
Együttműködő partnerintézmény: King's College London
Eredmények: A DNS-beli uracil-szint biomarkerként való használata. Közös publikációk száma: 2

Téma címe: HDX-MS vizsgálatok makromolekuláris komplexeken
Együttműködő partnerintézmény: King's College London
Eredmények: Komplexálódás molekuláris mechanizmusának felderítése. Közös publikációk száma: 1

Téma címe: Jelátviteli útvonalak szerepe az immuntolerancia és trophoblast invázió zavarainak kialakulásában: rendszerbiológiai megközelítés.
Együttműködő partnerintézmény: Wayne State University (Detroit, MI, USA).
Közös publikációk száma: 5

Téma címe: Jelátviteli útvonalak szerepe az immuntolerancia és trophoblast invázió zavarainak kialakulásában: rendszerbiológiai megközelítés.
Együttműködő partnerintézmény: National Institutes of Health, Perinatology Research Branch (Detroit, MI, USA).
Közös publikációk száma: 6

Téma címe: Jelátviteli útvonalak szerepe az immuntolerancia és trophoblast invázió zavarainak kialakulásában: rendszerbiológiai megközelítés.
Együttműködő partnerintézmény: University of Basel (Bázel, Svájc).
Eredmények: Ezen kollaborációból 2017-ben egy OTKA pályázat került elnyerésre.

Téma címe: ABC transzporterek működési mechanizmusa
Együttműködő partnerintézmény: Medical University of Vienna
Közös publikációk száma: 2

Téma címe: PET próbák OATP-k vizsgálatában
Együttműködő partnerintézmény: University of Vienna
Eredmények: OATP-k vizsgálatára alkalmas PET próbák fejlesztése. Közös publikációk száma: 1

Vállalati kutatás-fejlesztési kapcsolatok

Téma címe: „CRISPR genom-editálási módszer alkalmazása humán indukált pluripotens őssejt vonalakon neuropszihiátriai betegségek in vitro modellezése és genetikai hátterének vizsgálata céljából"
Együttműködő partnerintézmény: Richter Gedeon Nyrt.
Eredmények: Az első évi munka sikeresen teljesítve: CRISPR génmódosítások humán indukált pluripotens őssejtekben.

Téma címe: „Mutagenicity of the PARP inhibitor niraparib"
Együttműködő partnerintézmény: Tesaro Inc. (USA)
Eredmények: Az első évi munka sikeresen teljesítve: Egy átfogó vizsgálat sejtvonalak egész genom szekvenálásával feltárta a niraparib mutagenikus hatását.
Közös publikációk száma: 1 lektorálás alatt.

Téma címe: Multielektródás elektrofiziológiai mérések *in vitro* idegsejttenyészeteken
Együttműködő partnerintézmény: Polaritás Kft.
Eredmények: A partnerek egy közös projekttervet készítettek az együttműködésre, és pályázatot nyújtottak be annak finanszírozására.

Téma címe: mikroRNS vizsgálatok sejtvonalakon
Együttműködő partnerintézmény: Richter Gedeon NyRT.

Téma címe: Bioszimiláris monoklonális antitestek fejlesztése
Együttműködő partnerintézmény: Richter Gedeon Nyrt.
Egyezmény neve: VKSZ pályázat

Téma címe: Monoklonális antitest gyártás innovatív támogatása
Együttműködő partnerintézmény: Richter Gedeo NyRt
Egyezmény neve: VKE pályázat

Téma címe: Jelátviteli útvonalak szerepe az immuntolerancia és trophoblast invázió zavarainak kialakulásában: rendszerbiológiai megközelítés.
Együttműködő partnerintézmény: Zymo Research Corporation (Irvine, CA, USA)
Eredmények: Ezen kollaboráció keretében 2017-ben egy-egy közlemény és nemzetközi pályázat került előkészítésre.

Téma címe: Tesztrendszerek kialakítása onkológiai betegek személyre szabott kezelésére
Együttműködő partnerintézmény: Servier
Egyezmény neve: FIEK

Részvétel a tudományos közéletben

Az Enzimológiai Intézet kutatócsoport vezetői aktívan részt vesznek a tudományos közéletben, valamint számos tudományos testület vezetőségi tagjai (Magyar Biokémiai Egyesület, Magyar Biofizikai Társaság, Magyar Bioinformatikai Társaság, MTA Jelátvitel Szakosztály, MTA Molekuláris Biológiai, Genetikai és Sejtbiológiai Tudományos Bizottság,

Bioinformatika Osztályközi Állandó Bizottság, Magyar Genetikusok Egyesülete RNS Bizottsága stb.). Képviseltetik magukat az Európai Komplement Hálózat bizottságában, valamint közülük került ki a Magyar-Amerikai Fulbright Bizottság elnöke és az ELIXIR Magyarország vezetője is. Többen évek óta tagjai hazai- és nemzetközi pályázatok bírálóbizottságának (OTKA, NKFIH, MTA Bolyai kuratórium, EU Horizon).

A kutatócsoport vezetők számos szakfolyóirat szerkesztőségi tagjai, mint pl. Plos One, FEBS Letters, Immunbiology, CPPS, J. Pathol. Translational Med., Journal of Bacterology and Parasitology, Journal Physics, Biology Direct, The Open Applied Informatics Jornal. Az egyik csoport vezetője a „2017 Central European Genome Stability Meeting" nemzetközi konferencia főszervezője volt, másikuk pedig 2017 nyarán szervezte meg az 5. Európai Kémiai Biológia Szimpóziumot az MTA TTK-ban, amire több mint 100 részvevő érkezett 22 országból, de ezen kívül is számos hazai és nemzetközi konferencia, illetve szimpózium szervezésében vállalnak jelentős szerepet a kutatócsoportok vezetői és tagjai (Proteomics and Molecular Medicine 2017, 7. Gárdos György Szimpózium, MTA Bioinformatikai Bizottsága és a Magyar Bioinformatikai Társaság közös konferenciája).

Felsőoktatási tevékenység

Az Intézet fontos feladatának tekinti a nemzetközileg beágyazott alapkutatás mellett az oktatást. Munkatársaik hat egyetemen (ELTE, BME, Semmelweis Egyetem, Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Debreceni Egyetem, Szegedi Tudományegyetem Doktori Iskolája) tartanak előadásokat, illetve gyakorlatokat mind az alapképzésben mind posztgraduális oktatásban. Az Intézet ezzel egy időben több mint 60 doktorandusz hallgató oktatását is ellátja, akik munkájukkal nagymértékben hozzájárulnak az intézet eredményeihez.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A pályázat megnevezése: VEKOP-2.3.3-15 – Kutatási infrastruktúra megerősítése - nemzetköziesedés, hálózatosodás
A pályázati téma megnevezése: Molekulakönyvtárak és farmakológiai célfehérjék kölcsönhatásainak vizsgálata
A pályázat azonosítószáma: NKFIH, VEKOP-2.3.3.-15-2016-00011
A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2017-ben): 212,000,000 / 5,000,000
A pályázat keretében 2017-ben végzett munka fontosabb eredményei: Elindították a közbeszerzési eljárást egy fehérje-kis molekula kölcsönhatás analitikai labor felállításához szükséges műszerpark beszerzésére vonatkozólag.

A pályázat megnevezése: K-OTKA
A pályázati téma megnevezése: Fúziós fehérjék fázisátmeneteinek szerepe rákban
A pályázat azonosítószáma: 124670
A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2017-ben): 48 millió Ft (3 millió Ft)
A pályázat keretében 2017-ben végzett munka fontosabb eredményei: A pályázatban megfogalmazott munka első fázisa bioinformatikai kutatás, adatgyűjtés a rákos megbetegedésekben szerepet játszó, fázisátmenetet képző fehérjékkel kapcsolatban, ennek az első lépései történtek meg.

A pályázat megnevezése: K-OTKA
A pályázati téma megnevezése: Az epiteliális-mezenchimális átmenetet szabályozó fehérje-RNS komplexek szerkezeti és funkcionális jellemzése
A pályázat azonosítószáma: 125340
A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2017-ben): 47,9 millió Ft (3,3 millió Ft)

A pályázat keretében 2017-ben végzett munka fontosabb eredményei: A pályázatban tanulmányozni kívánt fehérjék rekombináns kifejeztetésének optimalizálása kezdődött meg.

A pályázat megnevezése: NKFIH K pályázat
A pályázati téma megnevezése: Exploring novel roles of homologous recombination factors through genetic studies of mutagenesis
A pályázat azonosítószáma: K124881
A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2017-ben): 47 988 000 Ft (3 000 000 Ft)
A pályázat keretében 2017-ben végzett munka fontosabb eredményei: 2017 októberében indult a projekt, megkezdődött különféle génkiütött sejtvonalak előállítása.

A pályázat megnevezése: FIEK_16
A pályázati téma megnevezése: Molekuláris biomarker kutatási és szolgáltatási központ kialakítása az ipari igények kiszolgálása érdekében
A pályázat azonosítószáma: FIEK_16-1-2016-0005
A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2017-ban): 2,559 millió Ft
A pályázat keretében 2017-ben végzett munka fontosabb eredményei: Az ABCG2 fehérje új polimorf variánsának azonosítása és jellemzése a köszvénybetegséggel összefüggésben, biobank labor került kialakitásra.

A pályázat megnevezése: NKFIH (OTKA) FK_17
A pályázati téma megnevezése: Nem kanonikus mikroRNS-ek érésének és hatásmechanizmusának vizsgálata
A pályázat azonosítószáma: FK124661
A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2017-ben): 30.770 eFt (5.128 eFt)

A pályázat megnevezése: NKFIH (OTKA) PD_17
A pályázati téma megnevezése: Hatékony és specifikus genommódosítás Cpf1(Cas12a) nukleáz változatokkal: az endogén, tagelt prion fehérjecsaládba tartozó fehérje lokalizációjának vizsgálata
A pályázat azonosítószáma: PD125331
A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2017-ben): 15.216 eFt (2.536 eFt)

A pályázat megnevezése: VEKOP-2.1.1-15
A pályázati téma megnevezése: Új generációs kalcium indikátorfehérjéket tartalmazó, transzgenikus patkánymodellek létrehozása különböző szövetek kalcium szignáljainak nagy felbontású in vivo és ex vivo monitorozására
A pályázat azonosítószáma: VEKOP-2.1.1-15-2016-00156
A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2017-ben): 70 millió Ft (2018-ban indul)

A pályázat megnevezése: KFI-16
A pályázati téma megnevezése: Gyógyszer-rezisztens tuberkolózist okozó mikobaktériumok multidrog transzportereinek vizsgálatára szolgáló esszé rendszerek kifejlesztése”
A pályázat azonosítószáma: KFI-16-1-2017-0232
A pályázati támogatás mértéke: 15 millió Ft (7,5 millió Ft)

A pályázat megnevezése: KH_17
A pályázati téma megnevezése: Nagy áteresztő képességű kísérleti módszer fejlesztése transzmembrán fehérjék szerkezetvizsgálatára
A pályázat azonosítószáma: KH 125607
A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2017-ben): 20,000 EFt

A pályázat megnevezése: Versenyképességi és kiválósági együttműködések (VKE_17)

A pályázati téma megnevezése: Biologikumok gyártástechnológiájának optimalizálása és az azt támogató analitikai vizsgálati módszerek fejlesztése a Richter Gedeon Nyrt., a BME, az ELTE valamint az MTA TTK együttműködésében
A pályázat azonosítószáma: 2017-1.3.1-VKE-2017-00002
A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2017-ben): 220 millió Ft

A pályázat megnevezése: VEKOP-2.3.3.-15-2017, Kutatási infrastruktúra megerősítése, nemzetköziesedés, hálózatosodás
A pályázati téma megnevezése: A személyre szabott terápiát elősegítő biomarker kutatásokhoz szükséges analitikai laboratórium fejlesztése
A pályázat azonosítószáma: VEKOP-2.3.3-15-2017-00014
A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2017-ben): 216.356.963,-Ft
A pályázat keretében 2017-ben végzett munka fontosabb eredményei: A génanalitikai laboratóriumba kerülő készülékek, műszerek közbeszerzése előkészítésre került és az ajánlati felhívás megtörtént.

A pályázat megnevezése: NKFIH K-17
A pályázati téma megnevezése: Discovering novel roles for Tks4 in adipogenic homeostasis
A pályázat azonosító száma: K 124045
A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2017-ben): 44 millió Ft

A pályázat megnevezése: OTKA NKFIH FK (fiatal kutatói)
A pályázati téma megnevezése: Dezoxinukleotid metabolizmus
A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2017-ben): 12 millió Ft
A pályázat keretében 2017-ben végzett munka fontosabb eredményei: Modell felállítása, dNTP szintek mérésére alkalmas assay kidolgozása.

A pályázat megnevezése: OTKA NKFIH PD (posztdoktori)
A pályázati téma megnevezése: Staphylococcus aureus uracil-DNS metabolizmusa
A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2017-ben): 4 millió Ft
A pályázat keretében 2017-ben végzett munka fontosabb eredményei: Különböző genetikai hátterű Staphylococcus aureus törzsek uracil-DNS tartalmának vizsgálata.

A pályázat megnevezése: OTKA K_16 kutatási témapályázat
A pályázati téma megnevezése: Az anyai immunválasz magzati szabályozásának új mechanizmusai koraterhességben: lepényi fehérjék szerepe az extracelluláris vezikulák közvetítette immunmodulációban.
A pályázat azonosítószáma: OTKA K124862
A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2017-ben): 47,8 millió Ft (12 M Ft)

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Koprivanacz K, Tőke O, Besztercei B, Juhász T, Radnai L, Merő B, et al. (12, Buday L): The SH3 domain of Caskin1 binds to lysophosphatidic acid suggesting a direct role for the lipid in intracellular signaling. Cell Signal, 32:66-75 (2017) http://real.mtak.hu/id/eprint/64451
2. Szénási T, Oláh J, Szabó A, Szunyogh S, Láng A, Perczel A, et al. (9, Lehotzky A, Ovádi J): Challenging drug target for Parkinson's disease: Pathological complex of the chameleon TPPP/p25 and alpha-synuclein proteins. Biochimica Et Biophysica Acta-Molecular Basis Of Disease, 1863:310-323 (2017) http://real.mtak.hu/id/eprint/47568
3. Fichó E, Reményi I, Simon I, Mészáros B: MFIB: a repository of protein complexes with mutual folding induced by binding. Bioinformatics, 33:(22) pp. 3682-3684. (2017) https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btx486

4. Zámborszky J, Szikriszt B, Gervai J, Pipek O, Póti Á, Ribli D, et al. (13, Szüts D): Loss of BRCA1 or BRCA2 markedly increases the rate of base substitution mutagenesis and has distinct effects on genomic deletions. Oncogene, 36, 746-755 (2017) https://www.nature.com/articles/onc2016243
5. Dedinszki D, Szeri F, Kozák E, Pomozi V, Tőkési N, Mezei TR, et al. (13, Merczel K, Arányi T, Váradi A): Oral administration of pyrophosphate inhibits connective tissue calcification. EMBO Mol Med, 9(11):1463-1470 (2017) http://real.mtak.hu/id/eprint/60592
6. Kenesi E, Carbonell A, Lózsa R, Vértessy B, Lakatos L. A viral suppressor of RNA silencing inhibits ARGONAUTE 1 function by precluding target RNA binding to pre-assembled RISC. Nucleic Acids Res, 45(13):7736-7750 (2017) https://academic.oup.com/nar/article/45/13/7736/3819232
7. Oroszlán G, Dani R, Szilágyi A, Závodszky P, Thiel S, Gál P, et al. (7, Dobó J): Extensive Basal Level Activation of Complement Mannose-Binding Lectin-Associated Serine Protease-3: Kinetic Modeling of Lectin Pathway Activation Provides Possible Mechanism. Front Immunol, 8, 1821 (2017) https://doi.org/10.3389/fimmu.2017.01821
8. Lango T, Rona G, Hunyadi-Gulyas E, Turiak L, Varga J, Dobson L, Varady Gy, et al (11, Tusnady GE): Identification of extracellular segments by mass spectrometry improves topology prediction of transmembrane proteins. Sci Rep, 7, 42610 (2017) http://real.mtak.hu/id/eprint/49935
9. Kovács T, Máthé D, Fülöp A, Jemnitz K, Bátai-Konczos A, Veres Z, et al. (12, Homolya L): Functional shift with maintained regenerative potential following portal vein ligation. Sci Rep, 7(1):18065 (2017) http://real.mtak.hu/id/eprint/72160
10. Kulcsár PI, Tálas A, Huszár K, Ligeti Z, Tóth E, Weinhardt N, et al. (8, Welker E): Crossing enhanced and high fidelity SpCas9 nucleases to optimize specificity and cleavage. Genome Biol, 2017;18(1):190 (2017) https://doi.org/10.1186/s13059-017-1318-8
11. Tóth K, Csukly G, Sirok D, Belic A, Kiss Á, Háfra E, et al. (10, Déri M, Monostory K): Potential role of patients' CYP3A-status in clozapine pharmacokinetics. International Journal of Neuropsychopharmacology, 20(7): 529-537 (pyx019) (2017) http://real.mtak.hu/id/eprint/54661
12. N. Gomez-Lopez, R. Romero, O. Plazyo, Y. Xu, R. Unkel, P. Chaemsaithong, et al. (13, N.G. Than): A role for the inflammasome in spontaneous labor at term with acute histologic chorioamnionitis. Reproductive Sciences, 24(6): 934-953, (2017) https://doi.org/10.1177/1933719116675058
13. Menyhart O, Budczies J, Munkácsy G, Esteva FJ, Szabó A, Miquel TP, et al (7, Győrffy B.): DUSP4 is associated with increased resistance against anti-HER2 therapy in breast cancer. Oncotarget, 24;8(44):77207-77218 (2017) https://doi.org/10.18632/oncotarget.20430
14. Füredi A, Szebényi K, Tóth S, Cserepes M, Hámori L, Nagy V, et al. (13, Karai E, Szakács G): Pegylated liposomal formulation of doxorubicin overcomes drug resistance in a genetically engineered mouse model of breast cancer. J Control Release, 10;261:287-296 (2017) https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2017.07.010

MTA TERMÉSZETTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT
KOGNITÍV IDEGTUDOMÁNYI ÉS PSZICHOLÓGIAI INTÉZET
1117 Budapest, Magyar Tudósok körútja 2.
telefon: (1) 382 6800
e-mail: kpi@ttk.mta.hu; honlap: http://www.ttk.mta.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A korai nyelvfejlődés viselkedéses, EEG és nyelvészeti adatokból történő előrejelzését célzó adatfelvétel megkezdése; a párhuzamosan beszélők hangjának szétválasztását vizsgáló kísérletek adatainak elemzése és publikálása.

Az akaratlagos cselekvés szenzoros feldolgozásra gyakorolt hatásának, illetve a cselekvés-következmény reprezentációk mozgásparaméterekre gyakorolt hatásának tanulmányozása.
A látás területén működő emlékezeti rendszer vizsgálata az automatikus változás-detekcióban.
Annak tanulmányozása, hogy a gátlási folyamatok mely formái romlanak az öregedés során.
A földi űranalóg szimulációkból nyert adatok elemzése és publikálása.
A versengés pszichés és szomatikus hatásainak vizsgálata középiskolásoknál.
A pszichoanalízis történeti dokumentumainak feldolgozása.

A kutya és az ember társas-viselkedési készségeinek szabályozásában szerepet játszó kognitív, neurohormonális és epigenetikai mechanizmusok vizsgálata. A kommunikációs készségek viselkedéses, genetikai és modern idegtudományi (fMRI, EEG) módszerekkel történő vizsgálata.

A humán fiziológiás és kóros agyi aktivitási mintázatok vizsgálata. Az epilepsziák bizonyos formáinak közös idegi mechanizmusainak feltárása széles módszertani alapon. A rendszer idegtudományi kutatásokra alkalmas bionikai interfészek tervezése és validálása.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A Lendület csoport összefüggést talált többféleképpen hallható hangingerek esetén az egyes alternatívák közötti váltások egyéni mintázata és egyes gátló neurotranszmitterek halló- és inferior frontális kérgi koncentrációja között. Bizonyították, hogy egy tárgy közeledését kísérő hangváltozások jobban magukra vonják a figyelmet, mint a távolodó tárgyakat jellemző hangváltozások. Kimutatták, hogy újszülötteknél a fogantatástól számított életkor hatással van a nyugalmi állapotban mérhető agyi funkcionális hálózat topológiai jellemzőire.

Megmutatták, hogy az önindított cselekvések motoros paramétereit azok előrelátható szenzoros következményei alternatív cselekvés opciók hiányában is döntően befolyásolják.
Az elterelődés időskori változásainak vizsgálatában azt találták, hogy az egymást esetenként gyorsan követő hangesemények együttes regisztrálása idős személyeknél csak késve történik meg. Azt is kimutatták, hogy hallási feladathelyzetben az idősebbek nagyobb mértékben támaszodnak kognitív kontroll folyamatokra, mint a fiatalok.

Megállapították, hogy a látásban működő automatikusan kialakuló (figyelemi működéseket nem igénylő) emlékezeti reprezentáció az ismétlődésekkel csökkenő aktivitás mellett rögzíti a beérkező információkat (ingerspecifikus adaptáció). Komplexebb eseményeknél változásokra

ez az emlékezeti rendszer fokozott aktivitással válaszol, és ez az aktivitás az új események feldolgozásának mutatója. Új módszert dolgoztak ki az adaptációs és az új eseményekre jelentkező hatások szétválasztására. Kimutatták, hogy az utóbbi folyamat idősebb korban kisebb hatékonysággal szolgálja a perceptuális feldolgozást.

Földi űranalóg szimulációk (antarktiszi áttelelő állomások) legénységei által készített naplók számítógépes tartalomelemzése révén kimutatták, hogy a hosszú idejű izoláció során az érzelemkifejezés elszegényedhet, a legnegatívabb érzelmi állapot a küldetés harmadik negyedében jelentkezhet, továbbá a negatív érzelmekben nem a szomorúság vagy a szorongás, hanem a harag dominál. Mindezek a folyamatok függenek az izoláció mértékétől, valamint az érzelemkifejezés kulturális mintázataitól.

Ebben az évben hat cikk született az online viselkedésekkel kapcsolatban. A kutatások eredményei segíthetnek annak a megértésében, hogy miért és milyen módon vonódnak be az emberek a különféle online tevékenységekbe.

A versengési attitűdöknek klaszterelemzéssel új, árnyaltabb mintázatait azonosították. A versengést kerülő attitűdök minden korosztályban gyengébb pszichés és szomatikus egészséggel és megküzdési módokkal jártak együtt. Ezzel szemben a versengő attitűd (az önfejlesztő és a hiperversengő attitűd kombinációja) és gyengébb mértékben az önfejlesztő versengés minden korosztályban a legnagyobb pszichés és szomatikus egészséggel járt együtt. Kialakították a győzelemmel és a vesztéssel való megküzdés kiváló pszichometriai mutatókkal rendelkező új kérdőívét.

Azt találták, hogy a versenyorientált iskolába járó középiskolások pszichés és szomatikus egészsége nem különbözik a versengést kifejezetten nem alkalmazó középiskolába járó diákokétól. Mindkét iskolatípusban a versengést kerülő diákok pszichés és szomatikus egészségmutatói rosszabbak. A személyes megküzdési potenciál (pozitivitás) nagyobb mértékben határozza meg az egészséget, mint az intézményi versengési klíma.

Eredményeik szerint a döntési helyzetek után jelentkező kognitív disszonancia szintje hatással van a döntési eseményről beszámoló történetek konstrukciójára.

Kimutatták, hogy a képességként meghatározott érzelmi intelligencia érzelemszabályozás komponensének szintje hatással van az érzelmi epizódokról beszámoló történetek téridői perspektívájára.

A ritmustartás gyengesége fontos szerepet játszik a diszlexiás agy zavarainak kialakulásában. Számítógépesített eszközök jól használhatóak a neurológiai alapú teljesítményzavarok vizsgálatára például a ritmustartás kérdésében, így a korai felismerés ezzel az eszközzel lehetséges. Erre épülő egyszerű gamifikált mobil applikációkat lehet a szülők és a pedagógusok számára elérhetővé tenni.

A női pszichoanalitikusok életművével kapcsolatos vizsgálódások kimutatták, hogy a harmincas évek második felében, Európán belül Magyarországon volt a legmagasabb a női analitikusok aránya. A magyar női analitikusok személyes és munkakapcsolata Ferenczi Sándorral egyenrangúbb volt, mint női kortársaiké Freuddal, és analitikus technikájukban is felismerhető Ferenczi hatása. Számos eddig ismeretlen pszichoanalízistörténeti dokumentum került közlésre és feldolgozásra.

Korabeli sajtódokumentumok elemzése alapján a magyar pszichoanalízis intézményes felosztása az 1920-as második felére egyre differenciáltabbá vált, egyben a két egyesület (Magyar Pszichoanalitikai Egyesület, Magyarországi Független Orvosanalitikusok Egyesülete) képviselőinek sajtószereplése kiegyensúlyozott lett. Ez indokolttá teszi a magyarországi pszichoanalízis korabeli történetének újragondolását.

Az ELTE és az SE kutatóival közösen végzett alvási EEG vizsgálatok elsőként mutattak ki olyan alvási orsókkal analóg aktivitást kutyában, melyek megjelenése az embernél a memória konszolidációval függ össze. Igazolást nyert, hogy a kutyák humán-analóg társas tanulási képességei alvás-függő memória konszolidációs folyamatokkal hozhatók kapcsolatba, és az emocionálisan jelentős hatású ingerek specifikusan befolyásolják az azt követő alvás paramétereit. A non-invazív EEG poliszomnográfia fontos módszertani eszköze annak, hogy a kutyát modellfajként alkalmazzák az összehasonlító idegtudományban.

Kutatásokkal tisztázták az oxytocin szerepét a kutyák csecsemőkhöz hasonló társas kommunikatív készségeinek szabályozásában. A Helsinki Egyetem kutatóinak bevonásával végzett szemmozgáskövető vizsgálatok igazolták, hogy az oxytocin specifikus szabályzó szerepet játszik abban, hogyan dolgozza fel a kutya az emberi arcon látható érzelmeket. A Bécsi Állatorvosi Egyetem kutatóival együttműködésben sikerült kimutatni, hogy az oxytocin receptort kódoló gén különböző variánsai kapcsolatban vannak a kutyák tekintetkövetési készségével és averzív társas ingerekre adott reakciójukkal. A génmetilációs vizsgálatok eredményei arra utalnak, hogy a környezeti tényezők befolyásolhatják az oxytocin receptort kódoló gén expresszióját, és ezen keresztül az oxytocin által mediált kognitív funkciókat. Mindezek az eredmények jelentősen hozzájárulhatnak ahhoz, hogy a kutyát a közeljövőben az autizmus transzlációs modelljeként alkalmazhassuk.

Az idegi hálózatok túlzott serkenthetőségét és szinkronitását összefüggésbe szokták hozni az epilepsziás aktivitás kialakulásával mind emberben, mind állatmodellekben. Kimutatták, hogy a műtéti úton eltávolított epilepsziás emberi nagyagykéreg kétféle szinkron aktivitás kialakítására képes in vitro körülmények között. Az epileptiform kisülések csak epilepsziás páciensekből származó mintában voltak kimutathatók, melyekre a túlzott szinkronitás és serkenthetőség volt jellemző. A spontán populációs aktivitás úgy epilepsziás, mint nem epilepsziás (tumoros) betegek agyából származó szövetben megjelent, ezek a szignifikánsan alacsonyabb szinkronitással és serkenthetőséggel jellemezhető események közvetlenül nem köthetők az epilepsziás aktivitáshoz. Ezek az eredmények segítenek megérteni a serkentő és gátló neuronhálózatok szerepét a populációs aktivitásformák kialakításában, ezáltal előrébb jutunk a fiziológiás és patológiás folyamatok közti határvonal meghatározásához is.

b) Tudomány és társadalom

Részt vettek az Agykutatás Hete 2017 alkalmából megrendezett „Pszichofiziológiai játszóház” szervetésében és lebonyolításában (2017.03.18.). Tudományos előadásokat tartottak, tudománynépszerűsítő interaktív bemutatókat vezettek.
Előadásokat tartottak az Űrkutatás Napja 2017 eseményen is.
Kutatásaiknak alapvető gyakorlati jelentősége lehet a társas viselkedés zavarainak (pl. autizmus) megértése szempontjából, továbbá a kutya humán-analóg társas viselkedési készségeinek és azok szabályzó mechanizmusainak megértésére irányuló kutatások alapvető információkkal járulhatnak hozzá a társ-állat tartás fontos állatetikai kérdéseihez is. Ebben a témában tudományos népszerűsítő előadásokat tartottak többek között a Magyar Tudomány Ünnepe (2017.11.06.) rendezvénysorozatban, a hazai nagyközönség számára szervezett

Kutyaetológia konferencián (2017.11.25.) valamint a Mindenki Akadémiáján (2017.07.26.), az MTVA tudományos ismeretterjesztő sorozatában.

Az év során több alkalommal is tartottak laborbemutatót, és a PPKE ITK-n nyílt napot az érdeklődő középiskolásoknak. A Nemzeti Agykutatási Program 1. záró rendezvényen előadást tartottak, amelyen a NAP infobionikai kutatási és fejlesztési eredményeit ismertették.
Társadalomtudományi témákban összesen 18 ismeretterjesztő cikket publikáltak, 17 előadást tartottak, 4 rádióinterjút, 2 online interjút adtak és 3 kerekasztal-beszélgetésen vettek részt. Előadásuk hangzott el például a Kutatók Éjszakáján, az Óvodapedagógiai Napokon, illetve a BME Filozófia és Tudománytörténeti Tanszékének szemináriumsorozatán, az ELTE Harmadik Kor Egyetemén, a Debreceni Pszichológiai Napokon, valamint tudománynépszerűsítő szövegeik jelentek meg többek között a Hirportal-on, és a Hétfa Kutatóintézet magazinjában is.

Az összeesküvés-elméletek, problémás pornográfiahasználat, időperspektíva, stb. témákban végzett számos kutatás eredményéről beszámolt a hazai (HVG; Gamestar; Mindset; 444) és a nemzetközi (Wired; International Business Time; Elite Daily; Yahoo News; PsyPost 1, 2) sajtó.

A Mindennapi Pszichológia című lapban „Az emlékezet fejlesztése” címmel írtak az öregedés kognitív funkciókra gyakorolt hatásairól és a kognitív hanyatlás kivédésének lehetséges eszközeiről.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

Öt éves együttműködési megállapodást kötöttek az Orosz Tudományos Akadémia Orvosbiológiai Problémák Intézetével űranalóg szimulációs kísérletsorozatok, valamint a Nemzetközi Űrállomáson keletkezett szövegkorpuszok tartalomelemzéses vizsgálatára. Az együttműködés célja az izolált kiscsoportok pszichológiai állapotainak és folyamatainak feltárása.

A Deutsche Sportshochschule és Jozef Stefan Institute (Szlovénia) és az MTA TTK által javasolt kísérletet az ESA beválogatta a 2018 őszén induló ESA-NASA Bedrest Study űrszimulációs kísérlet programjába.

A Technische Universitat Graz (Ausztria), a BME és az MTA TTK sikeres pályázat eredményeként közös kísérlettel vesz részt az Austrian Space Forum által szervezett AMADEE18 űrszimulációs kísérletben.

Egy kutató az Erasmus Mundus – Auditory Cognitive Neuroscience ösztöndíjprogram keretében 2017-ben három hónapot töltött a kanadai International Laboratory for Brain, Music and Sound Research-nél.

A portugál University of Coimbra-val együttműködésben a különleges tanulók idegen nyelvoktatásában a technikai eszközök szerepének felmérések során történő használatát vizsgálták.

Az Eötvös Loránd Tudományegyetem Etológia Tanszékén folyó ERC Starting Grant keretében történő kutya alvási EEG vizsgálatokban vesznek részt, az ELTE kutatói az MTA

TTK KPI laborjában a Pszichobiológiai kutatócsoport munkatársaival közösen végzik a kísérleti adatfelvételt. Az eredményekből két közös publikáció is született az év során.
Az „Individual differences in perceiving global / local visual stimuli in humans (Homo sapiens) and dogs (Canis familiaris)" témán a Padovai Egyetem (Laboratory of Applied Ethology, Department of Comparative Biomedicine and Food Science) egy munkatársa 5 hónapig dolgozott vendégkutatóként az Intézetben közös kísérletek elvégzése, adatok elemzése céljából. Az együttműködésből eddig egy publikáció született.

A „Brain Links Brain Tools" egyezmény keretén belül a német IMTEK-kel (Freiburg) működnek együtt a „Multimodális és humán elvezetésre alkalmas elektrofiziológiai struktúrák kutatása" témán. Mikroelektromechanikai rendszereket terveztek multimodális elektrofiziológiai és két-foton mérésekhez. Teszt struktúrák tulajdonságait kutatták olyan elektrofoziológiai rendszerekhez, melyet a humán gyógyászatban és kutatásban egyaránt felhasználhatnak a jövőben. Eddigi eredményeiket egy közös publikációban mutatták be.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A „Percetuális tanulás és neurális plaszticitás az hallási rendszerben" 2017-ben elnyert NKFIH PD 123790 pályázat célja, hogy feltárja 1) a komplex hallási környezetben történő hallási perceptuális tanulás mögött álló főbb kognitív és neurális mechanizmusokat; és 2) a hallási perceptuális tanulást meghatározó neurális plaszticitás életkori változásait (csecsemőkortól [8-10 hónapos kor] időskorig [60 év felett]). A projekt a viselkedéses pszichofizika és a kérgi elektrofiziológia módszereit alkalmazza hosszantartó perceptuális tanulás előtt és után, tesztelve az idegrendszer plaszticitási folyamatait. A pályázat időtartama 48 hónap, melynek kezdete 2017.12.01. A pályázat teljes összege 15.216.000 Ft.

A „Társadalmi egyenlőtlenségek és előítéletek a pszi-tudományok tükrében Magyarországon" címmel elnyert NKFIH pályázat (száma: K 124192), 2017. december 1-én indul, és 36 hónapig tart. Teljes összege 21.993.000 Ft. A kutatás célja, hogy megvizsgálja 1) az egyenlőtlenséggel és előítélettel (xenofóbia, rasszizmus, szexizmus, homofóbia) kapcsolatos pszichológiai kutatások eredményeit és jellegzetességeit a 20. század elejétől a közelmúltig; 2) azokat a folyamatokat, ahogyan maguk a pszi-tudományok mint meghatározó diskurzusok különböző időszakokban a diszkrimináció/normalizálás eszközévé és terepévé válhatnak a pszichoanalízis, a gyermekpszichológia, a neveléslélektan és a forenzikus pszichológia területein.

2017. decemberében indult el a „Narratív konstrukció mint a képesség alapú érzelmi intelligencia mutatója" című kutatási projekt az NKFIH támogatásával (K 124206). A kutatási projekt futamideje 48 hónap. A megítélt támogatás összege 18.280.000 Ft, amelynek 70%-a esik az MTA TTK-ra. A projekt vezető intézménye az MTA TTK, további résztvevők az MTA Nyelvtudományi Intézet, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Pécsi Tudományegyetem és a Károli Gáspár Református Egyetem.

A VEKOP „Környezetbarát eljárások fejlesztése" pályázata (VEKOP-2.3.2-16-2017-00013) 2017. június 1-én indult 36 hónap futamidővel. A pályázat teljes összege 30.000.000 Ft, melyből nagy felületű elektródrendszereket fejlesztenek idegi alkalmazásokra. A pályázat másik résztvevője az MTA TTK Anyag- és Környezetkémiai Intézete.

Az MTA Prémium Posztdoktori Pályázatát elnyerve (PPD-029/2017) egy kutató kezdhette meg 36 hónapos munkáját az Intézetben. A téma címe: „Neurobiológiai rizikófaktorok, illetve

funkcionális károsodások longitudinális megfigyelése idegi-fejlődési rendellenesség és magatartászavar-tüneteket mutató, valamint tipikusan fejlődő serdülőkorúaknál". A pályázat teljes összege 28.000.000 Ft, résztvevő intézmények az MTA TTK KPI és AKK.

A Nemzeti Agykutatási Program 2.0 keretén belül (2017-1.2.1-NKP-2017 123402) 120.000.000 Ft-ot nyertek el 48 hónap futamidőre. A kutatások 2017. december 1-én indultak el, céljuk implantációs stratégiák fejlesztése agyi intrakortikális alkalmazásokra. Olyan implantációs módszereket fejlesztenek, amellyel az elektródok által okozott agyi sértést minimalizálhatják.

A NAP Infrastruktúra beruházás pályázatán összesen 103.000.000 Ft-ot 12 hónapra nyertek el (KTIA_NAP_13-2-2017-0015), melyből a viselkedéses laboratórium fejlesztése történik meg, szabadon mozgó állatokon végzett kísérleti rendszereket szereznek be.
Az NKFIH PD 124175 pályázata 2017. június 1-én indult, futamideje 36 hónap, teljes összege 15.216.000 Ft. A pályázat témája: Agykérgi idegsejtek csoportosítása nagy téri felbontással regisztrált kétdimenziós akciós potenciál hullámformájuk alapján.
A „laterális thalamo-amigdaláris hálózat vizsgálata" címmel 36 hónap futamidejű NKFIH PD pályázatot nyertek (124034), mely 2017. november 1-én indult, teljes összege 15.216.000 Ft.
Az NKFIH FK 124434 pályázata a középvonali thalamikus hálózatok szerepét vizsgálja félelmi és szorongásos folyamatokban. 2017. november 1-én indult 48 hónap futamidővel és 40.000.000 Ft-os kerettel.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Cserpan, D., Meszéna, D., Wittner, L., Tóth, K., Ulbert, I., Somogyvári, Z., Wojcik, D.K.: Revealing the distribution of transmembrane currents along the dendritic tree of a neuron from extracellular recordings. eLife 6: Paper e29384. (2017) http://real.mtak.hu/70836/
2. Gaál, Zs.A., Bodnár, F., Czigler, I.: When elderly outperform young adults – Integration in vision revealed by the visual mismatch negativity event-related component. Frontiers in Aging Neuroscience, 9, 15.(2017) https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnagi.2017.00015/full
3. Gergely, A., Galambos, Á., Faragó, T., Topál, J.: Differential effects of speech situations on mothers' and fathers' infant-directed and dog-directed speech: An acoustic analysis. Scientific Reports, 7:13739 (2017) https://www.nature.com/articles/s41598-017-13883-2
4. Sebestyén, N., Ivaskevics, K., Fülöp, M.: Narratives of effort among Chinese, Hungarian and Chinese immigrant students in Hungary. International Journal of Psychology. (2017) http://real.mtak.hu/72601/
5. Takács, E., Czigler, I., Pató, L.G., Balázs, L.: Dissociated Components of Executive Control in Acute Hypobaric Hypoxia. Aerospace Medicine and Human Performance, 88 (12): 1081-1087 (2017) http://real.mtak.hu/72687/
6. Tóth, B., Urbán, G., Háden, G.P., Molnár, M., Török, M., Stam, C.J., et al. (7) Large-scale network organization of EEG functional connectivity in newborn infants. Human Brain Mapping, 38: 4019-4033 (2017) http://real.mtak.hu/55377/
7. Volosin, M., Gaál, Zs.A., Horváth, J.: Age-related processing delay reveals cause of apparent sensory excitability following auditory stimulation. Scientific Reports, 7: 10143. (2017) https://www.nature.com/articles/s41598-017-10696-1

MTA TERMÉSZETTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT
SZERVES KÉMIAI INTÉZET
1117 Budapest, Magyar tudósok körútja 2.
telefon: (1) 382 6400; e-mail: soos.tibor@ttk.mta.hu
honlap: http://www.ttk.mta.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A 2012-ben korábbi akadémiai intézetek csoportjaiból létrejött Szerves Kémiai Intézet célja a korábbi különböző kutatási irányok összehangolása, és a kutatócsoportok közötti együttműködés hatékonnyá tétele volt. A 2016-os év során a TTK vezetése jelentős átszervezést hajtott végre az Intézet szerkezetében. Így 2017-ben az elsődlegesen szerkezeti kémia irányultságú csoportok a központi igazgatás alá kerültek és a Műszer Centrumban végezték kutatási munkáikat. Így az Intézet kutatási profilját elsősorban a szerves kémia és biológiai kémia jellemezi, különböző kutatócsoportok céljai alapján gyógyszerkémiához, az organokatalízishez, a kémiai biológiához, a szupramolekuláris kémiához, proteomikához, funkcionális farmakológiához, illetve funkcionális szerves anyagok szintéziséhez kapcsolódik. Továbbá az Intézet kutató munkája során vizsgált átalakítások reaktivitásának értelmezésében jelentős szerepet tölt be az elméleti kémiával foglalkozó csoport.

A Szerves Kémiai Intézetben zajló alap és alkalmazott kutatás mellett az Intézet munkatársai nagy hangsúlyt fektetnek az oktatói munkára is, aktívan részt vesznek a szomszéd egyetemeken (ELTE, BME) zajló elméleti és gyakorlati oktatásokban, valamint PhD hallgatók témavezetésében.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Gyógyszerkémiai Kutatócsoport

A kutatócsoport munkatársai a Nemzeti Agykutatási Program keretei között a Richter Gedeon gyógyszergyárral együttműködésben új, ígéretes D-aminosav oxidáz (DAAO) gátlószereket azonosítottak a skizofrénia kezelésére és *in vivo* rendszerben bizonyították ezek hatékonyságát és hatásmechanizmusát. Módszertani kutatásaik alapján a multinacionális AstraZeneca és a brit Astex gyógyszergyárak kutatóival együttműködve igazolták a jelenleg leghatékonyabbnak tekinthető fragmens alapú gyógyszerkutatási megközelítés termodinamikai hátterét.

Organokatalízis Kutatócsoport

A kutatócsoport kutatói a frusztrált Lewis-párok alkalmazásának területén értek el kiemelkedő eredményeket. Kifejlesztettek egy vizet toleráló katalizátort, amely segítségével reduktív éterképzési eljárást dolgoztak ki. A módszer olyan éter típusú vegyületek szintézisét is lehetővé teszi, amelyek a korábbi módszerekkel nehezen, vagy egyáltalán nem érhetőek el. Továbbá értékes vegyületek, például számos illatanyag szintézise valósítható így meg egyszerűbben. Emellett szisztematikusan vizsgálták, hogy a sztérikus és elektronikus hatások miképp befolyásolják a Lewis-savasságot. Felismerték, hogy megfelelő szerkezeti tervezés által a Lewis-sav komponens „rugóterhelésűvé" tehető. Ez azt jelenti, hogy bár a Lewis-sav képes adduktot képezni különböző molekulákkal, szerkezeti okok miatt a komplex könnyen visszabomlik az eredeti szabad állapotába. Így a víz megkötése erősebb Lewis-bázis mellett is

reverzibilissé válik, ennek eredményeként pedig az FLP-katalízis jelentősen kiterjeszthető lett kondenzációs reakciókra is. Ezt az elvi lehetőséget a kutatócsoport katalitikus reduktív aminálási reakció megvalósításával igazolta. Mindkét eredményüket a neves Angewandte Chemie folyóiratban közölték. Az éterképzéssel kapcsolatos eredményeik a bírálók és szerkesztők döntése alapján kiemelt közlemény, ún. Hot Paper lett.

Kémiai Biológia Lendület Kutatócsoport

A kutatócsoport munkatársai távoli vörös, közeli infravörös tartományban, bioortogonálisan alkalmazható fluorogén festékeket állítottak elő. Továbbá bevezették és sikeresen alkalmazták egy, a távoli vörös tartományban emittáló fluorogén festékek tervezésekor alkalmazható koncepciót, többszörösen tompított fluorogének formájában. Az egyik ily módon tervezett többszörösen tompított festékük alkalmas volt intracelluláris fehérjék szuperfelbontású vizsgálatára. Ezenkívül kialakították a kutatócsoport „molekuláris-biológiai" laborját, így lehetőség nyílt nem-természetes aminosavak sejten belüli genetikai kódolására, jelölésére, majd (szuperfelbontású)mikroszkópos vizsgálatára.

Elméleti Kémiai Kutatócsoport

A királis aminok által katalizált Michael addíciós reakciók enantioszelektivitása legtöbbször egyszerű sztereoszelektivitási modellel értelmezhető, miszerint a minor termékek képződése sztérikus árnyékolás miatt válik kedvezőtlenebbé. Olyan esetekben ahol a reakció során termodinamikailag stabil köztitermékek keletkeznek, és azok további átalakulásai határozzák meg a katalitikus folyamat sebességét, a sztereoszelektivitás értelmezése nem triviális feladat, és ezt a szakirodalomban fellelhető ellentmondásos vélemények jól alátámasztják. A kutatócsoport munkatársainak sikerült feloldani ezt az ellentmondást, ugyanis az elméleti tanulmányok és a kinetikai szimulációk rávilágítottak arra, hogy az ilyen típusú reakciók enantioszelektivitása és sebessége két különböző reakciólépéshez köthető. A számítások szerint a vizsgált reakcióban az enantioszelektivitást az addíciós lépés, míg a reakció sebességét az azt követő protonálási lépés határozza meg. Az általános felfogás szerint e két tulajdonság (szelektivitás és sebesség) egyetlen reakciólépéshez társítható. Az újonnan javasolt kinetikai modell érvényességét kísérletekkel (ESI-MS mérésekkel) is sikerült alátámasztani. Az új modell vélhetően más katalitikus folyamatokra is alkalmazható és ez új katalizátorok fejlesztését segítheti elő. Az eredmények a neves *Journal of American Chemical Society* folyóiratban kerültek publikálásra.

Szupramolekuláris Kémiai Lendület Kutatócsoport

A kutatócsoport kutatói által előállított egymagvú arany(I) komplex multikolor lumineszcens formáinak a szerkezetmeghatározása fontos előrelépést jelentett a konformációs flexibilitásnak a szilárdfázisú molekuláris szerveződésre és fotolumineszcens tulajdonságokra gyakorolt hatásának a jobb megértésében. Azt találták, hogy ennek az egymagvú arany(I) komplexnek a multikolor lumineszcens formái oldószergőzök jelenlétében intenzív vapolumineszcenciát mutatnak. Megterveztek, előállítottak és szerkezetileg jellemeztek egy H-alakzatú heterofémes Au–Sn komplexet. Megmutatták, hogy a heterofémes szupramolekula kristályszerkezetében jelenlévő nagy méretű üreges csatornák lehetővé teszik különböző vendégmolekuláknak a szelektív felismerését. A hagyományos oldatfázisú szintézis eredményeire támaszkodva kidolgozták egy új szilárdfázisú mechanokémiai eljárást a biomolekulákkal védett aranynanoklaszterek előállítására. Ezek a lumineszcenciájukat külső hatásra megváltoztató szupramolekuláris arany(I) komplexek potenciális felhasználást nyerhetnek kémiai szenzorok, optoelektronikai eszközök és kijelzők fejlesztésében valamint jövőbeli technológiai alkalmazásokban.

MS Proteomika Kutatócsoport

A kutatócsoport munkatársai 2017 során új tömegspektrometriás módszert dolgoztak ki biologikumok aminosav szekvenciájának meghatározására. A vizsgálatok során megállapították, hogy ennek alkalmazása jelentősen növeli a szekvencia-lefedettséget; és egy általuk fejlesztett alkalmazása jelentősen felgyorsíthatja a bioszimiláris termékek fejlesztési idejét. Továbbá kutatásaik során energiafüggő tömegspektrometriás méréseket végeztek három monoklonális antitest (mAb) minta szekvenciájának meghatározására. Megállapították, hogy a kidolgozott mérési és értékelési technikával a szekvencia-lefedettség jelentősen nőtt mindhárom minta esetén. Ez arra utal, hogy az energiafüggés használata kulcsfontosságú technológia lehet a mAb-ok szekvencia-lefedettségének növelésében. Az LC-MS/MS analízis eredményeit egy saját fejlesztésű programmal automatikusan értékelték. Az eredmények arra utalnak, hogy az aminosav szinten történő automatikus szekvencia meghatározás és a különböző ütközési energiák kombinációja jelentős előnyökkel bír a mAb-ok analízisében.
A NAP-B kutatási pályázat keretében 2017 fehérje hálózati modellezést végeztek az alvás, illetve alvásdepriváció hatására megváltozó fehérjéken. Vizsgálataik során nagyszámú, jelátvitelben szerepet játszó fehérjét azonosítottak. Megállapították, hogy az alvásmegvonással kapcsolatba hozható fehérjék számos más fehérjével vannak funkcionális kapcsolatban. Ezenkívül a szignifikáns foszforilációs változást mutató fehérjék alapján épített fehérje hálózatok segítségével megállapították, hogy az alvásmegvonás jelentősen megváltoztatja a BDKRB1 és BDKRB2 ion csatornák működését és a szinaptikus átvitelt is. Kimutatták, hogy ebben kulcsszerepe van a cofilin-nek (CFL1), amelyről ismert, hogy a memóriazavarban is szerepet játszik. A foszforilációs vizsgálatokból az is látható, hogy az alvásmegvonás során bekövetkező változások egy része hasonlóságot mutat egyes neurodegeneratív betegségek patomechanizmusában szerepet játszó folyamatokkal.

Funkcionális Farmakológia Kutatócsoport

A kutatócsoport kutatói feltárták az asztrocita sejtekből felépülő hálózat szerepét a neuronális oszcillációk kialakulásában. Igazolták, hogy az asztrocita hálózatok a neuronális hálózatokhoz hasonlóan oszcilláló aktivitást mutatnak lassú hullámú alvás alatt. Igazolták azt is, hogy a két sejttípus-hálózat oszcillációjának frekvenciája azonos. Kálcium-szenzor fehérjét expresszáló transzgenikus patkányt alkalmazva in vivo kimutatták, hogy az asztrocita szinkronizáció gátlása csökkenti a neuronális szinkronizáció mértékét is, ezzel felvetve annak lehetőségét, hogy a neuronális oszcillációk kialakulásának hátterében asztrogliális aktivitás állhat. Igazolták a potenciálisan gyógyszercélpont réskapcsolat fehérjék szerepét ezen folyamatokban. Továbbá a Solvo Biotechnológia Zrt-vel közösen elnyert pályázat keretében módszert dolgoztak ki patkány és humán májból izolált hepatocita és Kupffer sejt fiziológiás és patológiás arányú kokultúrájának készítésére és fenntartására. Kimutatták, hogy LPS és IL-4 kezelés hatására a hepatociták metabolizáló és transzport funkcióinak változását a Kupffer sejtek jelentősen befolyásolják, és szignifikánsak a fajok közötti különbségek. Igazolták, hogy a különféle citokróm P-450 izoenzimek és transzporterek eltérően gátlódnak, illetve aktiválódnak gyulladásos patkány és humán májmodellben. Kimutatták, hogy patkány és humán májban egyaránt a portális véna lekötése után a lekötött májlebenyek is tartalmaznak életképes, funkciójukat megtartott hepatocitákat, így az atrófiás folyamat reverzibilis.

Funkcionális Szerves Anyagok Laboratórium

A laboratórium munkatársai kutatásaik során környezetbarát polidopamin (PDA) hordozós palládium katalizátorokat állítottak elő, a hordozó reduktív felületi tulajdonságát kihasználva a fémsó *in situ* hozzáadott redukálószer nélküli redukciójával. Eljárásukkal 1-3 nm-es Pd nanorészecskék hozhatók létre a polimer felületén, mely a PDA szakirodalmában egyedülálló

mérettartomány. Az így előállított, PDA-n rögzített palládium részecskék (Pd/PDA) kiemelkedően aktívnak és szelektívnek bizonyultak Heck-típusú kapcsolási reakciókban és katalitikus transzfer hidrogénezésekben. Ez utóbbi reakcióban a korábban a szakirodalomban használt 100-2000 ekvivalens $NaBH_4$ hidridforrást 4 ekvivalens nátrium-formiátra javították, „zöldítve" az eljárást. A katalizátor regenerálhatóságát magnetit nanorészecskékre való rögzítéssel oldották meg. Az előállított magnetit/PDA/Pd mag-héj szerkezetű részecskék külső mágneses tér alkalmazásával könnyen elválaszthatók voltak és ötszöri felhasználás után sem veszítettek aktivitásukból.

b) Tudomány és társadalom

A Szerves Kémiai Intézet kutatói aktívan részt vettek a kutatóközpont által hagyományosan megrendezésre kerülő AKI Kíváncsi Kémikus középiskolai tudománynépszerűsítő táborban, mint témavezetők és aktívan részt vesznek az Agykutatás Hete rendezvénysorozaton. Előadásokat tartottak a tudomány iránt érdeklődő laikusok számára (pl. Budapest Science Meetup, DUE Médiahálózat „Tudós Csajok").

Pályaorientációs előadást tartottak a kutatói pályáról több középiskolában (Kölcsey Ferenc Gimnázium, Trefort Gimnázium, Deák Téri Evangélikus Gimnázium, tatai Eötvös József Gimnázium). Továbbá az Intézet munkatársai részt vesznek a középiskolai tehetséggondozásban a Középiskolai Kémiai Lapok, az Országos Közoktatási Tanulmányi Verseny, valamint a Nemzetközi Kémiai Diákolimpiai csapat felkészítésén keresztül.

Az Intézetben folyó kutatásokkal kapcsolatos módszereket és eredményeket az együttműködő egyetemek hallgatói körében laboratóriumi gyakorlatokon népszerűsítették.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

Hazai kapcsolatok

A Gyógyszerkémiai Kutatócsoport az MTA KOKI-val együttműködésben a központi idegrendszer receptorainak lokalizációja és funkcionális jellemzéséhez szükséges szuperfelbontásos mikroszkópiában használható fluorofor festékek szintézisét és alkalmazását vizsgálja. Ezenkívül a Richter Gedeon Nyrt.-vel együttműködésben Dopamin D2/D3 receptorokra ható vegyületek kutatását végzik. Az Egis Gyógyszergyár Zrt.-vel közösen generikus hatóanyag laboratóriumi eljárás-fejlesztését végzik, míg a TEVA Gyógyszergyár zrt.-vel generikus hatóanyagok szennyezésének azonosításában vesznek részt.

Az Organokatalízis Kutatócsoport a Servier Gyógyszerkémiai Kutatóintézet Zrt.-vel új (hetero)ciklusos vegyületeket hoztak létre, amelyek az együttműködő partner gyógyszerkémiai kutatásaiba illeszkedtek. A felmerült szintetikus kémiai kihívások megoldására új szerves kémiai módszereket, eljárásokat fejlesztettek ki, és ki mutatták meg azok alkalmazhatóságát alapkutatási vizsgálataik során.

A *Kémiai Biológia Lendület Kutatócsoport* kutatói által fejlesztett jelzővegyületek és bioortogonális reagensek alkalmazhatóságát elméleti módszerek segítségével vizsgálja a BME Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszékével együttműködésben.

Az *Elméleti Kémiai Kutatócsoport* együttműködésen keresztül támogatja a Ximo AG-t olefin metatézis reakciókat elősegítő új Mo és W katalizátorok fejlesztésében és reaktivitásuk értelmezésében.

A *Funkcionális Farmakológia Kutatócsoport* a ToxiCoop Zrt. és az Immunogenes Kft. kutatóival közösen létrehozott, fluoreszcens GCaMP2 fehérjét expresszáló transzgenikus

patkányvonalat felhasználva az MTA KOKI, a Femtonics Kft. és a Semmelweis Egyetem csoportjaival közösen feltárták az asztrocita hálózatok szerepét a lassú hullámú alvás alatti neurális aktivitásban. Azonosították a réskapcsolat fehérjék szerepét ezen folyamatokban. A kooperációból 2 megjelent publikáció született összesen mintegy 20 impakt faktorral. Májregenerációs vizsgálatok portális véna lekötés után patkány modellben címen folytatták a tudományos kooperációt az I. sz. Sebészeti Klinika, Semmelweis Egyetem munkacsoportjával. A patkány máj nagyobb részének portális keringését lekötve a nem lekötött rész 14 nap alatt átveszi a teljes máj szerepét, méretben és működésben egyaránt. Az epeszekréció mértéke ez idő alatt nem csökken, de az epe összetétele a transzporterek expressziója és aktivitása változik. A lekötés utáni 14. napra a lekötött lebenyek mérete és aktivitása jelentősen csökken. A közös munka eredményét egy megjelent publikációban ismertették.

Membrán transzporter panel kialakítása és *in vivo* holisztikus modellek karakterizálása gyógyszerek toxicitásának, mellékhatásainak tesztelésére címen a Solvo Biotechnológiai Zrt.-vel együttműködésben egy GINOP-2.1.1 pályázat keretében human és patkány hepatocita-Kupffer májmodellt dolgoztak ki. Jellemezték a hepatociták metabolizáló és transzport funkcióit, életképességét, urea és albumin szekrécióját fiziológiás és patológiás körülmények között. A munkáról egy publikáció van előkészületben.

A NanGenex Inc. megbízásából már piacon lévő gyógyszerek új formulációinak fejlesztésében vettek részt. Gyors „first pass" metabolizmusuk miatt orálisan nem alkalmazható készítmények szerkezeti változtatásának hatását vizsgálták humán, patkány és kutya máj mikroszómán történő metabolikus stabilitási vizsgálatokkal.

Az Intézet aktívan részt vesz a felsőoktatásban. Az Intézet kutatói speciálkollégiumot tartanak, tantermi és laboratóriumi gyakorlatokat vezetnek mind az ELTE-n, a BME-n, illetve a SOTE-n. Részt vesznek a Doktori Iskolák munkájában is témavezetőként és oktatóként.

Nemzetközi kapcsolatok

A *Gyógyszerkémiai Kutatócsoport a* Lengyel Tudományos Akadémia Farmakológiai Intézetével (Institute of Pharmacology, Polish Academy of Sciences) együttműködésben 5HT7 és 5HT2B receptorokon hatásos antagonistákat fedezett fel. A Ljubjanai Egyetem, Gyógyszerkémiai Tanszékével (Department of Pharmaceutical Chemistry, University of Ljubljana) közös kutatás során immunoproteoszóma gátlására alkalmas vegyületeket vizsgáltak. A Londoni University College-al együttműködve antitest-gyógyszer konjugátumok előállítására alkalmas kovalens fehérjemódosításokat vizsgálnak. A Brüsszeli VIB Vrije Egyetem (VIB Vrije Universitet Brussels) kutatóival együttműködve rendezetlen fehérjék kovalens módosításra alkalmas vegyületeket állítottak elő és vizsgáltak.

A heidelbergi European Molecular Biology Laboratory-val való kooperációjuk során az együttműködő partner a *Kémiai Biológia Lendület Kutatócsoport* munkatársai által előállított vegyületeket modellfehérjék genetikai módosítására használja fel, illetve vizsgálja a kifejlesztett jelző vegyületeket. Továbbá amerikai vendéghallgatókat fogadtak Fulbright ösztöndíj keretében és fluorogén, bioortogonális jelzővegyületek állítottak elő.

Az *Elméleti Kémiai Kutatócsoport* új ipari kapcsolatot létesített a francia Telene céggel. A közös projekt során olyan alumínium tartalmú adalékanyagok szerkezeti és energetikai tulajdonságait vizsgálják, melyeket polimerizációs eljárásokban alkalmaznak.

Az *MS Proteomika Kutatócsoport* Az MTA és a CNR (Olasz Kutatási Tanács) közötti bilaterális egyezmény keretein belül a Mass Spectrometry and Proteomics Laboratory at Institute of Biosciences and Bioresources Napoli of National Research Council of Italy

intézmény kutatóival közösen extracelluláris vezikulumokat vizsgáltak. Kutatásaik során különböző citrus féle gyümölcsökből extracelluláris vezikulumokat izoláltak és ezek fehérjéinek LC-MS alapú karakterizálást végezték el. Összesen a 8 mintából 1700 fehérjét sikerült azonosítani, kvantifikálni a MaxQuant program segítségével és ezek génontológiai annotációját is elvégezték a Blast2Go program felhasználásával. Együttműködésükből egy közös publikáció jelentettek meg a témában.

Az MTA és az Ukrán Tudományos Akadémia közötti bilaterális egyezmény keretein belül a B. Verkin Institute for Low Temperature Physics and Engineering of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkov kutatóival közösen a tiloron nevű gyógyszerhatóanyagnak biomolekulákkal, ezen belül RNS alkotóelemeivel történő molekuláris szintű kölcsönhatásait vizsgálták, abból a célból, hogy a hatóanyag biológiai hatásmechanizmusának jobb megértéséhez járulhassanak hozzá. Eredményeikről egy közös publikációt jelentettek meg.

A *Funkcionális Szerves Anyagok Laboratórium* munkatársai a Key Laboratory for Advanced Materials and Institute of Fine Chemicals, School of Chemistry and Molecular Engineering, East China University of Science & Technology (Shanghai, Kína) kutatóival fotokatalízis területén végeznek közös kutatásokat. Együttműködésükből egy közös publikáció jelentettek meg.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A Szerves Kémia Intézet kutatói 2017-ben az alábbi pályázatokat nyerték el:

- *Nemzeti Agykutatási Program (NKP NAP_17)*
  A pályázat témája: The role of secondary binding pockets in GPCR (Összesen 120 MFt, a projekt kezdete: 2018.01.01.) További résztvevő intézmények: MTA KOKI (vezető intézmény), Semmelweis Egyetem, Szegedi Egyetem, Pécsi Egyetem, Debreceni Egyetem, Pázmány Péter Katolikus Egyetem, ELTE, Richter Gedeon.
- *NKFIH/ARRS Slovenian Research Agency (SNN_17-125496) pályázat*
  A pályázat témája: Immunoproteosome inhibitors (Összesen: 36+36 MFt, a projekt kezdete: 2017.09.01.) További résztvevő intézmény: Ljubljanai Egyetem. Eredmények 2017-ben: A szlovén partnernél megkezdődött az immunoproteoszóma teszt beállítása. Kutatócsoportunk célzott molekulakönyvtárak tervezését és szintézisét kezdte meg, amelyek közül az első 2017 végén tesztelésre már kiküldésre is került.
- *NKFIH kutatói kezdeményezésű témapályázatok (FK124863)*
  A pályázat témája: Indol terpenoidok szintézise kaszkád reakciókkal. (Összesen: 40 MFt, a projekt kezdete: 2017.09.01.)
- *NKFIH kutatói kezdeményezésű témapályázatok (K 125385).*
  A pályázat témája: Organo-fotoredox katalízis terpenoidok szintézisében. (Összesen: 47,5 MFt a projekt kezdete: 2017.09.01.)
- *NKFIH kutatói kezdeményezésű témapályázatok (K123917)*
  A pályázat témája: Upconverting nanorészecske alapú, NIR fény indukált, célzott gyógyszerhatóanyag felszabadulást lehetővé tevő rendszerek tervezése és szintézise. (Összesen: 31 MFt, a projekt kezdete: 2017.09.01.) Eredmények 2017-ben: Azonosítottunk egy potenciális fotolabilis linkert és előállítottuk a hordozóként szolgáló funkcionalizált nanorészecskét.

- *NKFIH kutatói kezdeményezésű témapályázatok (K124885)*
  A pályázat témája: Elektrolit oldatok vizsgálata elméleti és kísérleti módszerekkel. (Összesen: 38,4 MFt, a projekt kezdete: 2017.12.01.) További résztvevő intézmény: MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont.
- *NKFIH kutatói kezdeményezésű témapályázatok (K124885).*
  A pályázat témája: Elektrolit oldatok vizsgálata elméleti és kísérleti módszerekkel. (Összesen: 38,4 MFt, a projekt kezdete: 2017.12.01.) További résztvevő intézmény: MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont
- *NKFIH kutatói kezdeményezésű témapályázatok (K124558)*
  A pályázat témája: Az asztrociták szerepe az epilepszia kialakulásában: új gyógyszercélpontok azonosítása (Összesen: 45,3 MFt, a projekt kezdete: 2017.10.01.) Eredmények 2017-ben: Kidolgozták a genetrikusan epilepsziás WAG/Rij patkányok in vivo rohamainak fluoreszcens, sejtszintű detektálását lehetővé tevő protokollokat.
- *VEKOP-2.1.1-15 (VEKOP-2.1.1-15-2016-00156)*
  A pályázat témája: Fluoreszcens kalcium indikátor fehérjéket szövetspecifikusan, valamint indukálható promóterekkel kifejező transzgenikus patkánytörzsek előállítása in vivo gyógyszervizsgálati célokra. (Összesen: 315,3 MFt, a projekt kezdete: 2018.01.01.) További résztvevő intézmények: ToxiCoop Zrt. (vezető intézmény), MTA TTK EI, Creative Cell Kft.
- *NKFIH kutatói kezdeményezésű témapályázatok (FK123760)*
  A pályázat témája: Molekuláris kapcsolók – Egységben az erő! (Összesen: 37,8 MFt, a projekt kezdete: 2017.09.01.) Eredmények 2017-ben: Katalitikus átalakításokra és határfelületi tulajdonságok módosítására alkalmas molekuláris kapcsolók szintézise.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Williams G, Ferenczy GG, Ulander J, Keserű GM: Binding thermodynamics discriminates fragments from druglike compounds: a thermodynamic description of fragment-based drug discovery. Drug Discovery Today, 22: 681 (2017) http://real.mtak.hu/73608/
2. Bakos M, Gyömöre Á, Domján A, Soós T: Auto-Tandem Catalysis with Frustrated Lewis Pairs for Reductive Etherification of Aldehydes and Ketones Angewandte Chemie International Edition, 56: 5217 (2017) http://real.mtak.hu/53746/
3. Dorkó É, Szabó M, Kótai B, Pápai I, Domján A, Soós T: Expanding the Boundaries of Water-Tolerant Frustrated Lewis Pair Hydrogenation: Enhanced Back Strain in the Lewis Acid Enables the Reductive Amination of Carbonyls Angewandte Chemie International Edition, 56: 9512 (2017) http://real.mtak.hu/73599/
4. Kozma E, Estrada Girona G, Paci G, Lemke EA, Kele P: Bioorthogonal Double-Fluorogenic Siliconrhodamine Probes for Intracellular Superresolution Microscopy. Chemical Communications, 53: 6696 (2017) http://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2017/cc/c7cc02212c
5. Földes T, Madarász Á, Révész Á, Dobi Z, Varga Sz, Hamza A, Nagy PR, Pihko PM, Pápai I: Stereocontrol in Diphenylprolinol Silyl Ether Catalyzed Michael Additions: Steric Shielding or Curtin–Hammett Scenario? Journal of the American Chemical Society, 139: 17052 (2017) http://real.mtak.hu/73600/

6. Völgyi K, Gulyássy P, Todorov MI, Puska G, Badics K, Hlatky D, et al (5, Drahos L): Chronic Cerebral Hypoperfusion Induced Synaptic Proteome Changes in the rat Cerebral Cortex. Molecular Neurobiology, 54: 1. (2017); http://real.mtak.hu/73601/
7. Szabó Z, Héja L, Szalay G, Kékesi O, Füredi A, Szebényi K, Dobolyi Á, Orbán TI, Kolacsek O, Tompa T, Miskolczy Z, Biczók L, Rózsa B, Sarkadi B, Kardos J: Extensive astrocyte synchronization advances neuronal coupling in slow wave activity in vivo. Scientific Reports, 7: 6018. (2017); https://www.nature.com/articles/s41598-017-06073-7
8. Kunfi A, Szabó V, Mastalir Á, Bucsi I, Mohai M, Németh P, Bertóti I, London G: Palladium on polydopamine: its true potential in catalytic transfer hydrogenations and Heck coupling reactions. ChemCatChem, 9: 3236. (2017); http://real.mtak.hu/63809/

AZ MTA TERMÉSZETTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT FŐBB MUTATÓI ÉS PÉNZÜGYI ADATAI 2017-BEN

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatóhely neve: MTA Természettudományi Kutatóközpont

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	453			Ebből kutató[2]:	305
PhD, kandidátus:	168	MTA doktora:	29	Rendes tag és levelező tag:	5
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					4
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					132

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				132
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				388
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				16
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				9
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				330
Ebből impaktfaktoros publikáció				311
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	13	idegen nyelven:	7

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	1315,07	Összes független hivatkozás száma (2016):	17907
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			20801

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	15	MTA doktora:	2

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	1

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			177
		poszterek száma:	205
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	47	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	69
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			62

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			109
Témavezetések száma: TDK munka:	70	Diplomamunka (BSc):	128
Diplomamunka (MSc):	137	PhD:	173

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	2713 509,0	E Ft
Fiatal kutatói álláshelyen fogl. sz.[16]: 43 Teljes saját bevétel:	3324 210	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		124
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	645 723,04	E Ft
Az év folyamán az egyéb NKFIH forrásból támogatott témák száma:		17
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	1082 034,39	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		20
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	980 945,17	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		10
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	23 297,49	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	592 209,93	E Ft

VI/A. A kutatóhely részletezett pénzügyi adatai 2017-ben

A kutatóhely neve: MTA Természettudományi Kutatóközpont

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege:	2713 509,0	E Ft
Az időszak folyamán a teljes saját bevétel összege:	3324 210,03	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		E Ft
OTKA - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	645 723,04	E Ft
Egyéb NKFIH forrásból - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	1082 034,39	E Ft
ÚMFT - a tárgyévre vonatkozó bevétel:		E Ft
Egyéb hazai pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	820 797,5	E Ft
EU-s pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	160 147,67	E Ft
Egyéb külföldi pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	23 297,49	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - kutatásra:	418 448	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - egyéb:	32 901,68	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb kutatási bevétel:	5424,51	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb nem kutatási bevétel:	135 435,48	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatóhely neve: MTA TTK központ vezetése alá tartozó csoportok

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	71			Ebből kutató[2]:	28
PhD, kandidátus:	15	MTA doktora:	2	Rendes tag és levelező tag:	1
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					1
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					12

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				40
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				40
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				2
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				36
Ebből impaktfaktoros publikáció				36
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	2	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	148,13	Összes független hivatkozás száma (2016):	50
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			65

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	1	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			14
		poszterek száma:	20
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	7	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	2
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			12

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			18
Témavezetések száma: TDK munka:	6	Diplomamunka (BSc):	10
Diplomamunka (MSc):	14	PhD:	13

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatóhely neve: MTA TTK Anyag- és Környezetkémiai Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	116			Ebből kutató[2]:	89
PhD, kandidátus:	56	MTA doktora:	8	Rendes tag és levelező tag:	2
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					0
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					30

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:			147
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:			142
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			2
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			7
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			118
Ebből impaktfaktoros publikáció			107
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 3	idegen nyelven:	6

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	366,5	Összes független hivatkozás száma (2016):	5313
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			6001

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD: 6	MTA doktora:	2

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]: 0		külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			57
		poszterek száma:	45
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	19	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	24
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			30
Témavezetések száma: TDK munka:	20	Diplomamunka (BSc):	39
Diplomamunka (MSc):	51	PhD:	42

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatóhely neve: MTA TTK Enzimológiai Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	136			Ebből kutató[2]:	99
PhD, kandidátus:	54	MTA doktora:	8	Rendes tag és levelező tag:	2
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					3
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					43

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:			97
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:			97
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			96
Ebből impaktfaktoros publikáció			91
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	477,75	Összes független hivatkozás száma (2016):	3891
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			4779

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD: 4	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]: 0		külföldi oltalmak száma[11]:	1

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			44
		poszterek száma:	68
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	10	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	23
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			41

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			23
Témavezetések száma: TDK munka:	19	Diplomamunka (BSc):	17
Diplomamunka (MSc):	21	PhD:	49

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatóhely neve: MTA TTK Kognitív Idegtudományi és Pszichológiai Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	63	Ebből kutató[2]:	43
PhD, kandidátus:	19 MTA doktora: 5	Rendes tag és levelező tag:	0
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:			
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:			23

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				85
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				82
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				13
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				2
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				51
mindezekből recenzió, kritika	magyarul:	1	idegen nyelven:	1
Megjelent könyv/monográfia, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	9	idegen nyelven:	1
Könyv szerkesztése[7]	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Folyóirat, vagy sorozatszerkesztés	magyarul:	2	idegen nyelven:	4

3. IDÉZETTSÉGI MUTATÓK (2016)

Összes hivatkozás száma[8]:	3262	Összes független hivatkozások száma:	2804

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	3	MTA doktora:	0

5. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Tud. előadások száma nemzetközi rendezvényen[10]:		47	hazain:	45
Nyilvános esemény megrendezése:	2	kulturális rendezvények:		1
Tanácsadói tevékenységek száma[11]:				3
Nemzetközi tudományos bizottsági tagság:	5		hazai:	19
Nemzetközi folyóirat szerkesztőségi tagság:	11		hazai:	4

6. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[12]:			24
Témavezetések száma: TDK munka:	11	Diplomamunka (BSc):	36
Diplomamunka (MSc):	33	PhD:	38

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatóhely neve: MTA TTK Szerves Kémiai Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	67			Ebből kutató[2]:	46
PhD, kandidátus:	24	MTA doktora:	6	Rendes tag és levelező tag:	0
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					0
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					24

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				57
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				57
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				56
Ebből impaktfaktoros publikáció				56
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	1

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	257,01	Összes független hivatkozás száma (2016):	2441
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			2898

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	1	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			15
		poszterek száma:	26
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	6	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	9
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			6

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			14
Témavezetések száma: TDK munka:	14	Diplomamunka (BSc):	26
Diplomamunka (MSc):	18	PhD:	31

MTA WIGNER FIZIKAI KUTATÓKÖZPONT
1121 Budapest Konkoly-Thege Miklós út 29–33.; 1525 Budapest, Pf. 49
telefon: (1) 392 2512; fax: (1) 392 2598
e-mail: titkarsag@wigner.mta.hu; honlap: wigner.mta.hu

I. A kutatóközpont egészét érintő kutatási és tudományszervezési eredmények 2017-ben

Az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont (Wigner FK) két kutatóintézet összeolvadásából jött létre, a Részecske- és Magfizikai Intézet (RMI), valamint a Szilárdtest-fizikai és Optikai Intézet (SZFI) 2017-ben már ötödik évüket töltötték együtt. Az intézetek tudományos beszámolói a következő oldalakon megtalálhatóak. A Kutatóközpont úgy került megszervezésre 2012 végén, hogy magas szintű logisztikai és kiegészítő támogatást nyújthasson a tudományos kutatásra koncentráló intézetek kutatócsoportjai számára. Így jöttek létre azok az egységek, amelyeket közvetlenül a főigazgató, valamint a helyettese irányít. Ezek a Titkárság, a Gazdasági Osztály (GO), a Műszaki vezetés, a Műhely, a Könyvtár, a Számítástechnikai Hálózati Központ (SZHK) és a Wigner Adatközpont. Ezek az egységek 2016 óta kiegészültek a Technológia Transzfer Irodával és a Kommunikációs Irodával. Mindehhez hozzászámíthatjuk még a 2015-ben a konvergencia régiókban létrehozott külső Telephelyeket (Piszkéstető, Nagycenk, Miskolc, Pécs, Székesfehérvár és Zalaegerszeg). A hat Telephely bekerült a Kutatóközpont Alapító Okiratába is. A telephelyek alapítása egyrészt a meglévő K+F együttműködéseket volt hivatott támogatni, másrészt lehetőséget biztosított arra, hogy partnereikkel konzorciumot alakítva pályázatot nyújthassanak be az NKFIH kutatás-fejlesztést támogató pályázataira. Eddig egy ilyen pályázat volt sikeres, nevezetesen a GINOP 2-3-3-15-2016-00016 szerződésszámú „Mágneses nulltér laboratórium létrehozása” projekt, amelyben Nagycenken, az MTA CSFK-val közösen egy speciális laboratóriumot építenek űrtechnikai, geofizikai és orvos-biológiai kutatásokra. A projekthez tartozó közbeszerzési eljárások 2017-ben megkezdődtek. Egy másik kiemelkedő eredmény az SZFI kutatók által 2017-ben elnyert „HUNQTECH: Kvantumbitek előállítása, megosztása és kvantuminformációs hálózatok fejlesztése” című NKFIH NKP projekt, amely a magyar kvantumtechnológiai fejlesztéseket integrálja, összefogja. A Wigner FK kutatóinak vezetése alatt a következő 5 évben jelentős fejlesztések várhatóak.

A két intézetben a tudományos kutatás és a kutatás-fejlesztési feladatok jól meghatározott tematikájú kutatócsoportokban folynak, összesen 40-ben. Ezek vezetői felelősek a tudományos munka minőségéért, a nemzetközi színvonal biztosításáért, a csoport kutatásának sikerességéért. A kutatóosztályok a hasonló tematikájú kutatócsoportokat fogják össze. Eddig 8 MTA Lendület Kutatócsoport került megalapításra, amelyből 6 már befejezte működését, közülük 5 kiváló minősítés mellett véglegesítésre is került. Párhuzamosan megkezdte működését egy új kutatócsoport is, amely a Nemzeti Agykutatási Program (NAP) kiemelt támogatásában részesült, amely 2017-ben NAP-2 néven folytatódott. 2017 februárjában negyedszer is megtörtént a kiemelt anyagi elismerésben és helyi támogatásban részesülő Wigner Kutatócsoportok kiválasztása. Összesen 7 ilyen csoport indult, így 2017 közepén a két intézet 40 kutatócsoportjából 15 rendelkezett kiemelt támogatással.

Titkárság: 2017-ben a Titkárság rutinszerűen működött. A kutatók és a vezetőség aktuális, napi problémáinak megoldását folyamatosan 3 kolléganő segítette, akik abban is tájékozottak és segítőkészek, ha esetenként specialisták bevonására is szükség van. Például a Kutatóközpont saját jogászt ugyan nem alkalmaz, de szükség esetén, megbízásos alapon, rendelkezésre áll egy jogász kolléga. A Titkárság folyamatosan gondoskodik a zökkenőmentes kutatási tevékenység biztosításáról, kapcsolatot tart a Gazdasági Osztállyal,

valamint segíti a külső intézményekkel való együttműködést. Mindezt rendkívül magas szinten és nagyon hatékonyan teszi.

Tudományos titkár: gondoskodik a szakmai jelentések és beszámolók véglegesítéséről, a belső szakmai pályázatok kiírásáról és elbírálásáról, az MTA pályázatok és a kutatási EU pályázatok előkészítéséről és benyújtásáról. 2017 végéig a Wigner FK 110 HORIZON2020 pályázatot nyújtott be, amelyekből eddig 12 nyert támogatást (ez 10 %-os támogatási ráta, ami kiemelkedő eredménynek tekinthető). Miután az ERC pályázatok sikeressége jóval szerényebb (eddig 1 ilyen pályázat érkezett a Wigner FK-ba), ezért egy pályázati specialista készíti fel a potenciális jelölteket a pályázatuk beadására. 2017-ban 1 Consolidator Grant és 3 Starting Grant benyújtására került sor.

Technológia Transzfer Iroda: Az innovációs titkár eredeti feladata az NKFIH által kiírt pályázatok nyomon követése, a pályázatok benyújtásának támogatása, a K+F pályázatoknál szükséges ipari kapcsolatok megalapozása és fejlesztése, az intézményen belüli szellemi tulajdon kezelése, az intézeti szabadalmak benyújtásának előkészítése és gondozása, az innováció és a technológia transzfer területén létrehozott hazai és H2020 pályázatok benyújtása és nyomon követése. Miután megtörtént az első, szolgálati szabadalomra javasolt kutatói ötletek meghallgatása és elbírálása, az év során folytatódott ezen szabadalmi javaslatok szabadalommá nyilvánítása. A Nemzeti Fejlesztési Minisztérium által felügyelt Magyar Űrkutatási Irodával együttműködve a Wigner FK-nak sikerült elnyernie az Európai Űrügynökség (ESA) Broker Network Point-jának (BNP) megalapítási jogát, ami 2017-ben már sikeresen működött. Párhuzamosan megkezdődött az ESA Business Incubation Center-jének (ESA BIC) megalapítása is, amely 2018-ban várható. Az ESA BNP és az ESA BIC menedzselésében az innovációs titkárt specialisták segítik, s mindez a tevékenység a Technológia Transzfer Iroda nyújtotta keretben működik, az innovációs titkár vezetése mellett.

Kommunikációs Iroda: A Wigner FK-ban kiterjedt ismeretterjesztő, utánpótlás-nevelő és rendezvényszervező tevékenység folyik. A kutatók sokat tesznek a saját kutatási eredményeik és a Wigner FK láthatóságának növelése érdekében, a szélesebb nagyközönség tájékoztatásáért, a fiatalok tudományos ismereteinek kiszélesítéséért. A Wigneres eredmények és azok alkotói sokszor szerepeltek a sajtóban és a médiában, az MTA és MTI honlapokon. Ezt a tevékenységet támogatják a kommunikációs titkár és a vezetése mellett működő Kommunikációs Iroda munkatársai. Az iroda munkatársai magas szinten segítik a kutató kollégák által kitalált és benyújtott kommunikációs ötletek megvalósítását, rendezvények, kiállítások, szimpóziumok külső helyszínen való megszervezését. Ezek az események jelentősen növelik a Wigner FK láthatóságát. A kommunikációs iroda munkatársai szervezik az Intézetbe látogató csoportok programját, ideértve a novemberi Intézményi Nyílt Napot, valamint a hagyománnyá vált Lányok Napját. Az egész évi tevékenységből kiemelkedett a Sokszínű Fizika Busz aktivitása, amelynek logisztikai és módszertani támogatását az Iroda adja, a kutatók pedig az előadásokról gondoskodnak. 2017-ban a busz, illetve a felkért önként vállalkozó kollégák több mint 20 helyszínen folytattak ismeretterjesztő tevékenységet, előadást tartottak és bemutatták legújabb kutatási eredményeiket. Az év során számos hazai és nemzetközi delegáció és érdeklődő csoport járt a Wigner FK-ban, számukra is érdekes előadásokat és laborlátogatásokat szerveztek a Kommunikációs Iroda munkatársai, s mindezen tevékenységek összehangolásával magas színvonalon támogatták a kutatók tudásátadó, ismeretterjesztő tevékenységét. Folytatódott a Wigner FK WEB-szerverének tartalmi bővítése. A Kutatóközpont láthatósága, WEB-en való megjelenése minőségi fejlődésen ment át 2017-ben.

Gazdasági Osztály (GO): a GO munkatársai most már nagy gyakorlattal kezelik a munkájukat megkönnyítő számítógépes szoftvereket, így a központosított, illetve a belső fejlesztésű program-rendszereket. Megtörtént a korábban bevezetett Központosított Illetmény-számfejtési Rendszerről (KIR) való áttérés az újonnan bevezetett KIRA-rendszerre. Ez sok problémát okozott, amelyek kijavítása jelentős energiákat kötött le a GO munkatársainál. Ezzel párhuzamosan az elszámolási rendszerük (ECOSTAT) új elemekkel bővült. A fő törekvés az volt, hogy a kutatási tevékenység pénzügyi hátterének nyomon követése, elemzése kutatócsoporti szintig megtörténhessen. Ez most már lehetséges. A korábban bevezetett anyagrendelési és szabadság-nyilvántartó rendszer kiegészült és véglegesítődött Wigner Ügykezelő Rendszerben (WÜR). Minden fejlesztésnél fontos szempont volt, hogy a kialakított informatikai rendszerek képesek legyenek a kutatási feladatok nemzetközi színvonalon történő támogatására, az EU-szabályok szerinti elszámolási módszerek integrálására. 2017-ben sikeresen lezajlott a Kutatóközpont általános ellenőrzése: az ellenőrök lényegi hibát nem tártak föl, csak néhány, kijavításra szoruló eljárásra hívták fel a figyelmet. 2017-ben már az új gazdasági vezető irányította a GO munkáját.

Műszaki vezetés és a műhely: A műszaki vezető kolléga sikeresen folytatta a Wigner FK épületeink felújítását, amelyeket az MTA-tól folyamatosan megpályázott és sikeresen elnyert pénzügyi támogatások tettek lehetővé. A kisebb költségigényű felújítások elvégzése után már nagyobb költség-igényű épület-rehabilitációra lenne szükség, amire viszont egyelőre nem látszik a szükséges forrás. Nagy szükség lenne a Wigner FK által használt, nagymértékben elöregedett épületegyüttes műszaki állapotának komplex fejlesztésére. Erre vonatkozólag folyamatos előkészületeket végeznek. A műhely által használt helyiségek felújításával sikerült jelentős mértékben megjavítani a kollégák munkakörülményeit. 2017-ben a Műhely már az új belső elszámolási rendszer szerint működött, ami sikeres újításnak bizonyult.

Könyvtár: A KFKI Telephelyet kiszolgáló Könyvtár szervezetileg a Wigner FK kezelésébe tartozik. 2017-ben a Könyvtár könyvállománya tovább gazdagodott. Az újabb könyvbeszerzések során előnyben részesültek az „e-book" formátumú művek, igazodva a legújabb, elektronikus alapú könyvtári szolgáltatások terjedéséhez. A Könyvtár személyi állományának továbbképzése jelentős mértékben hozzájárul ahhoz, hogy egy, a 21. század kihívásaihoz igazodó könyvtár álljon a kutatók rendelkezésére a KFKI Telephelyen.

Számítógépes Hálózati Központ (SZHK): az SZHK feladata a KFKI Telephely összes kutató és fejlesztő intézményének számítástechnikai hálózattal és kapcsolattal való ellátása, a helyi hálózat működtetése, fejlesztése, a hálózati és adat-biztonságot növelő eljárások és eszközök bevezetése. Az SZHK látja el a Nemzeti Információs Infrastruktúra Fejlesztési Program regionális központi feladatait is. Az SZHK ezeknek a feladatoknak csak akkor tud eleget tenni, ha a berendezéseket megfelelően magas színvonalon üzemelteti és képes folyamatosan fejleszteni a rendelkezésre álló technikát. 2017-ben folytatódtak a korszerűsítési lépések, több elavult berendezés lecserélésre került, magas szinten tartva a megbízhatóságot és a rendelkezésre állást. Folyatódott a Kutatóközpont területén a központi Wi-fi rendszer modernizálása (1. épület). A 14-es épületi gépteremben befejeződött a központi IT eszközök és az azt kiszolgáló infrastruktúra (klíma berendezések) elektromos ellátásának leválasztása, az új szünetmentes tápegységek és az elektromos generátor beszerzése, telepítése és üzembe helyezése. Az SZHK munkatársai jelentősen hozzájárultak a Wigner FK új WEB-lapjának létrehozásához, működésének felgyorsításához.

Wigner Adatközpont: Az ötödik éve üzemelő Wigner Adatközpontban tovább folyt a CERN@WIGNER projekt végrehajtása. A CERN által elfoglalt 300 rack-szekrényi területen

jelenleg 2,5 MW IT-teljesítményt kötnek le az ott elhelyezett számítógépek. 2017 nyarán további egy évvel meghosszabbításra került a CERN-el kötött szolgáltatási szerződés, s ez egyértelműen bizonyítja az Adatközpont működésének magas színvonalát. A CERN projekttel párhuzamosan rutinszerűen működött a Wigner Felhő, valamint a második évébe lépett a két helyszínen, az MTA SZTAKI-val közösen üzemeltetett Akadémiai Felhő. A Wigner FK-ban található Wigner Felhő és Akadémiai Felhő együttesen 2000 magból és 1 PB adattárolóból áll, így együttesen jelentős számítási potenciált képviselnek. 2017-ben egy új, GPU-alapú egység beszerzésére került sor, amelynek integrálása és optimális kihasználása a Felhő-szolgáltatás keretében új kihívást jelent az Adatközpont munkatársai számára – megoldását viszont nemzetközi figyelem is kíséri, mert ilyen hibrid-megoldás folyamatos üzemeltetése nagyon sok kérdést vet föl. 2017 során folyamatosan, leállás nélkül használhatták a Felhő-szolgáltatást a Wigner FK és a teljes MTA hálózat kutatói. Az Akadémiai Felhőn 2017 végéig 57 nagy számítási igényű projekt nyerte el a hozzáférési jogot, egy részük az év végére sikeresen be is fejezte a kitűzött kutatási-számítási feladatot.

Az Adatközpont szolgáltatási központként és egyúttal tudásbázisként is működik. 2017-ben is itt került megrendezésre a GPU Nap, a Big Data Day, és több szakmai fórum is. Az Adatközpont nyitott, ezért rendszeresen látogatják iskolás és egyetemi csoportok, valamint a nyílt napokon az érdeklődők. 2017 szeptemberében ismét sikeresen megrendezésre került a CERN-OPENDAYS nevű 2 napos nyílt hétvége, amely során több mint 500 látogató tekintette meg az adatközpontot és a kutatók CERN-el kapcsolatos tevékenységéről szóló kiállítást.

II. Közvetlenül a kutatóközpont vezetése alá tartozó kutatócsoportok kutatási eredményei, ezek jelentősebb publikációi

Kutatóközponti szintű kutatási projektek és az azokhoz tartozó nyitott infrastruktúrák: A Kutatóközpontban a kutatócsoportok alapvetően az intézetek alá tartoznak, méghozzá önállóan kialakított kutatási programmal, amelyért a kutatócsoport vezetői a felelősek. Azonban vannak olyan kutatási feladatok, amelyek túlmutatnak az egyes kutatócsoportok lehetőségein, kompetenciáján, és (esetenként a Wigner FK különböző intézeteiben, vagy külső intézetekben található) kutatócsoportok együttműködését igénylik. Ezek a nagy volumenű kutatási projektek már kutatóközponti szintű koordinációval, a Kutatóközpont vezetésének figyelme és támogatása mellett kerülnek megvalósításra, természetesen a résztvevő kutatócsoportok saját kutatási tervének figyelembe vételével. Ide tartozik az *ELI Laboratórium* (ELI: Extrem Light Infrastructure, Szeged), a *Budapest Neutron Központ* (BNC: Budapest Neutron Center), a *Magyar EURATOM Fúziós Szövetség* (MEFSZ), a *Magyar Ionnyaláb-fizikai Platform* (HIPP: Hungarian Ion-beam Physics Platform), a *Magyar Mössbauer-laboratóriumok Hálózata* és a *GPU Laboratórium.* Ezen egységekre jellemző a külső partnerek irányába való nyitottság és átláthatóság, ami összekapcsolódik a rendelkezésükre álló infrastruktúra, kutatási berendezések kívülről való elérhetőségével (Open Laboratories).

ELI Laboratórium: A lézerfizikai kutatásokra és alkalmazásokra szakosodott kutatási egység szorosan kapcsolódik a Szegeden épülő és 2018-ban már üzemelő Extreme Light Infrastructure (ELI-ALPS) nagyteljesítményű lézerberendezéseihez, az ott végezhető kutatómunka összehangolásához. Folyamatosan zajlik az „ELI Wigner User Group”-ok tevékenységének kialakítása, amely igazodik a helyi kutatói és kutatási potenciálhoz. A Wigner FK szakértő munkatársai folyamatosan, részmunkaidőben vesznek részt az ELI-ALPS elindításában. Folytatódott a Helios-I program, tovább erősödött az atto-szekundumos lézerimpulzusok alkalmazását végző ELI Wigner User Group kutatási tevékenysége.

Intenzívebbé vált a belső együttműködés a molekuláris folyamatok extrém rövid lézerimpulzusokkal történő vizsgálatában is (ezt a kutatást az ERC is támogatja). Rutinszerűvé váltak az ultrahomogén rubídium-plazma létrehozását célzó kísérletek, felszerelésre kerültek azok a diagnosztikai elemek, amelyekkel sikeresen vizsgálható a lézeres gerjesztés hatékonysága. Az elvégzett kutatás fontosságát jelzi, hogy az európai lézeres részecskegyorsító kísérleteket összefogó AWAKE együttműködés társult tagként („Associate member") tekint a Wigner FK-ra.

Budapest Neutron Központ (BNC, http://www.bnc.hu/): Ez a legnagyobb hazai, nemzetközileg is nyitott, szolgáltatói kutatási infrastruktúra. A 10 MW teljesítményű Budapesti Kutatóreaktor az EU által támogatott 8 európai neutronforrás központ-hálózat tagja. A BNC az MTA EK és az MTA Wigner FK konzorciuma. Az MTA EK hét, míg az MTA Wigner FK nyolc kísérleti állomást üzemeltet a reaktor mellett. A BNC egyrészt a hazai neutronkutatási közösséget szolgálja ki, másrészt a nemzetközi felhasználók rendelkezésére is áll. Évente mintegy 150 kísérletet végeznek el – igen széles multidiszciplináris körben, szilárdtestfizikai problémáktól anyagtudományi feladatokon át biológiai kutatásokig. A neutronnyaláb felhasználás a nemzetközi szelekciós panel véleményezése alapján történik. A BNC nemcsak a hazai neutronkutató közösség fő bázisa, hanem a nemzetközi csúcsberendezésekhez való hozzáférés kiinduló pontja is. 2017-ben felgyorsult az Európai Spallációs Forrás (ESS: European Spallation Source) berendezés megépítése. Folytatódtak a magyar in-kind beszállítások is (évente összesen 300 M Ft értékben). A beszállítások pontos teljesítéséhez szükséges volt az ERIC státusz következményeinek tisztázása, így az ÁFA mentesség és a speciális közbeszerzési eljárás biztosítása – a Magyar ESS Bizottságnak időközben sikerült megoldania a feladatokat.

Magyar EURATOM Fúziós Szövetség (MEFSZ, http://www.magfuzio.hu/): A Fúziós Szövetség célja az európai nukleáris kutatási szervezet (EURATOM) társult tagjaként a szabályozott magfúziós kutatásokban való részvétel. A 2000-ben több magyarországi kutatóintézet, illetve egyetem részvételével megalakult szövetség irányítója és legjelentősebb résztvevője a Wigner FK: erőforrásainak, költségvetésének és tudományos eredményeinek mintegy 85 százalékát a kutatóközpont adja. 2017-ben folytatódott a F4E (Fusion for Energy) H2020 projekt, amely jelentős mértékben biztosítani tudja a fúziós kutatások hazai anyagi hátterét. Sikeresen zajlott a németországi Greifswaldban található Wendelstein 7-X (W7-X) reaktor tudományos programja. Ez a világ legnagyobb sztellarátor típusú fúziós kísérleti berendezése. Az Európai Uniós fúziós kutatási program egyik alappillérének számító berendezésnél a plazmaállapot előállításánál és megfigyelésénél a Wigner FK RMI Plazmafizika Osztályának munkatársai kulcsszerepet játszanak: a magyar csoport egy saját fejlesztésű, 10 kamerás intelligens video megfigyelőrendszerrel járult hozzá a sikeres adatgyűjtéshez, a plazmaállapot tanulmányozásához. Ugyanis ennyi kamerával már nagyon jól meg lehet figyelni a létrejött plazmát és az egész berendezés belsejét, valamint monitorozni tudnak egyéb kulcsfontosságú komponenseket.

Magyar Ionnyaláb-fizikai Platform (HIPP, http://hipp.atomki.hu/index.html): Az ionnyaláb-fizikai kutatásokkal foglalkozó platform a Wigner FK és az Atomki saját gyorsítóit, ionnyaláb-fizikai laboratóriumait és néhány további, ezekhez kapcsolódó eszközét foglalja közös keretbe. 2017-ben apróbb fejlesztésekre került sor az EG-2R gyorsítónál, amelyek hozzájárultak az IPERION H2020 projekt sikeres folytatásához. Debrecenben időközben átadásra és beüzemelésre került a HIPP Platform új gyorsítója, amelynél kialakításra került egy olyan kísérleti elrendezés („Wigner-nyaláb"), ahol a Wigner FK kutatói ionimplantációs és más magfizikai kísérleteket végezhetnek majd el. Az Atomki által vezetett magyar E-RIHS

konzorcium tagjaként folytatódott a kulturális örökségek vizsgálatát segítő osztott infrastruktúra és a megfelelő Wigneres részvétel kialakítása.

Magyar Mössbauer-laboratóriumok Hálózata: A Hálózat kutatói az anyagtudomány és a szilárdtest-fizika aktuális problémáival foglalkoznak, különös tekintettel a rétegszerkezetekben alkalmazható újszerű diffúziós vizsgálatokkal, valamint a közelhatások vizsgálatával szupravezető/ferromágnes, ferromágnes/ferromágnes és antiferromágnes/ferromágnes heterostruktúrákban. Ezeken a területeken, a rendelkezésre álló infrastruktúrára támaszkodva a kutatóközpont munkatársai országos szinten vezető szerepet töltenek be.

GPU Laboratórium (http://gpu.wigner.mta.hu/): A Wigner FK több kutatócsoportja is alkalmazza, vagy alkalmazni kívánja a nagysebességű grafikus kártyákat (GPU). Ide tartoznak az elméleti és kísérleti részecske- és szilárdtest-fizika, a gravitációkutatás, a komplex-rendszerek viselkedése szimulációs kutatásainak különböző területei, valamint a nagy tömegű adatok analízisével foglalkozó csoportok. A GPU Laboratórium szoftver-támogatást nyújt ezeknek a csoportoknak, egyúttal hardware-oldalról összefogja és integrálja a kutatók fejlesztési elképzeléseit. A grafikus (GPU) és Intel Xeon Phi kártyákat tartalmazó fejlesztő cluster üzemeltetése mellett nagy hangsúlyt helyeztek a jövő kutató-nemzedékének továbbképzésére: az ELTE-n tartott Grafikus processzorok tudományos célú alkalmazása kurzus mellett immár 7. alkalommal rendezték meg a *GPU-Day 2017 – Future of Many-core Computing in Science* nemzetközi konferenciát, valamint a *3. Lectures on Modern Scientific Computing* kurzust is, mindkettőt angol nyelven tartva. Az eseményeken mintegy 60-80 fő vett részt, külföldiek is.

A HORIZON2020 pályázatokon való sikeres szereplés céljából olyan kutatási platformokat szerveztek, amelyek igazodnak a HORIZON2020 által támogatott kutatási irányokhoz, egyúttal tükrözik a magyar oldalról kiemelt „Smart Specialization" témákat. Jelenleg 4 ilyen platform működik: Fizika és Élettudomány („Physics & Life Science), Nanotechnológiai Alkalmazások („Nanotechnology applications"), Környezetvédelem („Environment") és az Informatikai Alkalmazások a Tudományos Kutatásban („IT-applications in Scientific Research"). 2017-ben tovább folytatódtak a platformok tematikája mentén történő konzorcium-szervezések és pályázások. 2017 végéig a Wigner FK 110 db HORIZON2020 pályázatot nyújtott be, amelyekből eddig 12 nyert támogatást, 10 %-nál magasabb sikerességi arányt biztosítva.

Az MTA Kiválósági Programja keretében 3 évig támogatott „EXMET: Extrém anyagok, energiák és technológiák" projekt 2017-ben lezárult. A Wigner FK, a Budapesti Műszaki Egyetem (BME) és a Miskolci Egyetem (ME) együttműködő munkatársai elkészítették a szakmai végbeszámolókat. A fény-anyag kölcsönhatás témakörében ipari alkalmazások létrehozását megcélzó projekt sikeresen lezárult. A közös kutatások és K+F tevékenység egyrészt új berendezések kifejlesztéséhez vezetett, másrészt kiterjesztette az intenzív lézerek hazai alkalmazásának területét, többek között a lézeres plazmagyorsítók megvalósítása területén. Az EXMET projekt példát mutatott az MTA intézeti és az egyetemi K+F tevékenység sikeres összekapcsolására, továbbá megalapozta a lézeres plazmagyorsító program beemelését az ELI-ALPS tudományos programjába, egyúttal garanciát is nyújtott egy ilyen projekt sikeres végrehajtásához.

A Wigner FK-ban található kutatóberendezések és mérőműszerek esetében nagy előrelépés volt, hogy 2014 végén a NEKIFUT Regiszter létrehozásakor 8 berendezés Stratégiai Kutatási Infrastruktúra (SKI) státuszt, 13 pedig a Regionális Kutatási Infrastruktúra (RKI) besorolást kapott. 2017-ben folytatták az ily módon kiemelt helyi infrastruktúrák tevékenységének és

műszerezettségének modernizálását. A fő cél, hogy jól működő Nyitott Laboratóriumokká váljanak mind az SKI, mind az RKI státuszú berendezések, és hatékonyan illeszkedjenek bele a magyar infrastruktúra hálózatba.

Az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont rövid éves beszámolója bemutatta annak a megközelítésnek a sikerességét, amelynek során leválasztásra kerültek a kutatási feladatokról a metodikai és logisztikai támogatást nyújtó tevékenységek, hogy azokat specialistákkal, magas szakmai színvonalon, nagy hatékonysággal, kutatóközponti szinten végeztessék el. Ennek a szétválasztásnak a sikeres alkalmazása alátámasztja, egyúttal igazolja a kutatóközponti átszervezés gondolatát, egyúttal követhető gyakorlati példával is szolgál.

MTA WIGNER FIZIKAI KUTATÓKÖZPONT
RÉSZECSKE- ÉS MAGFIZIKAI INTÉZET
1121 Budapest Konkoly-Thege Miklós út 29–33.; 1525 Budapest, Pf. 49
telefon: (1) 392 2512; fax: (1) 392 2598
e-mail: titkarsag@wigner.mta.hu; honlap: http://wigner.mta.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

Az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont Részecske- és Magfizikai Intézet alapító okiratában rögzített feladatainak, valamint az MTA közfeladatainak ellátásából ráháruló teendőknek megfelelve eredményes kísérleti és elméleti felfedező kutatást végzett a részecskefizika, a magfizika, az általános relativitáselmélet és gravitáció, a fúziós plazmafizika, az űrfizika, a nukleáris anyagtudomány, az adattudomány és a fizika biológiai, orvosi alkalmazásai területén. Fejlesztési tevékenységének területei: lézerfizika, nukleáris analitika és spektroszkópia, fúziós plazmadiagnosztika, detektor technológia, űrtechnika, nagy sebességű adatfeldolgozás, speciális igényeket kiszolgáló elektronikai, mechanikai és információ-technológiai eszközök előállítása, eltérő operációs rendszerek alatt futó szoftverek létrehozása.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Elméleti fizika

Részecskefizikai és Térelméleti Kutatócsoport

A kvantuminformatikában elvárjuk, hogy egy adott kvantumrendszeren tetszőleges unitér műveletet hajthassunk végre. Azonban az adott körülményektől függően általában csak az unitér műveletek egy része alkalmazható könnyen. Ez felveti azt a kérdést, hogy egy adott kapu-készlethez milyen további unitér kapukat kell hozzáadni a fizikai univerzalitás elérése érdekében, azaz hogy képesek legyünk az adott rendszeren tetszőleges unitér transzformációt elvégezni. Ezt a problémát tanulmányozta a csoport három természetesen előforduló kapu-készlet esetére: részecskeszám-őrző bozonikus lineáris optika, részecskeszám-őrző fermionikus lineáris optika és általános (a részecskeszámot nem szükségszerűen megőrző) fermionikus lineáris optika. Csoportelméleti módszerek használatával mindhárom esetben osztályozni tudták, hogy milyen kvantumkapu-készleteket generálnak, ha egy további kaput adnak hozzá a meglévő transzformációk halmazához. Ez lehetővé tette számukra, hogy teljesen megoldják az univerzalitási problémát tetszőleges számú részecskére, illetve tetszőleges dimenziós egy-részecske Hilbert-térre. A sokrészecske rendszerekkel kapcsolatban új típusú Ruijsenaars-Schneider-van-Diejen rendszereket származtattak az SU(2n) Poisson-Lie-csoport hamiltoni redukciójának alkalmazásával, és tisztázták egy további modell fázisterének globális szerkezetét, amely ugyanezen családhoz tartozik.

Gravitációfizikai Kutatócsoport

2017 nagy áttörést jelentett a sokcsatornás csillagászat területén: megtörtént az első összeolvadó neutroncsillag-kettős megfigyelése. A csoport a kompakt kettőscsillagok pontos leírásával részt vett a Compact Binary Coalescence (CBC) csoport munkájában, továbbá a mérési eredményeket hitelesítő Review Committe munkájában is (VIRGO CBC review chair). A 2017-es közvetlen megfigyeléseken túl fontos feladat a jövőbeli gravitációs

obszervatóriumaink tervezése. Több hazai és külföldi intézménnyel együttműködésben hosszú távú szeizmikus, infrahang és elektromágneses méréseket végeztek a Mátra Gravitációs és Geofizikai Laboratóriumban. 2017-ben a csoport a szeizmikus zajok elemzésével, a kiértékelő algoritmus fejlesztésével, valamint a 3-dik generációs, felszín alá telepítendő detektorok helyszínének meghatározásához használható mennyiségek elemzésével foglalkozott. 2017 végére több mint 600 napnyi adat gyűlt össze a felszín alatt 88 m-re elhelyezett szeizmométerből. Ezek alapján már lehetőségük van a szeizmikus zaj havi és éves változásának vizsgálatára, ami elengedhetetlen a következő generációs detektorok számára. A 400 m-re a felszín alatt elhelyezkedő szeizmométer és a KFKI területén elhelyezkedő Jánossy-aknabeli mérések alapján a szeizmikus zaj mélységfüggése is elemezhetővé vált számukra.

MTA Lendület Holografikus Kvantumtérelmélet Kutatócsoport

A holografikus dualitás anti-de-Sitter tereken mozgó húrok elméletét hozza kapcsolatba egy, a tér peremén definiált konform térelmélettel. A konform térelmélet egzakt megoldása egyúttal megköveteli a hárompont-függvények meghatározását is. Erre egy szisztematikus programot vázoltak föl, melyben a húrok világlepedőjét feldarabolják. Egy vágással egy nem-lokális operátor formfaktorát kapták, két vágás az oktagon-formfaktorra vezetett, míg három vágással a világlepedő két hexagonra esett szét. Az elmúlt év folyamán áttörést értek el azzal, hogy megértették, hogyan lehet egy speciális esetben a szétdarabolt részeket összeragasztani és ezzel az egzakt hárompontfüggvényt létrehozni.

Nehézion-fizikai Kutatócsoport

Aktívan részt vesznek nemzetközi nagy berendezésekhez kapcsolódó kutatásokban, így a CBM együttműködésben a GSI/FAIR berendezésnél és a CERN Nagy Hadronütköztető (LHC) ALICE kísérletében. A CBM együttműködésben folytatták a detektor tervezését, amelyhez detektorszimulációkkal járultak hozzá. Elsősorban a φ mezon, valamint a kétszeres ritkaság-tartalmú hipernukleonok produkcióját vizsgálták. Koordinálják az ALICE együttműködésben folyó TPC, ALICE IF és DAQ O2 fejlesztéseket. Elemezték a legutóbbi adatokat, ahol azt találták, hogy a többszörös-ritkaságtartalmú hadronok multiplicitása megnövekszik a nagy energiás proton-proton ütközésekben.

Kifejlesztettek egy lineáris szigma modellt, amely tartalmazza a vektor-mezonokat, valamint a Poljakov-hurkokat és a kvarkokat is. Ennek segítségével kiszámították a fázisdiagrammot, s a számolás során egy újabb kritikus pontot találtak az alacsony hőmérsékletű tartományban. A csoport által fejlesztett transzport kódot kiegészítették az antiproton-indukált bájos-kvark-keltő folyamatokkal. Kiszámították a Ψ(3686) és Ψ(3770) hadronállapotokat, amelyeket a PANDA detektor vizsgál majd a GSI/FAIR berendezésben.

A kompakt csillagok vizsgálata lehetőséget teremt az alacsony hőmérsékletű szuper-sűrű maganyag vizsgálatára, továbbá az anyag új formáinak megfigyelésére. Megalkottak egy olyan elméleti keretet, amelyben a funkcionális renormalizációs csoport (FRG) módszerrel egzakt módon meghatározták a Yukawa-jellegű csatolást tartalmazó, egy-fermion–egy-bozon modell állapotegyenletét véges kémiai potenciál és zérus hőmérsékletű közelítésben – figyelembe véve a kvantum-korrekciókat. Megállapították, hogy a kvantum-fluktuációk hatása a maganyag állapotegyenletében 30%, a kompakt csillagok megfigyelhető fizikai mennyiségeiben 5% eltérést okoznak az átlagtér modellekből kapott eredményekhez képest.

Koordinálták a Gyöngyösoroszi bányában az MTA Wigner FK által kiépített Mátra Gravitációs és Geofizikai Laboratórium tevékenységét. Több kísérletet végeztek, így müon-

tomográfiás méréseket is. Az első publikált szeizmikus eredményeket a harmadik generációs gravitációs-hullám detektorok közel-jövőbeli megtervezésénél tudják majd felhasználni.

Femtoszkópiai Kutatócsoport

2017-ben a PHENIX együttműködés keretében közölték a 2016-os mérési sorozat első eredményeit, ahol az arany atommagok és az egy protont és egy neutront tartalmazó deuteronok ütközéseit vizsgálták négy különböző ütközési energián (200, 62,4, 39, és 19,6 GeV). A közölt eredmények szerint a kisméretű atommagok ütközéseiben is létrejönnek az erősen kölcsönható kvarkanyag (sQGP) kisméretű cseppjei, és a megvizsgált legalacsonyabb energiákon is mérhetőek a hidrodinamikai viselkedés bizonyos jelei. A nagyobb méretű atommagok ütközéseiben az sQGP megjelenésének további jeleit észlelték, ezeket még vizsgálják.

Elméleti Idegtudomány és Komplex Rendszerek Kutatócsoport

Új módszert publikáltak az egyedi idegsejtek által generált és sokcsatornás mikroelektróda rendszerekkel mért elektromos jelek elemzésére, amely lehetővé teszi, hogy az idegsejtek membránján folyó áramokat pontosabban határozzák meg, amennyiben ismert az idegsejt morfológiája. A módszer alkalmazása láthatóvá tette az akciós potenciál terjedését az idegsejt nyúlványain. Az elemzési módszert szabadon felhasználható programcsomagként közzé tették. Publikálták az első eredményeket a párhuzamos optikai és elektromos méréseket lehetővé tevő fényáteresztő elektródarács adatainak elemzéséből, amely biztosítja az optikai jelek kiváló térbeli és az elektromos jelek kiváló időbeli felbontásának egyesítését és az agyi aktivitás minden eddiginél pontosabb feltérképezését. A csoport által fejlesztett, illetve alkalmazott adatelemzési módszerek lehetővé teszik az idősorok között irányított ok-okozati összefüggések felismerését és feltérképezését. E módszereket alkalmazták epilepsziás betegek műtéti kivizsgálása során az epilepsziás fókusz terület pontosabb meghatározásában, amivel hozzájárultak a konkrét agyi műtéti terv kialakításához.

MTA Lendület Komputációs Rendszerszintű Idegtudományi Kutatócsoport

Az idegrendszer idegsejtek populációinak válaszait használja fel arra, hogy megjelenítse a külvilág egyes jellemzőit az agyban. Ezek a válaszok egy rendkívül hatékony kódolást tesznek lehetővé, kevés információ alapján is tudunk döntést hozni. Az idegsejtek válaszai alkalmanként rendkívül változatosak lehetnek. Azért, hogy megértsük, ez a "zaj" miképpen befolyásolja a kódolást, értenünk kell, hogy honnan is származik ez a zaj? Munkájukban a majmok látókérgéből elvezetett neurális adatokat vizsgálták azért, hogy beazonosítsák a megfigyelt zaj forrását. Egy elterjedt elképzelés szerint a zaj az idegsejtek közötti kommunikációt szolgáló akciós potenciálok generálásakor jön létre; míg egy alternatív elképzelés szerint, a megfigyelt zaj az akciós potenciál létrejötte előtt, a membrán potenciálban jelenik meg. Sejtpárok válaszait vizsgálva megmutatták, hogy az idegsejtek válaszainak statisztikája azzal a forgatókönyvvel kompatibilis, mely szerint a zaj már a membrán potenciálban jelen van. Eredményeik lehetővé tették neuronpopulációkban kódolt információk hatékonyabb kiolvasását és alkalmasint a zaj jelentette korlátozások hatékonyabb leküzdését.

Nemzeti Agykutatási Program (NAP) Neurális Aktivitás-Mintázat Elemző Kutatócsoport

Igazolták, hogy a rágcsálók pozíció meghatározásában közreműködő sejtek rétegei rácsállandójának pontos kalibrálása nem szükséges ahhoz, hogy a pozíció dekódolása hatékony legyen. Egy másik cikkben módszert javasoltak, aminek segítségével a megfigyelhető neurális aktivitásból annak prediktív (hely előre tervezése) tevékenységére

lehessen következtetni. További publikációkban a látókéreg sejtjeinek tüzelési korrelációs struktúráját vizsgálva megállapították, hogy a hagyományosan használt analízissel szemben, mely a korrelációk átlagának változásait vizsgálja a stimulusok tulajdonságainak függvényében, a korrelációk szórása egy relevánsabb mérték tud lenni. A csoport intenzíven együttműködik az Országos Információtechnológiai Kutató Intézettel (OIKI), ezen belül az epilepsziás betegek diagnosztikáját támogató módszer fejlesztését végzi. Az első elemzések már a sebészi döntések panelje elé kerültek. Remélhető, hogy az esetszám növekedésével az elemzések eredményei a döntés-előkészítés hasznos elemévé válhatnak.

Nagyenergiájú kísérleti részecske- és nehézion-fizika

Hadronfizika Kutatócsoport

Megmérték a 13 TeV-es proton-proton (pp) ütközésekben keltett azonosított hadronok (pionok, kaonok és protonok) transzverzális impulzus (p_T) spektrumát. Azt találták, hogy a részecskekeltés jellemzőit elsődlegesen az egyes ütközésekben rendelkezésre álló kezdeti parton-szintű energia határozza meg. Egy eljárást javasoltak, amely hozzájárulhat a pp ütközésekben megfigyelt kollektív effektusok mélyebb megértéséhez. Alacsony részecskeszámú eseményekben a jetek jelenléte sugárirányú folyásnak megfelelő viselkedést eredményez. Megmérték a 2,76 TeV-es ólom-ólom ütközésekben keltett töltött részecskék szögkorrelációit. A jet-csúcs a centralitás növelésével kis p_T-n kiszélesedik, és aszimmetrikussá válik, majd a csúcs közepe behorpad. Az AMPT modellel való összehasonlítás alapján rámutattak arra, hogy a megfigyelt effektusok a közeg nagy sugárirányú és hosszanti folyásával állnak kapcsolatban.

MTA Lendület Innovatív Detektorfejlesztő Kutatócsoport

A kutatócsoport Lendület-tevékenysége kiváló minősítéssel zárult 2017-ben, és ennek megfelelően az MTA támogatása beépült az RMI költségvetésébe. Fő céljuk a korábban megkezdett, és a megvalósítás záró szakaszába érkező projektek sikeres befejezése volt. Ezek a neutron-detektor fejlesztés a BrightnESS keretében, illetve az AIDA2020 projektben a „Leopárd” kódnevű detektor-rendszer. A csoport által kidolgozott és szabadalommal védett Müografikus Megfigyelő Rendszer magyar-japán együttműködés keretében sikeresen megkezdte működését a Szakuradzsima vulkánnál, japán déli szigetén, ami jelentős bevételhez juttatta a csoportot (24 kEUR). Ezzel párhuzamosan az NEC cég szabadalmaztatta is a berendezést a Wigner-TokyoUni-NEC háromoldalú szerződés keretében. A projekt tévé- és rádióinterjúk, illetve Index címlapcikk formájában kapott kitüntetett médiafigyelmet.

Standard Modell és Új Fizika Keresése Kutatócsoport

Megmérték erősen „boost”-olt top kvarkok bomlására vezető szuperszimmetrikus folyamatok hatáskeresztmetszet-küszöbét a CMS detektor által felvett proton-proton ütközési adatokban. Beüzemelték az új CMS pixel detektort, amelynek vezérlő- és kiolvasó-elektronikáját a csoport tervezte és építette meg. Elvégezték két szupravezető árnyékoló páncél tesztjét. Megtervezték és megépítették a CERN SPS-be kerülő „diffuser” berendezést. A CERN-i ASACUSA kísérletben kiterjesztették a CPT invariancia tesztelését antiprotonos héliumatomokra szuperfolyékony héliumban és kidolgozták a kétfotonos spektroszkópia módszerét az 1,6 K hőmérsékletre hűtött kisnyomású héliumgázra. Megírták és megjelentették a kvantuminformáció-elmélet első magyar nyelvű tankönyvét. Javasolták a Legkisebb Dekoherencia Elvét, erre alapozták a széles körben használt szemi-klasszikus gravitáció javított elméletét, amely nem sérti többé a kvantummechanika linearitását.

Megnövelték a CMS felé dedikált T2_HU_Budapest grid állomásunk diszk kapacitását 900 TB-ra.

Anyagtudomány kísérleti magfizikai módszerekkel

MTA Lendület Femtoszekundumos spektroszkópia és Röntgenspektroszkópia Kutatócsoport

Egy fénnyel kapcsolható mágneses állapotú funkcionális molekulát nagyspinű gerjesztett állapotába kapcsolva a vegyértékelektron-pályák betöltései nagymértékben változnak, amit a vegyérték-röntgenemisszós spektroszkópia (vtc-XES) érzékenyen tud követni. A spektrum változását sűrűségfunkcionál-módszerrel modellezték a [Fe(terpy)2]2+ állapotaira, majd a várt spektrumváltozásokat ki is mérték egy időfeloldásos kísérletben, a vtc-XES-t szondaként alkalmazva. Ez volt az első olyan időfeloldásos kísérlet, amelyben a vegyértékemissziót nem csak néhány kiválasztott energiánál, de a teljes spektrumában fel tudták venni, illetve az első olyan spektrum, ahol a fématom 1s ionizációját követő teljes röntgenemissziós spektrumot (Kα, Kβ, vtc-XES) egyszerre rögzítették. Az előző évben megépített és szilárd mintákkal tesztelt laboratóriumi Hámos-féle röntgenabszorpciós spektrométert alkalmazták folyadékfázisú anyagszerkezeti problémák vizsgálatára, amellyel tovább bővítették azon laboratóriumi mérések körét, amelyek eddig csak szinkrotronoknál elvégezhető kísérleteket tudtak kiváltani.

Funkcionális Nanostruktúrák Kutatócsoport

Elektromos tér szerepét vizsgálták $BaTiO_3$ és vas közötti határfelületet kialakulásában és a határfelületen történő iontranszportban in situ nukleáris rezonanciaszórással és Röntgen-reflektomtria módszerekkel. A kapott eredmények lehetőséget nyújtanak újszerű alkalmazások tervezésére azáltal, hogy egyedi oxid/fém nanomintázatok hozhatók létre elektromos tér segítségével. A rezonáns vonalak intenzitásának pontos meghatározása mellett elengedhetetlen a forrás időfüggő effektív Lamb-Mössbauer faktorának ismerete, ami kizárólag laterálisan tökéletesen homogén aktivitás-eloszlás esetén lehetséges. Egy új módszerrel sikerült előállítaniuk ^{57}Co (α-Fe) Mössbauer forrást, melynek aktivitás-homogenitása laterálisan 10%-on belül volt, és megkezdték a szabadalmi eljárást is. A laterális aktivitás homogenitását egy új fejlesztésű, 250 μm felbontású pásztázó eszközzel vizsgálták.

Ionnyaláb-fizikai Kutatócsoport

Ionnyalábbal módosított anyagokat vizsgáltak az Energiatudományi Kutatóközpont Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézettel (EK-MFA) együttműködve. Azonosították az Rf-porlasztással leválasztott nióbiumoxid réteg mögött, a hordozón néhány nm vastagságú, az energiával rendelkező ionok és atomok becsapódása révén keletkező részlegesen sugárkárosodott réteget. Ionimplantációval előállított szilícium-karbidban gazdag korrózióálló nano-védőrétegeket tanulmányozva megállapították, hogy e rétegek kémiai korróziós ellenállása nagyságrendekkel javítható a tiszta szilíciuméhoz képest. Kihozott nyalábos PIXE eljárással vizsgálták a Duna-mentén elhelyezkedő román régészeti feltárásokból (Dobroudja, Piua Petrii, Dinogetia-Garvan) származó kerámia leletek színezésére használt ásványi anyagokat. A korabeli kerámia műhelyekben (Miletus, XV. sz. vége - XVI. sz. és Iznik, XVI-XVII. sz.) alkalmazott színezési eljárások fontos információval szolgálhatnak a terület késői középkori kereskedelmi hálózatának feltérképezéséhez. A színezéséhez használt ásványi anyagok a XV-XVII. sz.-ban feltehetően a németországi Érchegység bányáiból származhattak. A kék színű mázban a kobalt mellett az arzént is kimutatták, ez a technológia 1520-tól kezdődően ismeretes.

Plazmafizika és hűtött atomok fizikája

Hideg Plazma és Atomi Fizika Erős Lézer Térben Kutatócsoport

A modern tudomány és technika fejlődésének egy nagyon aktuális és ígéretes iránya a részecskegyorsítás új, alternatív módjainak a fejlesztése, melyeknek a célja kompakt, akár „asztal-méretű" részecskegyorsítók megépítése. Ezeket a gyorsítókat számos területen, így a nagyenergiájú fizikában, részecskefizikában, orvostudományban és sok más területen lehet alkalmazni. Az AWAKE kísérlet a CERN-ben a Nagy Hadron Ütköztetőben (LHC) előállított proton csomagot fogja használni elektronok (ill. pozitronok) gyorsítására TeV tartományban, egyetlen gyorsító fokozatban. A gyorsítási mechanizmus működésének elengedhetetlen részét képezi egy kiterjedt térfogatú, ultrahomogén plazma létrehozása. A csoport, mint az AWAKE együttműködés társult tagja, a homogén rubídium plazma előállításához szükséges ultrarövid lézerimpulzusok paramétereinek az optimalizálásán dolgozik, és a létrejött, kiterjedt méretű plazmát vizsgálja. Az MTA EXMET Kiválósági Projekt 3. fázisa keretében továbbfejlesztették a kísérleti berendezésüket, amelyben az új femtoszekundumos lézerrendszerükkel kiterjedt méretű, homogén rubidium-plazma oszlopot állítottak elő. Az előállított rubídium plazma valós idejű diagnosztikájára új módszert fejlesztettek ki. Ezzel az új módszerrel lehetővé vált a keltett plazma több paraméterének, így a sűrűségének és rekombinációs idejének a megmérése.

Lézerplazma Kutatócsoport

A szegedi HILL laboratóriumban található ultrarövid impulzusú KrF lézerrel nemzetközi együttműködésben, kanadai kutatókkal együtt sikerült az úgynevezett fotovezető antenna módszerrel terahertzes sugárzást kelteni. Az 5 eV fotonenergiájú lézer lehetővé teszi a korábbiaknál nagyobb tiltott sávú félvezetők használatát, így nagyobb THz energia érhető el vele. A lézer felújítása is a végső fázisába lépett. A csoport által demonstrált új, Fourier-módszerrel történő impulzusszűrésnek a rendszerbe való integrálásával 11 nagyságrendnyi kontrasztot sikerült elérni. Gázjetek karakterizálásával megmutatták, hogy a keletkező klaszterek méretének és sűrűségének leírásához nem elegendő a széleskörűen használt Hagena-formula, az ott használt egyetlen kondenzációs paraméter elégtelen az anyagfüggés leírására. Kétdimenziós hővezetéssel csatolt Navier-Stokes egyenleteket vizsgáltak, amelyek a Lorenz egyenletek hidrodinamikai kiinduló pontjai. Dolgozatukban analitikus formulát találtak az ismert Rayleigh-Bénard konvekcióra.

ITER és Fúziós Diagnosztikai Fejlesztések Kutatócsoportja

Az ITER diagnosztikai rendszereinek kiszolgálását végző elektromos-elektronikus infrastruktúra kifejlesztéséért felelős projektben a csoport sikeresen hajtotta végre az ásványi szigetelésű kábelek kvalifikációs méréssorozatát. Ezek között vizsgálták a kábelek szigetelés és vezető ellenállását, az erek közötti áthallást, a hőmérsékletváltozás által generált feszültséget (TIEMF), a vákuumtömörséget, a megengedhető hő- és mechanikai terheléseket. Emellett folytatták a kábelvezető csatornák és rögzítő alkatrészek tervezését, analízisét és tesztelését. 2017-ben két európai fúziós berendezésre is telepítettek új fejlesztésű nyalábemissziós spektroszkópiai diagnosztikákat: az angliai MAST Upgrade tokamakra, valamint a németországi Wendelstein 7-X sztellarátorra. Ennek keretében jelentős gépészeti fejlesztésekre, tervezésekre, gyártásra, tesztelésre és üzembe helyezésre volt szükség.

Nyalábemissziós Spektroszkópia Kutatócsoport

A fúziós plazmafizikában dolgozó csoport fő eredménye 2017-ben a németországi Wendelstein 7-X sztellarátorhoz kötődik, ami a legnagyobb és legfejlettebb sztellarátor

berendezés. Egy új diagnosztikát installáltak, ami a szélplazma sűrűségét méri nagyon jó tér- és időfelbontással. A diagnosztika berendezéseit a Wigner FK mérnökei tervezték és a helyi laborokban épült fel 2017 nyarán. A rendszerintegráció hosszú folyamata után az ősszel kezdett működni, és a különböző működési módjai mellett az egyedül álló diagnosztikai képességeit is demonstrálni tudták. Az új mérőberendezés a nagyfrekvenciás sűrűségprofilok mellett a szél- és határréteg-plazma fluktuációt is vizsgálja. Kínában az EAST tokamakon a jó és rossz plazma-összetartási mód közötti oszcilláló átmeneti állapotot vizsgálták az elmúlt években épített lítium atomnyaláb diagnosztikával. Arra a következtetésre jutottak, hogy a jó összetartási módból való visszatérést egy plazmahullám megjelenése váltja ki. A prágai COMPASS tokamakon is a jó és rossz összetartású plazmák közötti átmenet vizsgálatára koncentráltak 2017-ben. Itt is egy saját fejlesztésű diagnosztika teszi lehetővé, hogy az állapotátmenetet részleteiben vizsgálhassuk. Az áramlások és a turbulencia kölcsönhatásainak megértése a jövő nagy berendezésiben is kritikusan fontos fizikai jelenség.

Pellet és Videódiagnosztika Kutatócsoport

A kutatócsoport egy tíz kamerából álló megfigyelőrendszert üzemeltet a németországi Wendelstein 7-X (W7-X) fúziós kísérletnél. A 2017-es, második mérési kampányban nyolc intelligens EDICAM kamerát és két gyorskamerát használtak. Gyorskamerás vizsgálataikkal kimutatták, hogy az üzemanyag pótlására használt pelletek hatékonysága nem függ olyan erősen a bejuttatás irányától, szemben más fúziós kísérletekkel, amelyeknél a bonyolultabb, belső oldal felőli bejuttatás a hatékonyabb. Az EDICAM kamerákkal demonstrálták, hogy észlelhetőek olyan veszélyes folyamatok, amelyek később a kísérlet egy-egy alkatrészének felforrósodásához vezetnének, még mielőtt az érintett alkatrész hőmérséklete számottevően emelkedne. Ez nagy előrelépés a képalapú, valós idejű plazmaszabályozás irányába. Szintén gyorskamerát használva megmutatták, hogy a 2017-re átépített kísérletben is észlelhetők ún. filamentumok, a plazmaturbulenciával összefüggésbe hozható, elnyújtott alakú struktúrák, amelyeknek jelentős hatása lehet a fúziós plazma teljesítményére.

Űrfizika és űrtechnika

Űrfizikai Kutatócsoport

A csoport a helioszféra mágneses terét, annak változásait és struktúráit vizsgálta földközeli műholdak mérési adatait felhasználva. Elsősorban a mágneses tér polaritását és magnitúdóját vizsgálva megmutatták, hogy a Nap nyugodt aktivitási időszakaiban léteznek olyan, a Nap forgásával visszatérő jelenségek, melyek hosszú távon, akár éveken keresztül is fennállnak. A jelenségek eredete eltérő lehet, de többnyire ún. együttforgó kölcsönhatási tartományokkal magyarázható. A struktúrák forgási periódusa kisebb, mint a mágneses szektorok forgási periódusa. Az eltérésből arra következtetünk, hogy a Nap mágneses tere a koronában nagymértékben átrendeződik. Kutatóik több fontos eredménnyel járultak hozzá a 67P/Csurjumov-Geraszimenkó üstökös kutatásához. Különböző módszerekkel kiszámították az üstökös körüli diamágneses üreg határának távolságát. Azt találták, hogy a globális gázkiáramlási ráta határozza meg a határ pozícióját, a lokális nyomásváltozások alárendeltek. Ugyanakkor a napszél külső nyomásának gyors változásai az üstökösnél meg tudják magyarázni az üreg áthaladási események változékony intermittens jellegét.

Űrtechnikai Kutatócsoport

2017. szeptember 15-én véget ért egyik leghosszabb interplanetáris misszió, a NASA vezette Cassini-Huygens misszió, amelyben 17 ország vett részt, köztük Magyarország is, amelyet a Wigner FK Űrtechnikai Csoportja képviselt. A misszió fő célja a Szaturnusz és annak Titán

nevű holdjának kutatása volt. A csoport mérnökei a fedélzeti magnetométer (MAG) és a plazma spektrométer (CAPS) létrehozásában vettek részt, a földi ellenőrző berendezések és a kalibráló rendszerek megépítésével. A NASA díjjal ismerte el tevékenységüket. A Cassini MAG és CAPS szenzor hibátlanul működött a misszió végéig. A begyűjtött mérési adatok kiértékelése hozzájárul a Naprendszer kutatásához. Több űrkutatási programba vontak be magyar ipari partnereket, akik magas technikai színvonalú űrtávközlési berendezéseket fejlesztenek.

Rehabilitáció-technológiai Csoport

A csoport tagjai emberi végtagmozgások szabályozását és biomechanikáját, az izmok együttműködését, izom-szinergiák és ízületi-szinergiák kísérletileg nem mérhető tulajdonságait modellezték. Ép-testű emberek izmai elektromos aktivitásának, a test meghatározott pontjai mozgáspályáinak, ízületi hajlásszögváltozásoknak statisztikai analízisével izomaktívitás mintákat adtak meg, melyek végtagbénult személyek elvesztett mozgási funkciói helyettesítésére használhatók mesterséges szabályozással, funkcionális elektromos izomingerléssel. Olyan módszert teszteltek, ami denervált izmokkal való triciklizést is lehetővé tesz. Felsővégtag mozgásoknál izom-szinergiákat határoztak meg, nem negatív mátrix faktorizációval. Célt elérő karmozgások simaságát modellezték egészségeseknél és stroke-on átesetteknél. A kéz rángása a két csoportnál az ízületi szögsebességektől, szöggyorsulásoktól és szögrángásoktól különböző. Eredményük az idegi szabályozás hibáját, forgatónyomatékok kölcsönhatásának rossz kompenzációját mutathatja stroke-on átesetteknél. Újabb vak felhasználóknak adtak TalkPad beszédpótló programot. Fejlesztették a vakos és a siket-vakos MOST (Mobil Segítőtárs) programokat a változó operációs rendszerek alapján.

b) Tudomány és társadalom

Elméleti fizika

Részecskefizikai és Térelméleti Kutatócsoport

Pályaválasztási orientációs és népszerűsítő előadásokat, beszélgetéseket tartottak a Wigner FK *Lányok napja* rendezvényén, illetve a Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület Távközlési Klubjában.

Gravitációfizikai Kutatócsoport

Az első három detektorral történt gravitációshullám-észlelés, valamint az első neutroncsillag-ütközés megfigyelését követően, ami mind gravitációs, mind elektromágneses hullámok segítségével történt, jelentősen megnőtt az érdeklődés a kutatási terület iránt. Ehhez az idei Nobel-díj bejelentése is hozzájárult, amit a gravitációs hullámok közvetlen megfigyeléséért ítéltek oda. A VIRGO Outreach csoportjának tagjaiként, a korábbi évhez hasonlóan, a csoport tagjai idén is aktívan részt vettek a nyilvánosság tájékoztatásában. Több tudományos és népszerűsítő előadásban, rádió- és TV-interjúkban mutatták be a gravitációs hullámokat, a neutroncsillagok összeütközésének folyamatát és a kutatási területet a nagyközönség számára.

Holografikus kvantumtérelmélet (Lendület kutatócsoport)

Egy ismeretterjesztő előadást tartottak az AtomCsill sorozat keretében, melyben a holografikus dualitás érdekes aspektusait tették érthetővé középiskolások számára.

Nehézion-fizikai Kutatócsoport

A Kutatócsoport vezetője elnyerte az MTA Fizikai Díját. Diákjaik részt vettek az OTDK konferencián, egyikük különdíjat kapott. Egy másik diák elnyerte a Nemzeti Kíválósági Program EMMI (2017-18), a Forbes Magyarország magazin "30 Under 30 2017" díját, a Sci-ndicator Nemzeti Tudománykommunikációs versenyen pedig 2. díjat kapott. 2 PhD hallgató védte meg fokozatát. 4 nemzetközi konferenciát (Trentóban, Bergenben, a CERN-ben és Mexikóban), valamint 3 hazai konferenciát szerveztek Budapesten.

Femtoszkópiai Kutatócsoport

Megszervezték a Berze Gimnázium Természettudományi Önképzőkörének jubileumi, 10. nyári táborát (Visznek, 2017. július 3-7.), ahol 5 nap alatt 31 tudományos és ismeretterjesztő előadás hangzott el, közülük 7 előadást Wigner FK-s kutató tartott. Megszervezték az Európai Akadémia Fizikai és Mérnöki Szekciójában az Európai Akadémia Új Tagjainak Székfoglaló Előadásaiból álló konferenciát Budapesten, 2017. szeptember 3.-án (1 nap, 12 előadás, 39 résztvevő). Megszervezték a 3. Femtoszkópiai Napot (3rd Day of Femtoscopy, Eszterházy Károly Egyetem, Gyöngyös, 2017. november 2, 1 nap, 18 előadás) valamint a 17. Zimányi Nehézionfizikai Téli Iskolát (Wigner FK+ELTE+Eszterházy KE együttműködés, Budapest, 2017.12.04-08). A 105 résztvevő 5 földrész 24 országából érkezett és az öt nap alatt 77 előadást tartott. A nemzetközi tanácsadó testület tagjaként, illetve szekciószervezőként is bekapcsolódtak a Low-x 2017 (Bisceglie, Olaszország), a WPCF 2017 (Amszterdam, Hollandia), és az ISMD 2017 (Tlaxcala City, Mexikó) 5 napos, rangos, 50-110 résztvevős nemzetközi konferencia-sorozatok 2017-es rendezvényeinek megszervezésébe.

MTA Lendület Komputációs Rendszerszintű Idegtudományi Kutatócsoport

Munkáikat televíziós műsorokban népszerűsítették, s tették a publikum számára elérhetővé (MTVA). Tudománynépszerűsítő előadások keretében szintén bemutatták a tudomány általánosabb kérdéseit. Ezen felül középiskolás diákok számára szerveztek egy Junior Brain-Machine Interface Lab-et, melyen egy csapat diák ismerkedhet meg a mesterséges intelligencia, a gépi tanulás, és az idegtudomány vívmányaival.

Nagyenergiájú kísérleti részecske- és nehézion-fizika

Hadronfizika Kutatócsoport

A kutatócsoport tagjai részt vettek a következő rendezvények szervezésében vagy lebonyolításában: Részecskefizikai Diákműhely a Wigner FK-ban, CERN@Wigner Nyílt Napok Csillebércen, Sokszínű fizika busz rendezvények előadásai és bemutatói, előadások tartása a Magyar Fizika Tanárok a CERN-ben (21 tanár Genfben) és a Magyar Középiskolai Diákok a CERN-ben (22 diák) programok keretében, Genfben.

MTA Lendület Innovatív Detektorfejlesztő Kutatócsoport

A kutatócsoport munkája, jellegénél fogva, jól kommunikálható, és ezt a csoport tagjai igyekeznek is kihasználni, elősegíteni. A kozmikus müonokkal való detektálás közvetlen társadalmi hasznot jelent, és ez a fenti ipari kapcsolatokban is tükröződik. A kutatási feladatok mellett jelentős kutatóképzést folytatnak, több TDK illetve diplomamunka készült ez évben is. Az Intézet támogatásával, tanári közreműködéssel középiskolás hallgatók kutatómunkába való bekapcsolódását is segítik.

Nukleáris Anyagtudomány

Funkcionális Nanostruktúrák Kutatócsoport

Ismeretterjesztő előadást tartottak a Középiskolai Matematikai és Fizikai Lapok (KÖMAL) ifjúsági ankéton „Multiferroikus anyagok és a jövő” címmel.

Standard Modell és Új Fizika Keresése Kutatócsoport

Megszervezték 22 magyar középiskolás diák CERN-i kutatómunkáját, erről a CERN@Wigner nyílt napon a diákok előadásokat tartottak. Megszervezték a CERN Magyar Tanárok továbbképzési iskoláját 21 magyar fizikatanár részvételével. Részt vettek a 44 diákkal évente megrendezésre kerülő CERN Részecskefizikai Diákműhely lebonyolításában.

Plazmafizika és hűtött atomok fizikája

Hideg Plazma és Atomi Fizika Erős Lézer Térben Kutatócsoport

A csoport (és a Wigner FK) bevonása a CERN AWAKE programjába, mint az AWAKE Collaboration Társult tagja világosan kifejezi ennek a kutatásnak a fontosságát az új, kompakt részecskegyorsítók kutatása területén. A kapcsolat erősítéséhez fontos lépés volt a Wigner-AWAKE workshop megrendezése a Wigner Fizikai Kutatóközpontban 2017. május 5-én.

ITER és Fúziós Diagnosztikai Fejlesztések Kutatócsoportja

A világméretű együttműködésben épülő ITER fúziós reaktor megvalósulásához számos nemzetközi pályázaton keresztül kapcsolódik a csoport. Ezen pályázatok révén közvetlen hozzáférése van a csoportnak ahhoz a high-tech tudásbázishoz, ami a berendezés megépítéséhez nélkülözhetetlen. Munkatársaink és diákjaink segítségével olyan modern mérnöki kultúra honosodik meg Magyarországon, ami alapja a későbbi fejlesztéseknek és az ipari hasznosulásnak. Pályázati forrásaik egy 12 főből álló mérnöki csoport foglalkoztatását teszik lehetővé, ilyen módon a kutatócsoport tevékenysége a foglalkoztatottsági mutatók javításához is hozzájárul.

Nyalábemissziós Spektroszkópia Kutatócsoport

A kutatócsoport munkájában a napi kutatási és fejlesztési feladatok mellet az oktatás és a tudományos eredmények kommunikációja is fontos szerepet kap. A Magyar Fizikushallgatók Egyesületével közösen egy téli iskolát rendeztek, ahol hazai és határon túli egyetemek hallgatói kaptak betekintést a plazmafizika és fúziós technológia legújabb eredményeibe. Középiskolai ismeretterjesztő előadások mellett az ifjú kollégák részt vettek a nagyobb nyári fesztiválokon is a Nukleáris Sátor rendezvény keretei között a Magyar Nukleáris Társasággal együttműködve. A korábbi hagyományoknak megfelelően jelen voltak a Wigner rendezte nyilvános, ismeretterjesztő rendezvényeken is, úgy, mint a Lányok Napján vagy a Tudomány Ünnepe Nyílt napján, valamint a Kutatók Éjszakája rendezvénysorozatán.

Pellet és Videódiagnosztika Kutatócsoport

A csoport jelentős energiát fektet a fúziós energiatermeléssel kapcsolatos ismeretterjesztésbe. A témával kapcsolatos kérdések nyilvános megvitatására lehetőséget biztosítanak pl. a nagy zenei fesztiválok (Sziget, VOLT, EFOTT) civil szervezetek számára fenntartott rendezvényein, vagy általános iskolákban, gimnáziumokban megrendezett ismeretterjesztő előadásokon. Ezeknek az is célja, hogy a fiatalok számára bemutassa és vonzóbbá tegye a tudományos karrier lehetőségeket.

Űrfizika és űrtechnika

Űrfizikai Kutatócsoport

Az űrkutatás mindig is vonzó és látványos téma a nagyközönség számára. Kutatóik aktívan részt vesznek a tudománynépszerűsítésben, gyakran hívják őket előadásokat tartani és 2017-ben is számos média megjelenésük volt. Segédkeztek a Csodák Palotája tudományos kiállítás űrrészlegének kialakításában. A csoport jelenlegi és jövőbeli űrmissziókon dolgozik szoros együttműködésben az SGF Kft-vel (ez egy magyar űripari kisvállalat).

Rehabilitáció-technológiai Csoport

A Magyar Televízió „Minden tudás" műsorában interjú és rövidfilm készült és került adásra a kutatócsoport munkájáról. A csoport által végzett kutatások alkalmazására példa, hogy az Országos Rehabilitációs Intézetben rendszeresen, heti két alkalommal lehetővé teszik, gerincvelősérült, alsóvégtag bénult emberek kerékpározó mozgását, ami az általános fiziológiai állapotuk keringési és légzési rendszerük működését is kedvezően befolyásolja.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A Wigner FK Részecske és Magfizikai Intézete (RMI) kutatási és kutató-fejlesztő tevékenységének jelentős részét aktív hazai és nemzetközi együttműködések keretében végzi. Az RMI kutatói rendszeresen vállalnak oktatási feladatokat a legjelentősebb magyar egyetemeken (ELTE, BME, Óbudai Egyetem, SZTE, DE, ME, PTE, SZIE, Pannon Egyetem, Eszterházy Egyetem, Kolozsvári Egyetem), részt vesznek a doktori iskolák tevékenységében, a kutatókkal és diákokkal együttműködve közös kutatási projekteket vállalnak föl és hajtanak végre, közös projektekben vesznek részt. A Pécsi Tudományegyetem és a Miskolci Egyetem Fizikai Intézeteivel közös kutatómunkát folytatnak az ott kialakított telephelyeken.

Az RMI-s kutatók az MTA kutatóhálózat társintézményeivel is szoros együttműködést folytatnak. Nagyon sikeresek az MTA Atomki, az MTA RAMKI, az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont (MTA CSFK), az MTA Energiatudományi Kutatóközpont (MTA EK) valamint az MTA Természettudományi Kutatóközpont (MTA TTK) tudományos intézeteivel folytatott tudományos együttműködések.

Az RMI kutatói számára kiemelkedő fontosságú a nemzetközi együttműködésekben való részvétel, nemzetközi szervezetekben való tagság nyújtotta lehetőségek. Ezek mögött hosszú távú állami és intézményi kötelezettségvállalások állnak. Magyarország állami szinten vállalt tagországi státuszt és így kutatási kötelezettséget a CERN (Nukleáris Kutatások Európai Centruma, Genf), az EUROFUSION (Európai Fúziós Energia Kutató együttműködés), az ESS (Európai Spallációs Forrás, Lund), az ESRF (Európai Szinkrotron Forrás, Grenoble), az XFEL (Európai Szabadelektron Lézer Együttműködés, Hamburg) és az ESA (Európai Űrügynökség) szervezetekben. Az RMI kutatócsoportjaira támaszkodva biztosítja a magas szintű részvételt, a kutatók jelentős súlyú kutatási programokat valósítanak meg az együttműködések keretében.

A CERN-ben az ALICE, CMS, TOTEM, az RD51, az NA61/SHINE, az AWAKE és az FCC együttműködésekben található RMI-s jelenlét és aktivitás. A fúziós energia hasznosításának kutatása terén együttműködnek a Franciaországban épülő ITER, a koreai KSTAR, a kínai EAST, a német W7-X és ASDEX, valamint a brit JET körül folyó kísérleti munkában a mágneses bezárású plazmák lézeres illetve szupergyors-kamerás diagnosztikája terén. Az ESA űrmissziói közül részt vesznek az üstökös-kutató ROSETTA, a bolygók és holdak mágneses terét tanulmányozó Venus Express, Bepi Colombo és JUICE missziókban, továbbá

az űridőjárás megfigyelésében és modellezésében az ISEE szatellitek, a SOHO LION projektje, valamint az orosz OBSTANOVKA és ROY együttműködések tagjaként.

Emellett intézményi szintű tagsággal részt vesznek az EGO (Európai Gravitációs Obszervatórium) VIRGO detektoránál futó gravitációs hullám kutatásban, valamint a GSI FAIR (Nehéziongyorsító Társaság Antiproton és Ion Kutató Üzeme, Darmstadt) együttműködésben az építés alatt álló CBM detektornál. Ez utóbbi két esetben főként in-kind jellegű beszállítással biztosítják a tagságot.

Ezeket az együttműködéseket kiegészítik az MTA, valamint az NKFIH kétoldalú TéT együttműködései, valamint az NKFIH/OTKA által finanszírozott nemzetközi (NN) kutatási pályázatok. 2017-ben lengyel-magyar, japán-magyar, kínai-magyar és ukrán-magyar együttműködések futottak.

Folyamatosan formálódnak alkalmi és kisebb volumenű nemzetközi kapcsolatok az elméleti és kísérleti kutatások területén is. Rendezvényeik számos külföldi vendéget vonzanak.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Az Intézet meghatározó alapkutatási tevékenységét főként az NKFIH kutatási pályázatai támogatják. A 2016-os év szerény eredménye után (1–1 K és NN pályázat nyert), 2017-ben kiválóan szerepeltek az RMI-s kutatók: 6 db K és 2db fiataloknak kiírt FK tematikus pályázat nyert, összesen 200 M Ft-ot biztosítva a kutatóknak a következő 4 évre. Támogatást nyertek az intelligens részecskefizikát, a standard modellt, az erősen kölcsönható anyag tulajdonságait, a részecskegyorsítóknál alkalmazható újításokat, a gravitációs hullámok detektálását, valamint az átmenetifém-vegyületek szerepét az információtechnológiában vizsgáló pályázatok. Továbbá egy-egy matematikai fizikai és memóriakutatási téma nyert el támogatást. Ezek a támogatások 7 kutatócsoport tevékenységét alapozzák meg a következő években.

Az Intézetben folyó K+F tevékenységet ebben az évben legnagyobb mértékben, 440 M Ft-al, a VEKOP-2.3.2-16-2017-00015 projekt támogatja, amelynek címe „Ultranagy sebességű molekuláris és nanooptikai kapcsolók kutatása”. A projekt végrehajtásában az RMI és az SZFI kutatói együtt vesznek részt. Ez lesz az egyik legmodernebb fejlesztési projekt, amely szoros kapcsolatba kerül az SZFI kutatói által 2017-ben elnyert Nemzeti Kvantumtechnológiai Programmal, valamint a rövidesen induló ELI-ALPS és XFEL infrastruktúrákkal.

Az MTA Kiválósági Együttműködési Programja 2017-ben befejeződött. A Program 3 év alatt 150 M Ft-tal támogatta a fény-anyag kölcsönhatás tanulmányozását és a lézerplazma gyorsítók fejlesztését (EXMET). A támogatás nagyobb részét az RMI és SZFI kutatócsoportjai használták fel, kisebb része a BME és az ME Fizikai Intézeteiben folyó közös kutatást és kutatás-fejlesztést támogatta. A helyi laboratóriumok sikeres felfejlesztése elvezetett oda, hogy a két résztvevő RMI és SZFI kutatócsoport nagyon jó eséllyel szerepelhet a közeljövőben a szegedi ELI-ALPS használatára kiírt támogatási pályázatokon (kb. 300 MFt támogatás), s ez az eddigi K+F tevékenység folytatását, magasabb lézerenergiákon való megismétlését vetíti elő.

2017-ben lezárult a Nemzeti Agyprogram. A résztvevő RMI-s agykutató kollégák meghívást kaptak a NAP2 programba, s így folytathatják a korábban megkezdett kutatásokat (nettó 96 M Ft-os támogatással), a többi konzorciumi partnerrel együttműködve.

Elindult a 2016-ban elnyert nagy összegű (57 M Ft), K+F centrikus magyar-kínai TéT pályázat, (TÉT_16_CN-1-2016-0008), amely a Wigner FK és a Lanzhou-i IMP Intézet között

fennálló, detektorok továbbfejlesztését megcélzó együttműködést támogatja. Ez a projekt egyúttal biztosítja az előző évben Csillebércen létrehozott Magyar-Kínai Közös MAP (Modern Application for Physics) Laboratórium K+F tevékenységének finanszírozását is a következő 3 évre. 2017-ben az MTA további 3 M Ft-os mobilitási támogatással segítette a magyar és kínai kutatóintézetek közötti kapcsolat megerősítését, kiszélesítését.

Terv szerint haladt az NKFIH Operatív programja keretében 2016-ban elnyert, de csak 2017 közepétől elindult GINOP 2-3-3-15-2016-00016 számú „Mágneses nulltér laboratórium létrehozása" projekt, amely keretében Nagycenken, az MTA Cillagászati és Földtudományi Kutatóközponttal közösen megépítésre kerül egy speciális laboratórium, amelyben űrtechnikai, geofizikai, orvosbiológiai és agykutatói projektek valósíthatók majd meg európai színvonalon.

A Nemzeti Fejlesztési Minisztérium és a Magyar Űrkutatási Iroda anyagi támogatásban részesítette az RMI űrmérnökeit, akik így folytatni tudták az ESA PRODEX programban való részvételüket. Az RMI űrmérnökei a Jupiter jeges holdjaihoz küldendő JUICE űrszonda PEP-egységének építését tudják így folytatni az elnyert 50 M Ft támogatásnak köszönhetően.

A HORIZON 2020 program keretében a technológia-transzfert segítő ARIES pályázat nyert el támogatást. A projekt maga 2017-ben kezdődött el, és sikeresen zajlik a végrehajtása.

Sikeresek voltak a benyújtott EU COST projektek. Az elméleti nagyenergiás magfizikai és asztrofizikai kutatásokat támogató NewCompStar projekt sikeresen befejeződött 2017-ben, s ugyanakkor hasonló témában megkezdődött a támogatást elnyert PHAROS projekt, amely 2017-2021 között támogatja a hibrid csillagok szerkezetét kutató fiatal tudósok utazását, továbbképzését. Párhuzamosan tovább folyik a 2016-ban elnyert THOR projekt (2020-ig), amelyben az egybeolvadó neutroncsillagok belső szerkezetét tanulmányozzák a résztvevők a kibocsájtott gravitációs hullámok alakjait elemezve.

2017-ben elindult az a projekt is, melynek keretében az elméleti idegtudománnyal foglalkozó kutatók bekapcsolódtak az amerikai National Institute of Health (NIH) „Neural basis of tactile object perception in SI cortex" témájú konzorciális pályázatba, amely 2017-2019 között összesen 64 800 USD (kb. 16 M Ft) támogatást biztosít. A projekt célja, hogy főemlősökben feltérképezzék a kéz és az ujjak tapintásban játszott szerepének neurobiológiai alapjait.

Ipari kapcsolat: A Nagyenergiás Fizika Osztályon a szupravezető eltérítő mágneseket tervező és építő kolléga szoros munkakapcsolatba került a székesfehérvári Engious KFt.-vel. Létrejött a CERN-el együtt egy háromoldalú szerződés is, amely keretében magyar ipari beszállításokra került sor az SPS és az LHC gyorsító tovább fejlesztéséhez tartozó Upgrade Programban.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Abbott BP, …, Barta D, Vasuth M, … et.al. (LIGO/VIRGO Collaboration): A gravitational-wave standard siren measurement of the Hubble constant. Nature, 551: 85-88 (2017) https://doi.org/10.1038/nature24471
2. Adam J, …, Barnaföldi GG, Berényi D, Boldizsár L, Hamar G, Lévai P, Varga D, … et. al. (CERN LHC ALICE Collaboration): Enhanced production of multi-strange hadrons in high-multiplicity proton-proton collisions. Nature Phys., 13: 535-539 (2017) CERN-EP-2016-153 https://doi.org/10.1038/nphys4111 e-Print: arXiv:1606.07424 [nucl-ex]
3. Somogyvári Z, Érdi P: From phase transitions to the topological renaissance: Comment on "Topdynamics of Metastable Brains" by Arturo Tozzi et al. Physics of Life Reviews, 21: 23-25 (2017) https://doi.org/10.1016/j.plrev.2017.05.005

4. Oszmaniec M, Zimborás Z: Universal extensions of restricted classes of quantum operations. Phys. Rev. Lett., 119: 220502. 6p. (2017) https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.119.220502

5. Adam J, …, Barnaföldi GG, Berényi D, Boldizsár L, Hamar G, Lévai P, Varga D, … et. al. (CERN LHC ALICE Collaboration): Anomalous evolution of the near-side jet peak shape in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}}$ = 2.76 TeV. Phys. Rev. Lett., 119: 102301. 13p. (2017) https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.119.102301

6. Abbott BP, …, Barta D, Vasuth M, … et.al. (LIGO/VIRGO Collaboration), GW170814: A Three-Detector Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Coalescence. Phys. Rev. Lett., 119: 141101. 16p. (2017) https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.119.141101

7. Abbott BP, …, Barta D, Vasuth M, … et.al. (LIGO/VIRGO Collaboration), GW170817: Observation of Gravitational Waves from a Binary Neutron Star Inspiral. Phys. Rev. Lett., 119: 161101. 18p. (2017) https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.119.161101

8. Abbott BP, …, Barta D, Vasuth M, … et.al. (LIGO/VIRGO Collaboration), GW170104: Observation of a 50-Solar-Mass Binary Black Hole Coalescence at Redshift 0.2. Phys. Rev. Lett., 118: 221101. 17p. (2017) https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.118.221101

9. Cserpán D, Mészena D, Wittner L, Tóth K, Ulbert I, Somogyvári Z, Wójcik D: Revealing the Distribution of Transmembrane Currents along the Dendritic Tree of a Neuron with Known Morphology from Extracellular Recordings. ELife 6: e29384. 35p. (2017) https://doi.org/10.7554/eLife.29384

10. Racz AS, Kerner Z, Nemeth A, Panjan P, Peter L, Sulyok A, Vertesy G, Zolnai Z, Menyhard M: Corrosion Resistance of Nanosized Silicon Carbide-Rich Composite Coatings Produced by Noble Gas Ion Mixing. ACS Appl. Mater. Interfaces, 9:(51) 44892-44899 (2017) https://doi.org/10.1021/acsami.7b14236

11. Bajnok Z, Janik RA: From the octagon to the SFT vertex - gluing and multiple wrapping. JHEP, 1706: 058. 24p. (2017) https://doi.org/10.1007/JHEP06(2017)058

12. Dósa M, Erdős G: Long-term longitudinal recurrences of the open magnetic flux density in the heliosphere. Astrophysical Journal, 838: 104. 8p. (2017) https://doi.org/10.3847/1538-4357/aa657b

13. Timar A, Nemeth Z, Szego K, Dósa M, Opitz A, Madanian H, Goetz C, Richter I: Modelling the size of the very dynamic diamagnetic cavity of comet 67P/Churyumov–Gerasimenko. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 469: S723–S730 (2017) https://doi.org/10.1093/mnras/stx2628

14. Bajnóczi ÉG, Németh Z, Vankó G: Simultaneous Speciation, Structure, and Equilibrium Constant Determination in the Ni2+–EDTA–CN– Ternary System via High-Resolution Laboratory X-ray Absorption Fine Structure Spectroscopy and Theoretical Calculations. Inorganic Chemistry, 56:(22) 14220-14226 (2017) https://doi.org/10.1021/acs.inorgchem.7b02311

15. Speranza E, Zétényi M, Friman B: Polarization and dilepton anisotropy in pion-nucleon collisions. Phys. Lett. B, 764: 282-288 (2017) https://doi.org/10.1016/j.physletb.2016.11.015 /

16. Szirmai P, Náfrádi B, Arakcheeva A, Szilágyi E, Gaál R, Nemes NM, Berdat X, Spina M, Bernard L, Jaćimović J, Magrez A, Forró L, Horváth E: Cyan titania nanowires:

Spectroscopic study of the origin of the self-doping enhanced photocatalytic activity. Catal. Today, 284: 52-58 (2017) https://doi.org/10.1016/j.cattod.2016.10.024

17. Barnaföldi GG, Jakovác A, Pósfay P: Harmonic expansion of the effective potential in a functional renormalization group at finite chemical potential. Phys. Rev. D, 95: 025004. 11p. (2017) https://doi.org/10.1103/PhysRevD.95.025004
18. Mikóczi B: Spin supplementary conditions for spinning compact binaries. Phys. Rev. D, 95: 064023. 15p. (2017) https://doi.org/10.1103/PhysRevD.95.064023
19. Lewandowski J, Racz I, Szereszewski A: Near horizon geometries and black hole holograph. Phys. Rev. D, 96: 045004. 5p. (2017) https://doi.org/10.1103/PhysRevD.96.044001
20. Tilloy A, Diósi L: Principle of least decoherence for Newtonian semiclassical gravity. Phys. Rev. D, 96: 104045. 6p. (2017) https://doi.org/10.1103/PhysRevD.96.104045
21. Sirunyan AM, …, Bencze G, Hajdú Cs, Horváth D, Siklér F, Veszprémi V, Zsigmond AJ, (CERN LHC CMS Collaboration): Measurement of charged pion, kaon, and proton production in proton-proton collisions at √s = 13 TeV. Phys. Rev. D, 96: 112003. 24 p. (2017) https://doi.org/10.1103/PhysRevD.96.112003
22. March AM, Assefa TA, Boemer Ch, Bressler Ch, Britz A, Diez M, Doumy G, Galler A, Harder M, Khakhulin D, Németh Z, Pápai M, Schulz S, Southworth SH, Yavaş H, Young L, Gawelda W, Vankó G: Probing Transient Valence Orbital Changes with Picosecond Valence-to-Core X-ray Emission Spectroscopy. Journal of Phys. Chem. C, 121: 2620-2626 (2017) https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.6b12940
23. Laczko J, Scheidt RA, Simo LS, Piovesan D: Inter-joint coordination deficits revealed in the decomposition of endpoint jerk during goal-directed arm movement after stroke. IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng., 25:(7) 798-810 (2017) https://doi.org/10.1109/TNSRE.2017.2652393
24. Cseh G, Kocsis G, Lang PT, Ploeckl B, Szepesi T, Veres G, the ASDEX Upgrade Team: Pellet cloud characterisation, scaling and estimation of the material- and temperature distribution inside the cloud. Nuclear Fusion, 57: 016022. 14p. (2017) https://doi.org/10.1088/0029-5515/57/1/016022
25. Barnaföldi GG, Bulik T, Cieslar M, Dávid E, Dobróka M, Fenyvesi E, Gondek-Rosinska D, Gráczer Z, Hamar G, Huba G, Kis Á, Kovács R, Lemperger I, Lévai P, Molnár J, Nagy D, Novák A, Oláh L, Pázmándi P, Piri D, Starecki T, Suchenek M, Surányi M, Szalai S, Varga D, Vasúth M, Ván P, Vásárhelyi B, Wesztergom V, Wéber Z: First report of long term measurements of the MGGL laboratory in the Mátra mountain range. Classical and Quantum Gravity, 34: 114001. 22p. (2017) https://doi.org/10.1088/1361-6382/aa69e3

MTA WIGNER FIZIKAI KUTATÓKÖZPONT
SZILÁRDTEST-FIZIKAI ÉS OPTIKAI INTÉZET
1121 Budapest, Konkoly-Thege Miklós út 29–33.; 1525 Budapest, Pf. 49
telefon: (1) 392 2212; fax: (1) 392 2215
e-mail: szfi@wigner.mta.hu; honlap: wigner.mta.hu/

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

Felfedező kutatások végzése a kondenzált anyagok fizikája, az elméleti és matematikai fizika, a hideg atomok fizikája, a komplex rendszerek, valamint a lágy anyagok fizikája, a nanoszerkezetek, a vékonyrétegek és felületek fizikája, a neutronfizika, a fémfizika, az optikai kristályok fizikája, a kvantumoptika és a lézerfizika egyes területein.

Alkalmazott kutatások végzése a felfedező kutatásokhoz csatlakozó területeken, kiemelt feladatnak tekintve új anyagok előállítását, minősítését és vizsgálatát, új anyagvizsgálati módszerek fejlesztését, új optikai kristályok, új vékonyréteg eszközök és új lézerek előállítását és alkalmazását.

Fejlesztési tevékenység végzése a felfedező és alkalmazott kutatásokhoz csatlakozó területeken, kiemelt feladatnak tekintve a nanotechnológia, a lézertechnika, a spektroszkópia, a kristályfizika területét, speciális elektronikus és mechanikus eszközök fejlesztését, a szoftverfejlesztést, valamint új optikai méréstechnikai módszerek és eszközök fejlesztését.

Működtetési tevékenység végzése a területén található és felügyeletére bízott nagyberendezéseknél, amelybe beletartoznak ultravákuum-berendezések, neutronnyaláb-kutatási eszközök, lézerek, számítógépek, számítógép hálózatok, valamint a hélium cseppfolyósító.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Elméleti szilárdtest-fizikai kutatások

Erősen korrelált rendszerek (Lendület kutatócsoport)

Ebben az évben tovább folytatták a különböző erősen korrelált rendszerek vizsgálatát a sűrűségmátrixos renormálási csoport (DMRG), a mátrix szorzat állapot (MPS) és fa tenzorhálózat állapot (TTNS) alapú módszerek használatával. A legkorszerűbb DMRG számításokat végezték el a cikkcakk élű háromszög alakú grafén nanopelyheken, és a DMRG módszer használatával meghatározták az alapállapoti tulajdonságokat. Eredményeik várhatóan új utakat nyitnak meg a grafén alapú spintronikában. Az első DMRG számításokat végezték el az általánosított Pauli feltételek kvázi-szaturációjának párpotenciáltól való függésére kevés-fermion rendszerek alapállapotaiban. Eredményeik megerősítették, hogy az energia minimalizálás és a fermionikus kicserélődési szimmetria közötti versengés eredményezi az általánosított Pauli feltételek kvázi-telitődését (quasipinning), ami a fermionikus alapállapot strukturális egyszerűsödéséhez vezet.

Komplex rendszerek

Saját fejlesztésű, a szabadfermion-technikát a többszörös pontosságú aritmetikával ötvöző numerikus módszerük segítségével kiszámították a mágnesezettség időbeli lefutását rendezetlen kvantum-spinláncokban egy hirtelen beavatkozást követő nemegyensúlyi

relaxáció során. A rendszert rendezett kezdőállapotból indítva különleges, logaritmikusan lassú csökkenést találtak, míg rendezetlen kezdőállapot esetén, egy kezdeti megtorpanást követően, a mágnesezettség növekszik, majd telítődik. Eredményeiket egy félklasszikus elmélet keretein belül magyarázták.

Egy – járványterjedést leíró – sztochasztikus rácsmodellen, a kontakt-folyamaton végzett Monte Carlo szimulációval demonstrálták, hogy, noha egydimenziós sztochasztikus rendszerek kizárólag folytonos fázisátalakulásokat mutatnak, többszörös elágazások közelében az átalakulás lokálisan vegyes rendűvé válik, azaz magán hordozza az első- és másodrendű átmenetek bizonyos vonásait is. Kvantitatív eredményeiket egy – veszélyes, irreleváns változó létére épülő – skálaelmélettel magyarázták.

Hosszú távú rend kondenzált rendszerekben

Mágneses anyagok gerjesztései általában spinhullámok. Egy mágneses anyagban terjedő elektromágneses hullám mágneses tér komponense kölcsönhat a mágneses ionok momentumaival és spinhullámokat gerjeszt, amelyeknek kvantumai a magnonok. Multiferroikus anyagokban a relativisztikus spin-pálya kölcsönhatás miatt az elektromos polarizáció és a mágnesezettség csatolódik, és ezáltal lehetővé válik, hogy a fény elektromos tere is keltsen magnonokat, sőt akár két magnont is egyszerre egy rácshelyen. Az ilyen két-magnon gerjesztések már nem spinhullámok, hanem spin-kvadrupoláris hullámok. Osakai kísérleti fizikusokkal együttműködve sikerült kimutatniuk kvadrupoláris hullámok megfigyelését elektron-spin rezonancias kísérletekben a $Sr_2CoGe_2O_7$ multiferroikus anyagban.

Nem-kollineáris mágneses struktúrákat vizsgáltak ultravékony rétegekben első elveken alapuló számítások és spin-dinamikai szimulációk kombinációjával. Megmagyarázták az Ir(111) felületre növesztett három atomi réteg vastag Fe esetében a spin-spirálok periódusának kísérletileg megfigyelt növekedését. Megmutatták, hogy két Fe réteg esetén hidrogén hozzáadása a spin-spirál alapállapot megváltozására és mágneses skyrmionok kialakulásához vezet. Elméleti jóslatokat tettek a különböző topologikus töltéssel rendelkező skyrmionok jellemzésére.

Új, magas hőmérsékletű és nagyszilárdságú nagyentrópiás ötvözeteket keresve ab initio számolásokat végeztek késői átmeneti fémet (LTM) adagolva a CrMoW ötvözethez. A számolások szerint a szerkezet egy-fázisú, BCC szerkeze tű maradt, melynek a szívósága növekedett, de szilárdsága csökkent a LTM ötvözés hatására.

Először az irodalomban permeabilitás-spektrum mérésekből megállapították a mágnesezési folyamatok négy összetevőjét: i) örvényáram; ii) a mágnesezés forgásának Debye relaxációja, iii) a doménfal fékezett mozgásának Debye relaxációja, iv) a doménfal rezonancia típusú mozgása. Bár ezeknek a komponenseknek a részaránya változik a frekvenciával és a gerjesztő tér amplitúdójával, az örvényáram szerepe nem elhanyagolható a legkisebb gerjesztő terek esetében sem. Hasonló komponensek találhatók meg a lágy mágneses fémekből készült porvasmagok esetében is.

Félvezető nanoszerkezetek (Lendület kutatócsoport)

Kidolgozták a foton nélküli exciton generálás kémia elméletét a félvezetők rozsdamarására a szilícium-karbidon (SiC) végrehajtott kísérletek alapján, amelyet mint modell félvezetőt használtak. Fel tudták használni ezt az elméletet arra, hogy szabályozzák azon SiC nanokristályok méretét, amelyeket a tömbi SiC hexagonális beékelődéseket tartalmazó köbös rétegeiből állítanak elő. Kidolgoztak egy mintavételi eljárást, hogy erősen együttesen adalékolt Si nanokristály milliónyi konfigurációit néhány száz konfiguráció direkt

számításával reprezentálják. Ezt a módszert használva azt találták, hogy bizonyos adalék konfigurációk az ún. második biológiai ablakban bocsátanak ki fényt, amely alkalmassá teszi azokat mélyebben fekvő szövetből is biológiai képalkotásra. Jelentős eredményeket sikerült elérni a szilárdtestbeli kvantumbitek kutatásában, amelyek a jövőbeli kvantumszámítógép implementációk építőkövei. A gyémántbeli nitrogén-vakancia (NV) centrum kimagaslik a szilárdtestbeli kvantumbitek közül robusztussága miatt, de még most sem értjük teljesen, hogy a spinpolarizáció és inicalizálás hogyan történik. A dinamikus Jahn-Teller rendszerek elméletét kombinálva első elvű számításokkal, azonosítani tudták az ún. „intersystem crossing" útvonalakat és rátákat a gerjesztett triplett és egy közeli szingulett állapot között, amelyek felelősek az említett jelenségekért. Első elvű számolásaik azt jósolják, hogy a nitrogénnel borított (111) gyémántfelület ideális lenne abból a célból, hogy a felülethez közel eső NV centrumok érzékenysége maximális legyen. Továbbá azt is belátták, hogy a ^{14}N izotópok mátrixa I=1 magspinnel a felületen egzotikus spinrendszerek kvantumszimulációjának megvalósítására használható [4]. A Chicago Egyetemen Prof. Awschalom csoportjával együttműködésben részletesen jellemezték a divakancia kvantumbitet a SiC különböző politípusaiban. Azt találták, hogy hatékony spin-foton interfészt lehet a divakancia kvantumbitekkel megvalósítani kriogenikus hőmérsékleten, rezonáns optikai gerjesztést alkalmazva. Azonosították a szobahőmérsékleten is működő Si-vakancia alapú kvantumbitet a hexagonális SiC-ban az ún. k-helyen első elvű számítások segítségével.

Kísérleti szilárdtest-fizikai kutatások

Nem-egyensúlyi ötvözetek kutatása

A mesterséges multirétegek és heteroszerkezetek lényeges szerepet játszanak az információ-technológiában és több más technikai alkalmazásban. Mivel ezek a multirétegek megfelelő számú atom atomi rétegenként történő deponálásával készülnek, a különböző elemekből álló rétegek közötti határréteg szerkezetét olyan sztochasztikus folyamatok határozzák meg, amelyek egy folyamatosan változó felületen zajlanak. Ily módon a határréteg kristályszerkezete, atomi összetétele és az ezekhez társuló fizikai tulajdonságai lényegesen különbözőek lehetnek, amikor A atomokat helyezünk B atomokból álló rétegre, vagy a fordított esetben, amikor B atomokat helyezünk A atomokból álló rétegre.

Tanulmányuk mind molekuladinamikai (MD) szimulációkkal, mind kísérleti vizsgálatokkal lényeges különbséget tárt fel a Ti-on-Fe (Ti réteg Fe rétegen) és a Fe-on-Ti (Fe réteg Ti rétegen) határrétegek között. A Fe-on-Ti határfelületen tapasztalható keveredés és az ötvözet-határréteg vastagsága kis mértékben függ a szubsztrát orientációjától. A Ti-on-Fe esetben Fe(001) orientáció mellett egyáltalán nem tapasztalható keveredés, csak a határfelület enyhe hullámossága jelenik meg keveredésként a mélységi koncentráció eloszlásában. A legnagyobb keveredés a Fe(111) szubsztrát orientáció esetén lép fel, de a határréteg szélessége még ez esetben is alatta marad a Fe-on-Ti értékeknek. Összegezve, a szimulációkból arra következtethetnek, hogy a keveredés aszimmetrikus a film és a szubsztrát összetevőinek felcserélésére vonatkozóan.

A kísérleti vizsgálatokat konverziós elektron Mössbauer-spektroszkópiával (CEMS) végezték, amelyet keresztmetszeti transzmissziós elektronmikroszkópiával (TEM) és röntgen-reflektometriával (XRR) egészítettek ki. A Ti/Fe/Ti háromrétegű minták Si egykristály hordozóra nagyvákuumban történő párologtatással készültek az ^{57}Fe Mössbauer-rezonáns izotópban nagymértékben dúsított fém vas felhasználásával. Annak érdekében, hogy a Fe-réteg alsó (Fe-on-Ti) és felső (Ti-on-Fe) határrétegében keletkező fázisok arányát meghatározzuk, Ti/^{57}Fe/Ti/Si és Ag/^{57}Fe/Ti/Si mintapárokat hasonlítottak össze kihasználva,

hogy a Fe és az Ag nem keveredő elempár. Az Ag/^{57}Fe/Ti minták spektrumának analízise információt ad a Fe-on-Ti határrétegről, miután az Ag/Fe határréteg kémiailag éles és az Ag-rétegek csak kismértékű, az irodalomban jól dokumentált változást okoznak a Fe-Ag határfelület melletti első és második ^{57}Fe-ből álló atomi rétegben. A Ti/^{57}Fe/Ti mintákban megjelenő további komponensek a Ti-on-Fe határréteg specifikus tulajdonságait tárják fel.

A Mössbauer-eredményekből arra következtethetnek, hogy a Ti-rétegek közötti Fe-réteg alsó és felső határrétege jelentősen különböző mind kiterjedtségében, mind a határrétegben megjelenő amorf és kristályos ötvözetek aránya tekintetében. A Fe-on-Ti határréteg körülbelül háromszor olyan vastag, mint a Ti-on-Fe határréteg és nagyobbrészt vasdús tck ötvözetből áll. A Ti-on-Fe határrétegben a titándús amorf ötvözet nagyobb arányban képződik, mint a kristályos ötvözet, és a határréteg valószínűleg nem összefüggő.

Meglepő módon a TEM-vizsgálatok nem jelzik a Fe határrétegeinek aszimmetriáját – valószínűsíthetően a vékonyított minta vastagsága mentén, a megfigyelési irányban történő kiátlagolódás következtében –, de az XRR-mérések szintén jelentős aszimmetriát mutatnak. Az illesztett határrétegi durvaságok – 0,86 nm és 0,23 nm – a "10-90"-es határréteg-szélességre 2,0 nm és 0,54 nm értékeket adnak a Fe-on-Ti és a Ti-on-Fe határrétegekre vonatkozóan. A határréteg-vastagságok skálája modellfüggő lehet, de a Fe-on-Ti és a Ti-on-Fe határrétegek nagymértékű aszimmetriáját kísérletileg mind a Mössbauer-, mind az XRR-adatok kétségtelenül alátámasztják.

Szerkezetkutató laboratórium

A csoport két területen ért el jelentős eredményeket:

(1) Szén alapú anyagok vizsgálata: Sikerült meghatározni 10 nm alatti egyedi nanocsővekre a félvezető és fémes viselkedést. Bórnitrid nanocsövekre a hibaeloszlást néhány nanométeres térbeli felbontással térképezték fel. Methylamine-PbI_3 perovszkitot kombinálva szén nanocsövekkel egy olyan hibrid struktúrát állítottak elő, amely egy ígéretes napelem-anyag. Igazolták, hogy fény hatására a perovszkitból a szén nanocsőbe elektron átadás történik. Ezek a megfigyelések olyan új napelemekhez vezethetnek, amelyekben a perovszkit az aktív, míg a nanocsövek a lyukvezető réteg.

(2) Fázisátmenetek modellezése: A nukleációs, ill. polikristályos megszilárdulási folyamatok molekuláris vetületét vizsgálták a fagyás új hidrodinamikai modelljében, aminek során két mechanizmust azonosítottak új orientációk megjelenésére a növekedési frontnál: a feszültség hatására fellépő diszlokációkon, valamint a front közelében zajló nukleáción keresztül. Az orientációs mezőn alapuló modellek keretében vizsgálták a szemcse durvulás folyamatát és a két dimenzióban fellépő topológiai hibákat. Felderítették továbbá, hogy miképp hatnak a kinetikus és felületi anizotrópiák az eutektikus mintázatok nanoskálán történő képződésére.

Rádiófrekvenciás spektroszkópia

Széles jelű ^{1}H NMR spektroszkópia segítségével jellemezték fehérjékben a hidrogén-hidrogén párok mozgékonyságát. A vizsgálatok szilárd fázisban történtek minimális víztartalmú fehérjéken. Az eredmények hozzájárulnak a fehérje-víz kölcsönhatás természetének teljesebb megértéséhez. Termodinamikai alapú megközelítésben tanulmányozták rendezetlen fehérjék vizes oldatait. Meghatározták a fehérjéhez kötődő vízmolekulák mozgását befolyásoló potenciálgátak energia-eloszlását. A fehérje-víz köztes felületen termodinamikailag heterogén és homogén részeket találtak. A heterogenitás mértéke mennyiségileg megadja a szerkezetileg rendezetlen fehérjerészek hányadát. A teljes fehérje 20%-áig terjedően találtak rendezett szerkezeti elemeket.

Komplex folyadékok kutatása

Részben rendezett rendszerek

Numerikus és kísérleti módszerrel kimutatták, hogy egy bidiszperz szemcsés keverékben, melyben a részecskék csak a felületi súrlódási együtthatójukban különböznek, nyíró áramlásban szegregáció lép fel, melynek következtében a kevésbé súrlódó részecskék a minta aljára vándorolnak. Numerikus módszerrel vizsgálták a súrlódásmentes elnyújtott részecskékből álló szemcsés anyag reológiáját, és megmutatták, hogy az effektív súrlódás nem monoton módon változik az elnyújtottság növelésének mértékével: először hirtelen megnő, majd folyamatosan csökken. Kísérletileg megmutatták, hogy egy tartályból kifolyó szemcsés anyag folyási sebessége csökken, és a folyás bedugulásának valószínűsége nő a részecskék elnyújtottságának mértékével. Demonstrálták, hogy a hajlott-törzsű nematikus folyadékkristályok flexoelektromos doménein alapuló optikai rácsok feszültséggel hangolhatók és meghatározták ezek kapcsolási karakterisztikáit. A ferronematikus összetételének optimalizálásával kiterjesztették azt a dc mágneses tér tartományt, melyben a ferronematikus ac mágneses szuszceptibilitása a mágneses térrel hangolható marad.

Elektrolitikus nanoszerkezetek

Részletesen elemezték oszcilláló elektrokémiai reakció során keletkező Co-Mn-B-O tartalmú rétegelt anyagi rendszer leválasztásakor kapott áramoszcilláció frekvenciaspektrumát. Megállapították, hogy az oszcilláció periódusa stabil, és a karakterisztikus frekvencia értékek bizonytalansága a leválasztás előrehaladtával csökken. Az elektrokémiai és mágnesezési adatok együttes felhasználásával becsülték a keletkező multiréteges szerkezetű anyag rétegvastagságát.

Különböző metalloidokat (B, P, Al és/vagy Si) tartalmazó, Ni-Fe-metalloid fémüvegek mágneses fázisdiagramját elemezték a vastartalom függvényében. Azt találták, hogy a ferromágnesség eléréséhez szükséges kritikus vastartalom inverz módon változik a kiindulási Pauli paramágneses Ni-metalloid mátrix Fermi nívónál vett N(EF) elektronállapot-sűrűségével. Ez azzal magyarázható, hogy a nagyobb N(EF) nagyobb Stoner-erősítési tényezőt eredményez, ami erősebb tendenciát jelent a para-ferromágneses átmenet felé és így kisebb Fe-tartalom szükséges a ferromágneses állapot eléréséhez.

Folyadékszerkezet

Neutron- és röntgendiffrakcióval tanulmányozták a GeTe „fázisváltó” ötvözet rövidtávú rendjét a folyadék fázisban, 998 K és 1197 K között. A méréseket a fordított Monte Carlo szimulációval illesztve a kísérleti adatokkal kompatibilis részecske konfigurációkat nyertek, melyek energiáját ab initio számításokkal optimalizálták. Megállapították, hogy a germánium atomok környezete főleg torzult oktaéderes, de a tetraéderes koordináció sem elhanyagolható.
Röntgendiffrakciós, Cu- és Ag K-él EXAFS és izotóphelyettesített mintákon végzett neutrondiffrakciós mérések segítségével tanulmányozták a $Cu_{47,5}Zr_{47,5}Ag_5$ fémüveg szerkezetét. Meghatározták a kötéshosszakat és a koordinációs számokat, és összehasonlították őket a $Cu_{50}Zr_{50}$ és $Cu_{47,5}Zr_{47,5}Al_5$ megfelelő értékeivel. Megállapították, hogy a Cu-Cu koordinációs szám mindkét háromkomponensű rendszerben szignifikánsan kisebb, mint $Cu_{50}Zr_{50}$–ben. Az Al és Ag atomok is elsősorban a cirkóniummal létesítenek kötést.

Molekuláris dinamikai szimuláció segítségével vizsgálták a metanol-víz elegyek szerkezetének hőmérsékletfüggését. Megállapították, hogy 20-40 mólszázalék metanolt tartalmazó elegyekben 298 K-ről 213 K-re hűtve jelentősen nő a hidrogénkötésekkel

kapcsolódó molekulákból álló gyűrűk száma. Legnagyobb mértékben a hatos gyűrűk gyakorisága nőtt, összhangban azzal, hogy a hexagonális jég csak hatos gyűrűket tartalmaz.

Gázkisülések fizikája

A laboratóriumukban felépített driftcella segítségével megmérték az elektronok transzportegyüttható it (driftsebesség, ionizációs frekvencia, diffúziós együttható) az elektromos térerősség széles tartományában. Ugyanezen együtthatóknak a kinetikus elméletre épülő elméleti (Boltzmann-egyenlet megoldása) és numerikus (részecskealapú szimuláció) meghatározásával és az eredményeknek a kísérleti adatokkal való összehasonlításával minősítették az elektron-CO_2 ütközési hatáskeresztmetszeteket. A rendszerparaméterek széles tartományára elvégezték a dinamikus struktúrafüggvény meghatározását Coulomb és Yukawa potenciállal leírható sokrészecske-rendszerekre. Megmutatták, hogy az alacsony nyomású felülethullám mikrohullámú kisülés utókisülése alkalmas a gabona magvaknak gombás fertőzéstől való megtisztítására.

Neutronspektroszkópia

Nanoszerkezet kutatás neutronszórással

Egy szárazságtűrő, a sivatagi homokban élő, alapvető fontosságú sivatagi cianobaktérium fajt, a Leptolyngbya ohadii-t tanulmányozták kisszögű neutronszórással. A cianobaktérium (vagy kék-zöld alga), az első olyan fotoszintetikus élőlény, amely oxigént tud termelni. Ez a szövetes növények kloroplasztiszának őse, körülbelül 3 milliárd évvel ezelőtt jelent meg és szignifikánsan hozzájárult, hogy élhetővé váljon a bolygónk. Ezek az élőlények megtalálhatóak a legkülönfélébb szárazföldi és vizes élőhelyeken. Ezekhez a különböző élőhelyekhez és a gyorsan változó környezeti körülményekhez (hőmérséklet, fényintenzitás, ásványi anyag és víz hozzáférhetőség) különböző cianobaktériumok különféle többlépcsős szabályozó mechanizmusokat alakítottak ki. A kisszögű neutronszórás mérések hozzájárultak a Leptolyngbya ohadii adaptációs szabályzó mechanizmusainak jobb megértéséhez.

Kisszögű neutronszórással tanulmányoztak – többek között – nanogyémánt-polivinilpirrolidone komplexeket, kora-középkori régészeti kerámia edények és modern építőanyagok kiégetési hőmérsékletét, hibrid szilika gyógyszerhordozókat, és az ODS acél szerkezetét, mely a IV. generációs atomreaktorokban használt vékony burkolatú csövek, illetve a fúziós reaktorok egyik alapanyaga.

Neutronoptika

Az Európai Spallációs Neutronforrás építéséhez történő magyar természetbeni hozzájárulás keretében a Neutronoptikai csoport kutatói jelentős eredményeket értek el két, osztályukban egyedülálló berendezés optimális tervezésében: ezek a BIFROST indirekt repülési-idő neutron-spektrométer valamint a NMX protein-diffraktométer. Az EU-H2020 BrightnESS projekt keretében az ESS tesztnyaláb tervezését biztosították, amely az épülő neutronforrás elsőként üzembe helyezett és eredményeket szolgáltató berendezése lesz. Kidolgoztak egy korrelációs módszert, amellyel meghatározhatók a mágnesezettség-vektor összetevői a neutron-holográfiával vizsgált minták bizonyos atomjainak környezetében. Vinil-szubsztituált szilika prekurzorokból előállított hibrid szilika-gélek fizikai és kémiai tulajdonságait vizsgálták, hogy összefüggéseket határozzanak meg a szilika hordózókban rögzített vendégmolekulák (porfirinek, gyógyszerek vagy enzimek) aktivitása és a hordozók előállítási folyamatának paraméterei, valamint a fizikai, kémiai tulajdonságai között.

Alkalmazott és nemlineáris optika

Lézeralkalmazások és optikai méréstechnika

Kifejlesztettek egy vibrációs (Raman és infravörös) spektroszkópián alapuló módszert aeroszol gyógyszerek légúti kiülepedésének vizsgálatára realisztikus tüdőmodellekben. A módszerrel kapott eredményeket optikai mikroszkópos képfeldolgozáson alapuló vizsgálatokkal validálták. Kifejlesztettek új típusú negatív, vagy nulla diszperziós többrétegű tükör struktúrákat, amelyek kiemelkedő jelentőséggel bírnak új ultragyors, nagyenergiás lézerek fejlesztése során. Ezek kitolhatják a magas harmonikus keltést a lágy röntgen tartományból a kemény röntgen tartományba.

Femtoszekundumos lézerek a nemlineáris mikroszkópiában

Ebben az évben a kutatócsoport egy új képalkotási technikát fejlesztett ki, amit DVRF-CARS-nak neveztek el. Ez a módszer alkalmas arra, hogy festékjelölés-mentesen patológiai szempontból releváns képet adjon pl. a bazaliómáról, és egyéb daganatos bőrelváltozásokról, vagy bőrbetegségekről. Fontos kiemelni, hogy a bazalióma az egyik legelterjedtebb bőrdaganat a fehérbőrű népesség körében, mivel az ő bőrük rendkívül érzékenyen reagál az UV sugárzásra. Korábban kifejlesztett CARS mikroszkóp rendszerüket úgy alakították át, hogy az alkalmas legyen mind a fehérjékben jelentős mennyiségben lévő CH_3, mind a zsírokban jelen levő CH_2 molekuláris kötések koncentráció eloszlásának 3D térbeli mérésére. A biológiai minták CARS mikroszkópiás méréseinél jelentős problémát okoz a vízmolekuláktól származó nem specifikus háttérjel, ami a DVRF-CARS technika segítségével szintén könnyen eltüntethető, ha a DVRF technikával készített két képet kivonjuk egymásból. Ekkor két különbségi képet kapunk, melyek közül az egyik a „zsírok”-ra, míg a másik a „fehérjék”-re vonatkozik, amennyiben a képekhez megfelelő szorzófaktorokat rendelünk, hogy a nemspecifikus hátteret eltüntessük. A két különbségi kép megfelelő színezése majd összevonása után kapjuk meg a nagy kontraszttal rendelkező, kvázi H&E “festett” képeket a bazaliónáról.

Ultragyors nanooptika (Lendület kutatócsoport)

Teljesen új nanooptikai mérési módszert fejlesztettek ki és publikáltak, amellyel fém nanorendszerek közvetlen, nanométeres közelében megmérhető az elektromos térerősség. Az új mérési módszernek a napelemek továbbfejlesztésétől kezdve a biológiai/kémiai szenzorok fejlesztésén át egészen egyes rákterápiás módszerekig nagy jelentősége lehet, hiszen tetszőleges nanostrukturált fémfelület optimalizálható és az alkalmazásokhoz illeszthető a térnövekmény közvetlen mérése által. Ehhez az újonnan demonstrált mérési módszerhez mindössze egy femtoszekundumos lézerforrásra és egy elektron spektrométerre van szükség.

Kristályfizikai Csoport

IR spektroszkópiai vizsgálatokkal kimutatták, hogy a küszöb-koncentráció feletti adalékok Nb helyre is beépülhetnek a $LiNbO_3$ (LN) kristályokba MNb – OH– típusú hibahelyeket hozva létre. Nagyenergiájú golyósmalommal előállított LN:Yb nanoporban 70 nm-es szemcseméret esetén tartós spektrális lyukat figyeltek meg, mely csak hevítéssel volt törölhető. LN:Mg és LN:Fe kristályokban szub ps-os pumpa-próba spektroszkópiával polaron-hopping és -csapdázás folyamatait értelmezték, melyet excitonok keletkezése és elbomlása kísér. Meghatározták a Mg-ot tartalmazó, THz generáláshoz ígéretes $LiTaO_3$ kristályok törésmutatóit és abszorpcióját THz-es időtartománybeli spektroszkópiával. Koherens Yb-pár emissziót hoztak létre $Li_6Y1_{-x}Yb_x(BO_3)_3$ kristályokban, melynek lézerintenzitás és hőmérséklet függését az Yb_{3+} láncokon keresztüli energia átviteli mechanizmussal

értelmezték. Mozgékony lítium vakanciákkal kompenzált Mn_{2+} centrumokat figyeltek meg LTB kristályokban EPR analízissel kiegészített lumineszcencia vizsgálatokkal, melyeken az elektronok és lyukak egyaránt csapdába eshetnek, lehetővé téve a sugárzási dózis termolumineszcenciával történő kiolvasását. A nm-es tartományig szegregált aeroszolok tömegeloszlását, vízben oldható szervetlen só- és ásványtartalmát, valamint gázfázisú prekurzor szennyezőket, feketeszén és egyéb nanorészecskéket vizsgáltak az Északi-tenger déli részén. Szilárdfázisú extrakción és nagyfelbontású, folytonos forrású GFAA spektrometrián alapuló módszert fejlesztettek ki arzén meghatározására vízmintákban.

Nanoszerkezetek és alkalmazott spektroszkópia

Új módszert dolgoztak ki szilícium-karbid előállítására femtoszekundumos impulzuslézeres technológia alkalmazásával. A szerkezetvizsgálatok különböző szilícium-karbid fázisok képződését igazolták a szén- és szilícium-tartalmú kiindulási anyagból ultrarövid lézerimpulzusokkal előállított mintákban.

Mikrohullámmal erősített kémiai gőzfázisú leválasztással előállított nanoszemcsés gyémánt vékonyrétegekben kísérletileg kimutatták, hogy az 1,68 elektronvoltnál jelentkező, általában a szilícium-vakancia centrumhoz rendelt emissziós sáv aszimmetrikus kiszélesedését a szerkezetben egyidejűleg jelenlevő más típusú hibahely okozza. Utóbbi optikailag aktív hibahely emissziós sávjának hullámhossza közel esik a szilícium-vakancia centrum csúcspozíciójához, azonban atomi szerkezetét tekintve eltér attól.

Indukált Raman-szóráson alapuló optikai mikroszkópiás mérőrendszert építettek, amely agysejtek jelölésmentes megkülönböztetésére és aktivitásának érzékelésére használható, akár élő agyszövetben is. Az indukált Raman-spektroszkópia ígéretes eljárás az agysejtek aktivitásának követésére és az idegrendszeri betegségek és rendellenességek diagnosztizálására.

Kvantumoptika és kvantuminformatika

Kvantumoptika (Lendület kutatócsoport)

Nemegyensúlyi kvantumos fázisátalakulás megjelenésére mutattak rá egy hajtott-veszteséges, nyílt kvantumrendszerben, amelyen az ETH Zürich „Circuit kvantumelektrodinamika" csoport végez kísérleteket. Az elsőrendű fázisátalakulást a külső kontroll paraméter egy kritikus tartományában a robusztus, klasszikus attraktor állapotok keverékének megjelenése igazolja. Az áramköri kvantumelektrodinamikai rendszerben lévő fotonblokád jelensége törik le fázisátalakulás formájában a mikrohullámú meghajtótér intenzitásának növelésével. Elméleti úton meghatározták a mikrohullámú rezonátorhoz csatolt mesterséges atomra vonatkozó feltételeket, amelyek mellett a kritikus viselkedés megfigyelhetővé válik. Ez az első eset, hogy a kétmódusú fázistérbeli eloszlásfüggvényt kísérletileg sikerült megfigyelni a kritikus hiszterézis tartomány elegendően jó felbontása mellett.

Kvantuminformatika és a kvantummechanika alapjai

Megmutatták, hogy a tömbi topologikus invariánst a rendszerben bolyongást végző részecske helye közvetlenül megméri, az egydimenziós, királisan szimmetrikus esetben. Elméleti javaslatukat azóta kísérletben is realizálták. Megvalósítási sémát javasoltak a Tavis-Cummings model segítségével az általuk korábban felfedezett komplex kaotikus leképezésre. Kimutatták, hogy a realisztikusan megvalósítható néhány iterációs lépés alkalmas lehet egy speciális kvantumállapot-megkülönböztetési protokoll céljára. Módszereket dolgoztak ki az Eckart ro-vibrációs Hamilton operátor alkalmazására és numerikus példákon demonstrálták használatukat vibrációs energiaszintek kiszámítására molekulákban.

b) Tudomány és társadalom

A Szilárdtest-fizikai Intézetben folyó kutatások megalapozzák az innovációt, és ezen keresztül hozzájárulnak az életminőség javításához.

Az Intézet tevékenysége lefedi a tudásháromszög mindhárom területét. Hagyományosan bekapcsolódik az egyetemi hallgatók elméleti és gyakorlati oktatásába (ELTE, BME, PTE, SZTE stb.), valamint a kutatóintézeti együttműködésekbe. A *Kristályfizikai csoport* által előállított kristálymintáknak jelentős kereslete van mind itthoni, mind külföldi egyetemeken és kutatóintézetekben. Az utóbbi évek kihívásaihoz alkalmazkodva az Intézet tovább bővíti kapcsolatait az ipari szereplőkkel is.

Ez utóbbi területen talán az egészségügyi kutatásoké a fő szerep. A *Lézeralkalmazások és optikai méréstechnika kutatócsoport* tagjai K+F szerződés keretében részt vesznek egy kutatás-fejlesztési projektben, melynek célja rövid impulzusú és szállézerek orvosi alkalmazásának kutatása és prototípus berendezések fejlesztése. Megvizsgálták a modell élőszövet anyagok fényszórását és fényelnyelését különböző lézerek és detektálási technikák esetén. Tanulmányozták a műtétek során az intenzív lézerfény és a modell élőszövet kölcsönhatásakor keletkező füst (aeroszol felhő) tulajdonságait (diszperzióját, terjedését).

A bőrgyógyászok és a patológusok általában ismerik a hagyományosan H&E (Haematoxylin and Eeosin staining) technikával festett patológiás képeket, ezért az új DVRF CARS (Dual Vibration Resonance Frequency Coherent Antistocks Raman Scattering) technikával készített kvázi H&E képeket is nagy valószínűséggel használni tudják majd pl. a bőrbetegségek és daganatok diagnosztizálására. Szemészorvosokkal együttműködve szembe ültethető műlencséken is végeztek kutatást.

A *Femtoszekundumos lézerek a nemlineáris mikroszkópiában* kutatócsoport által korábban kifejlesztett, optikai szállézeres, kézben tartható nemlineáris mikroszkóp rendszer továbbfejleszthető valósidejű DVRF CARS mérésekhez, (vagyis kvázi H&E képek felvételéhez), ami lehetővé tenné a bazaliómák valós idejű, helyben történő diagnosztikáját. A 2017-ben bemutatott új orvosi diagnosztikai módszer hosszabb távon jelentősen növelheti az egészségügyi ellátó rendszer minőségét azáltal, hogy jelentősen csökkenti a vizsgálatok, kezelések időtartamát, így az ellátási költségeket, valamint a téves diagnózisok és hibás vagy nem kielégítő sebészeti beavatkozások esélyét.

Az Intézet és a Femtonics Kft. közötti kutatási együttműködés agysejtek működésének vizsgálatát célozza, továbbá az idegrendszeri betegségek és rendellenességek diagnosztizálására alkalmas új spektroszkópia eljárások kifejlesztése új orvos diagnosztikai eljárások bevezetését teszi lehetővé.

Egy másik, az egészséges környezethez kapcsolódó alkalmazás keretében a Kristályfizika kutatócsoportban négy magyarországi vízmű kútjainak arzéntartalmát analizálták, és azt az egészségügyi határérték alattinak találták.

Az ipari alkalmazások területén az *Elektrolitikus Nanoszerkezetek Csoport* 2017-ben két olyan projektben vett részt, melynek célja a nukleáris energiatermelés hosszú távú biztonságos fenntartása: 1. A Paksi Atomerőmű egyes hűtőrendszereinek korróziós károsodásával kapcsolatos esettanulmány és károsodási mechanizmus feltárás; 2. Atomerőművi fűtőelemek burkolat anyagaként használt cirkónium ötvözetek komplex anyagtudományi vizsgálata.

Különféle iskolák, konferenciák, a kutatóreaktornál és mérő berendezéseinél tett látogatások vezetése általános és középiskolás diákok illetve egyetemi hallgatók számára, hozzájárult a társadalom különböző csoportjainak oktatásához, képzéséhez. Az ipar különböző ágaival

(gyógyszeripar, autóipar, építőipar) való folyamatos párbeszéd lehetővé tette közös projektek elindítását a minőségbiztosítás, illetve új anyagok fejlesztésének területén. Az anyagszerkezet vizsgálat különböző módszerei hozzájárultak a kulturális örökségvédelemhez is.

A kutató közösségtől az ipar és ezáltal a társadalom felé irányuló tudástranszfert jól reprezentálják a (1) DMRG módszerek migrálása az NWChem ipari/kereskedelmi programcsomagba (melyet a Pacific Northwest National Laboratory, Richland, WA, USA fejleszt), és a (2) Budapest QC-DMRG alkalmazás interfészelése az ORCA kereskedelmi programcsomaggal (mely a J. Heyrovsky Institute for Physical Chemistry, Prága, Cseh Köztársaság fejlesztése).

A hosszú távú rend kondenzált rendszerekben csoport kutatásainak közvetlen társadalmi hatására jó példa egy új hőkezelési technológia átadása egy, a kutatócsoport volt diákjaiból alapított kis vállalatnak a Metaloexpert Kutató, Fejlesztő és Innovációs Kft.-nek, mely induktív elemeket állít elő indukált anizotrópiával rendelkező nanokristályos szalagokból.

Több csoport fiatal kutatói tartottak tudománynépszerűsítő előadásokat és mutatták meg az optikai méréstechnikai laboratóriumot különböző diákcsoportoknak.

A kvantumtechnológia témakörébe tartozó szilárdtestbeli kvantumbitekkel kapcsolatos kutatásaikat összefoglaló, részben ismeretterjesztő jellegű cikk jelent meg a Fizikai Szemle 2017/5 számában az egyik Lendület kutatócsoport vezetője tollából. Fontos még megjegyezni a kutatások társadalmi hasznosulása szempontjából, hogy a 2017. évi legfontosabb eredmények egyben mérföldkövek is az adott jelenség alkalmazása felé vezető úton.

A *Komplex rendszerek* kutatói a Magyar Kémikusok Lapjában publikáltak ismeretterjesztő cikket a 2016. évi fizikai Nobel-díj kitüntetettjeinek munkásságáról. Az *Ultragyors nanooptika csoport* tagjainak ismeretterjesztő munkájából kiemelkedik az MTA korábbi főtitkárának kiterjedt tevékenysége, aki a legkülönbözőbb közép- és felsőoktatási, politikai és civil képviselőkkel folytat aktív párbeszédet a fizikai és fotonikai tudományok társadalmi szerepéről, népszerűsítve a fizikusi életpályát.

*A Kvantuminformatika és a kvantummechanika alapjai kutatócsoport tagjai s*zervezőként részt vesznek az MTA Fiatal Kutatók Klubjában, ahol havi rendszerességgel az MTA kutatói számolnak be az érdeklődőknek kutatási területükről. Projektvezetőként vettek részt a Sokszínű Fizika Roadshow szervezésében (15 középiskolában tartottak ismeretterjesztő előadást). Több kutatócsoport vett részt a Lányok Napja és a Tudomány Napja szervezésében. Az Elméleti Szilárdtest-fizikai Osztály jelenleg Amerikában poszdoktorként dolgozó fiatal kutatója 11 alkalommal szervezte meg a Bostoni Tudósklub, Hungarian Science Club, rendezvényét. Másik jelentős ismeretterjesztő munka a Mindentudás Egyeteme keretében bemutatott Nanoanyagok fizikája című előadás, mely a Fizika mindenkié sorozatban is helyt kapott.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

Hazai kapcsolatok

Az Intézet kutatásai során széleskörű hazai és nemzetközi együttműködésekre támaszkodik. Történelmi előzmények, tematikai hasonlóságok és a közös infrastruktúra használata folytán továbbra is aktívak a formális és az informális kapcsolatok a KFKI Campus akadémiai kutatóhelyei között. Fontos együttműködő partner az MTA Energiatudományi Kutatóközpont két intézete. Az MTA EK Atomenergia Kutató Intézetével (korábbi AEKI) a Budapesti Neutron Központ keretében folynak közös kutatások a kísérleti atomreaktor hasznosítása érdekében. Az MTA EK MFA-val való közös kutatások *a szén nanoszerkezetekkel (nanocsövek, grafén), valamint szilícium/germánium multirétegekkel arany*

nanoszerkezetekkel, MEMS szerkezetek nanogyémánt, titán-karbid vékonyrétegekkel kapcsolatosak.

Felsőoktatás

Az Intézet munkatársai több egyetemen vesznek részt a graduális és posztgraduális képzésben a szilárdtest-fizika, az anyagtudomány és az optika tárgykörében. Különösen eredményes együttműködés alakult ki az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi karán (ELTE TTK) és a BME TTK Fizikai Intézetében folyó fizikus képzés területén, valamint a vidéki egyetemek közül a Szegedi és a Pécsi Tudományegyetem fizikai intézeteivel való kapcsolatot érdemes kiemelni. Aktív együttműködések bontakoztak ki a Semmelweis Egyetemmel, Debreceni Egyetemmel és az Óbudai Egyetemmel is. 2017-ben az Intézet 40 kutatója vett részt az egyetemi oktatásban rendes és speciális előadások tartása, illetve laboratóriumi gyakorlatok vezetése formájában. Az Intézet kutatói összesen 50 elméleti és 20 gyakorlati kurzust tartottak a különböző egyetemeken. 20 kutató tagja az egyes egyetemek Doktori Iskolájának, közülük 12 törzstag. 2017-ben 7 kutató dolgozott vendégkutatóként más hazai egyetemen. Az MTA Vendégkutatói Program keretében Németországból egy kutatató a *Kvantumoptika* Osztály új kísérleti berendezésének építésében segédkezett.

Az intézeti kutatók témavezetésével 22 hallgató dolgozott diplomamunkáján, (8 az alapképzés keretében, 14 mesterképzésben) és 46 fő pedig PhD-dolgozata összeállításán. 2017-ben 5 TDK-dolgozat született intézeti kutatók témavezetésével. Ezen hallgatók nagy része olyan kísérleti berendezéseken végezhette munkáját, melyek másutt nem állnak rendelkezésre az országban.

MTA doktora címet szerzett az Intézet *Alkalmazott és nemlineáris optika* osztályának munkatársa. Továbbá 12-en védték meg disszertációjukat és szerezték meg a PhD fokozatot, valamint a 22 egyetemi hallgató közül 5 védte meg sikeresen BSc illetve 4 MSc diplomáját.

Nemzetközi kapcsolatok

A Wigner FK Szilárdtest-fizikai és Optikai Intézete több mint 30 országgal tart fenn különböző szintű és intenzitású tudományos kapcsolatokat. A nemzetközi kapcsolatok alapját főleg az Európai Uniós pályázatok és egyéb nemzetközi projektek (COST, ESA), kétoldalú akadémiai és TéT egyezmények, továbbá intézetek közötti kétoldalú megállapodások képezik.

2017-ben 12 kétoldalú akadémiai megállapodás volt az Intézetben, melyből 10 egyéves mobilitási pályázat indult az év elején. A kormányközi tudományos és technológiai megállapodások (TéT) keretében 5 ország, Ausztria, Franciaország, Horvátország, India és Szlovénia kutatóival 6 témában folytak közös kutatások, melyből kettő indult és kettő, egy indiai és egy francia utazási pályázat zárult 2017-ben.

A nemzetközi kapcsolatok építése szempontjából nagyon fontosak kutatóik külföldi munkavállalásai és az ösztöndíjak. Az év folyamán 10 kutató dolgozott külföldön, mindannyian fél évnél hosszabb ideig. Két fiatal kutató nyert el Humboldt ösztöndíjat Németországban és egy tapasztalt kutató Wignerben végzett kutatása kap ugyancsak két éves Humboldt támogatást, amit Magyarországon használhat fel.

Az Intézetben dolgozó külföldi vendégkutatók száma a korábbi évekhez képest némileg változott. A nem munkavállaló vendégkutatókat vizsgálva az arányok eltolódtak a rövidebb látogatások felé. 2017-ben senki sem töltött fél évnél hosszabb időt az Intézetben és több mint egy tucat országból 58 kutató töltött egy hónapnál rövidebb időt, összesen 22,67 hónapot az Intézetben.

Az Intézet kutatóinak nemzetközi elfogadottságát jelzi, hogy az Intézet munkatársait 372 alkalommal kérték fel szakértői vélemények nyújtására.

Az Intézet nemzetközi kapcsolatainak további erősítését szolgálják az Intézet kutatói által Magyarországon, ill. külföldön szervezett konferenciák és workshop-ok.

Különösen intenzív sokoldalú együttműködés jellemzi a Budapesti Neutron Központ keretében végzett kutatásokat. A *Neutron-Optikai csoport* tagjai a 2017-es évben a következő rendezvények szervezésében vettek részt: 11. Közép-Európai Neutron Iskola (CETS2017), NINMACH (2nd Conference on Neutron Imaging and Neutron Methods in Archaeology and Cultural Heritage), Cser László emlékszimpózium és Magyar – Kínai Neutron-Szórásvizsgálati Szimpózium. A CETS2017 betekintést nyújtott a változatos anyagszerkezeti és dinamikai vizsgálatokat megvalósító neutron-szórási technikák elméletébe és gyakorlatába, míg a NINMACH konferencia célja a neutron-nyalábot használó képalkotó és szerkezet-meghatározó módszerek népszerűsítése a kulturális örökséggel foglalkozó kutatók/régészek és intézmények (múzeumok és egyetemek) számára.

A másik jelentős rendezvény az *Alkalmazott Lineáris Optika* osztály kutatója által Budapesten megrendezett 14th International Conference on Multiphoton Processes 2017 volt. A konferencia az attoszekundumos, fény-anyag kölcsönhatási kutatói közösség egyik legjelentősebb rendezvénye, 1977 óta háromévente rendezik meg. Budapest 1980 után másodszor nyerte el a konferencia rendezésének jogát. A 160 regisztrált résztvevő kiemelkedő nemzetközi kutatók (Paul Corkum, Krausz Ferenc) meghívott és keynote előadásait is meghallgathatta a tudományterület legfontosabb új eredményeiről.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Az európai uniós társfinanszírozású pályázatokat tekintve a 2017-es esztendőben egy hosszabb szünet után nagyon sikeresen szerepelt az Intézet. A legjelentősebb elnyert pályázat az NKFIH NKP HUNQTECH Kvantumbitek előállítása, megosztása és kvantuminformációs hálózatok fejlesztése (2017-2021), mely keretében a Wigner FK a 7 partnerből álló konzorcium vezetőjeként 4 évre 1 230,44 M Ft-tal részesedik.

2017-ben az Intézet a még 2016 decemberében elnyert első VEKOP-2.3.3-15-2016-00001: Determination of atomic structure of nanosystems projekt mellé 2 évre 121,4 M Ft összegben két újabb VEKOP projekttel gazdagodott. VEKOP-2.3.2-16-2017-00015: Research on ultrahigh-speed molecular and nanooptical switches 4 évre 440,3 M Ft valamint a VEKOP-2.3.2-16-2016-00011: Strategic workshop for the technological challenges of renewable energy systems 3.5 évre 150 M Ft. Egy másik nagyon jelentős elnyert pályázat a NVKP_16-1-2016-0043: Development of fluorescent dyes and high resolution, fast scanning 3D microscope for the treatment of epilepsy 3 évre 327 M Ft.

A Szilárdtest-fizikai és Optikai Intézet két új TéT pályázat nyertese. Az egyik horvátországi partnerrel együttműködésben hideg plazmás gáz kisüléseken alapuló új technológiák alkalmazása a mezőgazdaságban (TÉT_16-1-2016-0014), a másik szlovén partnerrel közös kutatás a kis szénatomszámú alkoholok és egyszerű cukrok vizes oldatainak szerkezetvizsgálata diffrakciós módszerekkel, valamint molekuladinamikai, Monte Carlo és reverse Monte Carlo modellezéssel témában (TÉT_16-1-2016-0056).
2017-ben a korábbi néhány évhez hasonlóan alakult a sikeres kutatói kezdeményezésű témapályázatok (korábbi OTKA) száma. Az Intézet kutatói 8 új projektet indítottak a teljes futamidőre 185,85 M Ft támogatással. Az új projektek közül kettő posztdoktori pályázat. A másik 6 pályázat közül 3 kísérleti jellegű. Az egyik az ultragyors fizikai folyamatok kutatását

célozza (FK125270). A másik lágy anyagokkal foglalkozik (FK125134), míg a harmadik projekt alacsonydimenziós anyagok kémiai módosítását vizsgálja spektroszkópiai eszközökkel. A másik három projekt elméleti kutatást finanszíroz. Míg az egyik a kvantumszámítógépek kutatások körébe tartozik (FK1124723), a másik koherens és nyílt kvantumoptikai hálózatok dinamikáját kutatja (K124351), a harmadik kvantumos szigetelőkben vizsgálja a mágnesesség, topológia összefonódás kérdéseit (K124176). 2017-ben három OTKA-pályázat zárult, így a futó pályázatok száma 30 volt, mely 785,77 M Ft összegű bevételt hozott az Intézetnek.

Az Intézet számára eddig a nagyobb biztonságot az elnyert nemzetközi pályázatok jelentették, de az európai H2020-as pályázatok tekintetében 2017 szűkös esztendő volt. Új pályázatot nem nyert az Intézet, szerencsére az öt futó pályázatból csak egy zárult az elmúlt év folyamán. Jelenleg négy jelentős, köztük egy FET-Open, egy MSCA-Rise és két nagy kutatási infrastruktúra pályázat forrása biztosított az elkövetkezendő évben.

A már meglévő, 5 COST együttműködés mellett 2017-ben az Intézet további két COST együttműködése nyert támogatást: az egyik a COST CA16101: MULTI-modal Imaging of FOREnsic SciEnce Evidence - tools for Forensic Science). A másik a COST OC-2017-1 *Lithium niobate nanoarchitechtures: From quantum level to cross-disciplinary applications* (LN2020), melynek 2 előkészítő konferenciáján 2017. febr. 24-26. és 2017. május 26-28. vettek részt az Intézet kutatói.

Összességében elmondható, hogy 2017-ben is sikerült jelentős külső forrásokat bevonni az Intézet kutatási költségvetésébe. A HUNQTECH pályázattal együtt, amely eddig példanélküli lehetőségeket nyújt a különböző területen kutató intézetek és iparvállalatok összefogására a kvantumtechnológia témakörében, az 5 futó EU H2020-as projektjükkel, valamint az újonnan elnyert hazai finanszírozású K+F versenyképességi és kiválósági programokkal megalapozzák az Intézet tudományos és gazdasági fejlődését. Ezek elsősorban a kvantumoptika és kvantum-elektronika, a modern optika (nanooptika, fluorescent dyes) és a szilárdtestfizika (új típusú, perovszkit alapú, szén nanoszerkezetekkel kombinált napelemek) fejlesztésének területén hozhatnak áttörő sikereket.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Shahsavan H, Salili SM, Jákli A, Zhao B: Thermally active liquid crystal network gripper mimicking the self-peeling of gecko toe pads. Adv. Mat., 29: 1604021. 7 (2017) http://dx.doi.org/10.1002/adma.201604021
2. Rácz P, Pápa Z, Márton I, Budai J, Wróbel P, Stefaniuk T, Prietl C, Krenn JR, Dombi P: Measurement of nanoplasmonic field enhancement with ultrafast photoemission. Nano Letters 17: 1181-1186 (2017) http://dx.doi.org/10.1021/acs.nanolett.6b04893
3. Christle DJ, Klimov PV, de las Casas CF, Szász K, Ivády V, Jokubavicius V, Ul Hassan J, Syväjärvi M, Koehl WF, Ohshima T, Son NT, Janzén E, Gali Á, Awschalom DD: Isolated spin qubits in SiC with a high-fidelity infrared spin-to-photon interface. Phys. Rev. X 7: 021046. 12p. (2017), http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevX.7.021046
4. Fink JM, Dombi A, Vukics A, Wallraff A, Domokos P: Observation of the photon-blockade breakdown phase transition. Phys. Rev. X, 7: 011012. 9 http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevX.7.011012

5. Chou J-P, Retzker A, Gali A: Nitrogen terminated diamond (111) surface for room temperature quantum sensing and simulation. Nano Lett., 17: 2294-2298 (2017) http://dx.doi.org/10.1021/acs.nanolett.6b05023

6. Bar Eyal L, Ranjbar Choubeh R, Cohen E, Eisenberg I, Tamburu C, Dorogi M, Unnep R, Appavou MS, Nevo R, Raviv U, Reich Z, Garab G, van Amerongen H, Paltiel Y, Keren N: Changes in aggregation states of light-harvesting complexes as a mechanism for modulating energy transfer in desert crust cyanobacteria. P. Natl. Acad. Sci. USA, 114:(35) 9481-9486 (2017) http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1708206114

7. Asbóth JK, Alberti A: Spectral flow and global topology of the Hofstadter butterfly. Phys. Rev. Lett., 118: 216801. 5 (2017) http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.118.216801

8. Finco A, Rózsa L, Hsu P-J, Kubetzka A, Vedmedenko E, von Bergmann K, Wiesendanger R: Temperature-induced increase of spin spiral periods. Phys. Rev. Lett., 119: 037202. 5 (2017) http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.119.037202

9. Arkhipov YuV, Askaruly A, Davletov AE, Dubovtsev DYu, Donkó Z, Hartmann P, Korolov I, Conde L, Tkachenko IM: Direct determination of dynamic properties of Coulomb and Yukawa classical one-component plasmas. Phys. Rev. Lett. 119: 045001 6p. (2017) http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.119.045001

10. Walker KE, Rance GA, Pekker Á, Tóháti HM, Fay MW, Lodge RW, Stoppiello CT, Kamarás K, Khlobystov AN: Growth of carbon nanotubes inside boron nitride nanotubes by coalescence of fullerenes: towards the world's smallest co-axial cable. Small Methods, 1: 1700184. 9p. (2017) http://dx.doi.org/10.1002/smtd.201700184

11. Tóháti HM, Pekker Á, Andričević P, Forró L, Náfrádi B, Kollár M, Horváth E, Kamarás K: Optical detection of charge dynamics in $CH_3NH_3PbI_3$ - carbon nanotube composites. Nanoscale, 9: 17781-17787 (2017) http://dx.doi.org/10.1039/c7nr06136f

12. Vancsó P, Hagymási I, Tapasztó L: A magnetic phase-transition graphene transistor with tunable spin polarization. 2D Materials, 4: 024008 16. (2017) http://dx.doi.org/10.1088/2053-1583/aa5f2d

13. Bencs L, Horemans B, Buczyńska AJ, Van Grieken R: Uneven distribution of inorganic pollutants in marine air originating from ocean-going ships. Environ. Pollut., 222: 226-233 (2017) http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2016.12.052

14. Ünnep R, Zsiros O, Hörcsik ZsT, Markó M, Jajoo A, Kohlbrecher J, Garab G, Nagy G: Low-pH induced reversible reorganizations of chloroplast thylakoid membranes - as revealed by small-angle neutron scattering. BBA-Bioenergetics, 1858: 360-365 (2017) http://dx.doi.org/10.1016/j.bbabio.2017.02.010

15. Szalay Sz, Barcza G, Szilvási T, Veis L, Legeza Ö: The correlation theory of the chemical bond. Sci. Rep., 7: 2237. 10 (2017) http://dx.doi.org/10.1038/s41598-017-02447-z

16. Magazù S, Mezei F, Falus P, Farago B, Mamontov E, Russina M, Migliardo F: Protein dynamics as seen by (quasi) elastic neutron scattering. BBA-Gen. Subjects, 1861:(1) 3504-3512 (2017) http://dx.doi.org/10.1016/j.bbagen.2016.07.030

17. Boguslawski K, Réal F, Tecmer P, Duperrouzel C, Gomes, Legeza Ö, Ayers PW, Vallet V: On the multi-reference nature of plutonium oxides: ASP PuO_2^{2+}, PuO_2, PuO_3 and $PuO_2(OH)_2$. Phys. Chem. Chem. Phys. 19: 4317-4329 (2017) http://dx.doi.org/10.1039/c6cp05429c

18. Somogyi B, Derian R, Štich I, Gali A: High-throughput study of compositions and optical properties in heavily Co-doped silicon nanoparticles. J. Phys. Chem. C 121: 27741-27750 (2017). http://dx.doi.org/10.1021/acs.jpcc.7b09501

19. Beke D, Károlyházy Gy, Czigány Zs, Bortel G, Kamarás K, Gali A: Harnessing no-photon exciton generation chemistry to engineer semiconductor nanostructures. Sci. Rep., 7: 10599. 6p. (2017) http://dx.doi.org/10.1038/s41598-017-10751-x

20. Bakó I, Pusztai L, Temleitner L: Decreasing temperature enhances the formation of sixfold hydrogen bonded rings in water-rich water-methanol mixtures. Sci. Rep., 7: 1073. 7p. (2017) http://dx.doi.org/10.1038/s41598-017-01095-7

21. Xiang Y, Jing HZ, Zhang ZD, Ye WY, Xu MY, Wang E, Salamon P, Éber N, Buka Á: Tunable optical grating based on the flexoelectric effect in a bent-core nematic liquid crystal. Phys. Rev. Appl., 7: 064032. 12p. (2017) http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevApplied.7.064032

22. Gillemot KA, Somfai E, Börzsönyi T: Shear driven segregation of dry granular materials with different friction coefficients. Soft Matter, 13: 415-420 (2017) http://dx.doi.org/10.1039/c6sm01946c

23. Thiering G, Gali A: Ab initio calculation of spin-orbit coupling for an NV center in diamond exhibiting dynamic Jahn-Teller effect. Phys. Rev. B, 96: 081115. 6p. (2017) http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevB.96.081115

24. Ivády V, Davidsson J, Son NT, Ohshima T, Abrikosov IA, Gali A: Identification of Si-vacancy-related room-temperature qubits in ^{4}H silicon carbide, Phys. Rev. B, 96: 161114. 5p. (2017), http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevB.96.161114

25. Timár M, Barcza G, Gebhard F, Legeza Ö: Optical phonons for Peierls chains with long-range Coulomb interactions. Phys. Rev. B, 95: 085150 15p. (2017) http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevB.95.085150

26. Pothoczki Sz, Pusztai L: Intermolecular orientations in liquid acetonitrile: New insights based on diffraction measurements and all-atom simulations. J. Mol. Liq., 225: 160-166 (2017) http://dx.doi.org/10.1016/j.molliq.2016.11.056

27. Rátkai L, Tóth GI, Környei L, Pusztai T, Gránásy L: Phase-field modeling of eutectic structures on the nanoscale: the effect of anisotropy. J. Mater. Sci., 52:(10) 5544-5558 (2017) http://dx.doi.org/10.1007/s10853-017-0853-8

28. Kerekes A, Veres M, Himics L, Tóth S, Czitrovszky A, Oszetzky D, Horváth A, Kugler Sz, Koós M, Nagy A: Determination of the deposited amount of inhalation drugs in realistic human airways by Raman and infrared spectroscopy. Measurement, 104: 237-242 (2017) http://dx.doi.org/10.1016/j.measurement.2017.03.029

AZ MTA WIGNER FIZIKAI KUTATÓKÖZPONT FŐBB MUTATÓI ÉS PÉNZÜGYI ADATAI 2017-BEN

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatóhely neve: MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	354			Ebből kutató[2]:	207
PhD, kandidátus:	117	MTA doktora:	39	Rendes tag és levelező tag:	4
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					7
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					73

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				73
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				1026
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				10
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				2
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				959
Ebből impaktfaktoros publikáció				849
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	1
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	10

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	90,89	Összes független hivatkozás száma (2016):	15874
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			26184

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	13	MTA doktora:	2

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	1

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			302
		poszterek száma:	159
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	104	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	28
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			49

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			92
Témavezetések száma: TDK munka:	18	Diplomamunka (BSc):	25
Diplomamunka (MSc):	33	PhD:	90

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	2466 609,68	E Ft
Fiatal kutatói álláshelyen fogl. sz.[16]: 28 Teljes saját bevétel:	3411 353	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		53
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	250 355,0	E Ft
Az év folyamán az egyéb NKFIH forrásból támogatott témák száma:		14
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	781 853,27	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		59
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	739 371,19	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		3
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	1062 341,99	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	577 431,86	E Ft

VI/A. A kutatóhely részletezett pénzügyi adatai 2017-ben

A kutatóhely neve: MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege:	2466 609,68	E Ft
Az időszak folyamán a teljes saját bevétel összege:	3411 353,31	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		E Ft
OTKA - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	250 355,0	E Ft
Egyéb NKFIH forrásból - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	781 853,27	E Ft
ÚMFT - a tárgyévre vonatkozó bevétel:		E Ft
Egyéb hazai pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	585 941,3	E Ft
EU-s pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	153 429,9	E Ft
Egyéb külföldi pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	1062 341,99	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - kutatásra:	33 787	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - egyéb:	297 162,97	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb kutatási bevétel:	27 823,54	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb nem kutatási bevétel:	218 657,89	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatóhely neve: MTA Wigner FK Részecske- és Magfizikai Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	161			Ebből kutató[2]:	103
PhD, kandidátus:	54	MTA doktora:	19	Rendes tag és levelező tag:	1
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					1
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					37

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:			787
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:			780
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			6
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			736
Ebből impaktfaktoros publikáció			636
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	1
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	3

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	2351,85	Összes független hivatkozás száma (2016):	10196
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			19041

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:		PhD:	4	MTA doktora:	1

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	1

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			179
		poszterek száma:	85
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	55	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	14
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			42

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			52
Témavezetések száma: TDK munka:	13	Diplomamunka (BSc):	17
Diplomamunka (MSc):	19	PhD:	44

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatóhely neve: MTA Wigner FK Szilárdtest-fizikai és Optikai Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	130			Ebből kutató[2]:	104
PhD, kandidátus:	63	MTA doktora:	20	Rendes tag és levelező tag:	3
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					6
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					36

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				221
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				214
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				4
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				192
Ebből impaktfaktoros publikáció				180
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	7

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	669,09	Összes független hivatkozás száma (2016):	5657
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			7112

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	9	MTA doktora:	1

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			123
		poszterek száma:	74
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	49	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	14
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			7

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			40
Témavezetések száma: TDK munka:	5	Diplomamunka (BSc):	8
Diplomamunka (MSc):	14	PhD:	46

MATEMATIKAI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁMOGATOTT KUTATÓCSOPORTOK

MTA–BME IRÁNYÍTÁSTECHNIKAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Vajk István, az MTA doktora
1117 Budapest, Magyar Tudósok körútja 2. Q/B206
telefon: (1) 463 2870; fax: (1) 463 2871; e-mail: vajk@aut.bme.hu
a kutatócsoport működési ideje: 2012–2017

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A Kutatócsoport a 2012-16-os ciklusra elnyert pályázat fél évre szóló folytatására kapott lehetőséget. Az 5 éves kutatási terv röviden az alábbi témaköröket tartalmazza: új tudományos eredmények elérése a többváltozós lineáris, változó paraméterű lineáris, nemlineáris és hibrid dinamikus rendszerek optimális modellezése és irányítása terén. Alkalmazásokat előkészítő kutatások végzése energetikai rendszerekben. Autonóm járművek, robotok optimális irányítása. Etológiai viselkedési modell alapján működő robot fejlesztése.

Az eddig elért főbb eredmények: Kétszabadságfokú szabályozási rendszerek parametrizálására és irányítására egységes szemléletet adó új módszerek kifejlesztése. Nagyméretű zajos adathalmazból történő rendszeridentifikációs módszerek kidolgozása. Új irányítási algoritmusok kidolgozása nemlineáris rendszerek lineáris paraméterfüggő (LPV) modelljeire. Algoritmusok kidolgozása formációban haladó közúti és légi járművek ütközésmentes pályatervezésére. Nagy fordulatszámú indukciós hajtások esetén újszerű, az öngerjesztési folyamatot szabályozó egységek kifejlesztése. Etológiai viselkedés beépítésére alkalmas mobil robotok építése, tesztelése.

A beszámolóév (2017) fő feladatai: A hosszabbítás keretében az 5 éves ciklusra kitűzött kutatási témák folytatása. A feladatok között szerepel új módszerek kidolgozása robusztus irányítási rendszerek tervezésére. Robusztus irányítási algoritmusok alkalmazása közúti és légi járművek irányítására. Teljesítményelektronikai eszközök és energetikai rendszerek irányítási algoritmusainak kidolgozása és alkalmazása. Az eto-robot továbbfejlesztése.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Jelentős kutatási és alkalmazási eredmények jöttek létre a közúti és légi járműirányítás területén. Adaptív felfüggesztési rendszerek tervezésére egy új irányítástervezési módszer kidolgozására került sor, amely előre tekintve felkészül a különféle útgerjesztésekre. Az alkalmazott módszer a felhőben gyűjtött és előfeldolgozott útgerjesztés információkat használja fel a megfelelő irányítójel generálására.

Autonóm járművekben alkalmazott kormányrendszer tervezési eljárását fejlesztették ki, amely megbízhatóan és nagy hatékonysággal működik igen extrém körülmények között is. Az elérhetőségi halmazok szignifikánsan függnek a kormányszögtől és a kormányzási sebességtől. Az irányítástervezés figyelembe veszi a különféle manőverek során a járművezetők kormányzási stílusát is. Irányítási rendszert dolgoztak ki autonóm járművek adaptív elvű irányítására. A két új módszer vezető-követő struktúrát alkalmaz, és képes nagy sebességű manőverek garantáltan stabil formáció szabályozására.

Mono-kamerán alapuló, repülőgép „látni és elkerülni” rendszerfejlesztésére került sor kisméretű UAV-k (Unmanned Aerial Vehicle) számára. Az algoritmus kiszámolja a repülőgépek közti legkisebb távolságú pozícióig hátralevő időt, a gépek közti relatív

legkisebb távolságot és annak irányát. Ennek alapján az algoritmus dönt a lehetséges ütközésről és megtervezi a kitérő manővert.
Robot manipulátorok útvonaltervezésére új eljárás kidolgozására került sor, amely lineáris programozást alkalmaz a minimális idejű sebességprofil előállítására.

Az Akadémiai Kiadónál megjelent egy magyar nyelvű internetes szakkönyv, amely animációkat, videókat és internetes méréseket tartalmaz (Korondi P.: Csúszómód-szabályozás a teljesítményelektronikában és mechatronikában. Budapest, Akadémiai Kiadó, 2017. 159p (ISBN:978 963 454 100 4).

A megújuló energiaforrások felhasználására a mikrohálózatokban alkalmazott, szélenergiát hasznosító villamos erőművek irányítási kérdéseinek vizsgálatára került sor. A kutatások két oldalról táplált indukciós generátort vettek figyelembe. Elsődleges cél, hogy minél több energiát hasznosítsunk, ezért a szélerőműveket a maximális teljesítményhez, névleges szélsebesség fölött a névleges teljesítményhez tartozó munkapontban használják. Mikrohálózatok esetében előfordulhat, hogy az aktív teljesítményigény kisebb, mint az *n* darab, párhuzamosan működő szélerőmű maximálisan leadható teljesítményének összege. A vizsgálatok elemezték, hogy milyen arányban érdemes elosztani a teljesítményeket a párhuzamosan kötött szélerőművek között, úgy, hogy az összhatásfok optimális legyen.

Tudományos definíciót adtunk arra, hogy mit értünk *eto-robotika* alatt. Elkezdődött a robot által elvégezhető viselkedések (eto-gramok) katalógusának készítése. A legtöbb viselkedéselemhez valamilyen mozgás társul. A legtöbb mobil robot nem holonomikus mozgású, de az élőlényeknél fontos, hogy a mozgásirány és az orientáció egymástól függetlenül tudjon változni, ezért elemzésre kerültek a holonomikus mozgásban rejlő lehetőségek. Fontos az ember és gép közötti akusztikus interakció is. Koncepcionális kikötés, hogy a robot nem beszélhet. Az a tapasztalat, hogy ha egy gép beszél hozzánk, akkor az intelligenciájával kapcsolatban az elvárásaink hirtelen annyira megnőnek, hogy az csak csalódással végződhet. Ezért olyan hangmintákat kerestünk, amelyek nem tartalmaznak szavakat, de ki tudnak fejezni érzelmet vagy akaratot, ahogy a kutyák is teszik ezt az ugatással és morgással. Külön vizsgáltuk, hogy egy autonóm jármű hogyan tud kommunikálni a benne ülőkkel, hogyan tudja megnyugtatni őket, hogy bízzanak az autonóm jármű döntéseiben. Ezekről a témákról szóló cikkek 2018-ban fognak megjelenni.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport két tagja az MTA rendes tagja. A kutatócsoport egyik tagja az MTA levelező tagja lett. A kutatócsoport egyik tagja az MTA Automatizálási és Számítástechnikai Bizottságának elnöke. A kutatócsoport egyik tagja az MTA Elektrotechnikai Tudományos Bizottságának az elnöke.

A kutatócsoport tagjai részt vesznek a BME-n és a Széchenyi István Egyetemen az irányítástechnika oktatásában és a doktori képzésben. PhD-s hallgatóink sikeresen szerepeltek a BME-n rendezett konferencián (AACS'2017). A kutatócsoport tagjainak irányításával 4 hallgató szerzett PhD-fokozatot.

A Kutatócsoport tagjai több népszerűsítő előadást tartottak, sikeres bemutatókat tartottak a Kutatók éjszakája rendezvénysorozat keretében. A mérnöki munka népszerűsítésében kiemelt jelentőségű a Gyerekegyetem, ahol a kutatócsoport tagjai aktívan vettek részt az oktatásban. Több százfős tömeget (közöttük számos középiskolással) vonzott a RobonAut és a Micromouse versenyünk.

A csoport egy tagja részt vesz az interneten is hozzáférhető anyag készítésében (http://sysbook.sztaki.hu), mely a mindenütt jelenlevő rendszerekről és szabályozásokról szól

több szinten, szakembereknek éppúgy, mint nem műszaki hátterű érdeklődőknek. A fejlesztés az MTA–BME Nyitott Tananyagfejlesztés Kutatócsoporttal együttműködve történik.
Előkészületben van a Springer Kiadónál szabályozástechnikai jegyzeteink angol nyelvű kiadása (Control Engineering és Control Engineering: MATLAB Exercizes).

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A kutatócsoport tagjai részt vesznek az IEEE és az IFAC több műszaki bizottságának munkájában, többen vezető tisztséget töltenek be. A kutatócsoport támogatásával 2017-ben is megrendeztük a CERiS Workshopot (Workshop on Cognitive and Etho-Robotics in iSpace)

Második helyezést ért el az Advanced Robotics Challenge kategóriában, a kutatócsoporthoz köthető hallgatói csapat a 2017-es World Robot Olympiad Világdöntőben!

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Japán–Magyar TéT pályázatot nyertek el eto-robotikai területen a kutatók kölcsönös cseréjére. A MOGI Tanszék koordinálásával egy négy résztvevős konzorcium elnyert egy drónok észlelésére és pályakövetésére irányuló pályázatot.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

2017-ben a kutatócsoport munkatársainak publikációira összesen 159 független hivatkozást regisztráltak.

1. Mihály A, Kisari A, Gáspár P, Németh B: Design of adaptive vehicle suspension using cloud-based road data. IEEE International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics AIM2017., pp 529-534 (2017) (ISBN:978-1-5090-5999-7) Link(ek): SZTAKI, DOI, Scopus
2. Mihály A , Gáspár P, Németh B: Multiple fault-tolerant in-wheel vehicle control based on high-level control reconfiguration. 20th IFAC World Congress. IFAC Papers Online, 50(1): 8606-8611 (2017) Link(ek): DOI, Egyéb URL
3. Németh B, Fényes D, Gáspár P, Mihály A: Analysis and robust control design of a steering system for autonomous vehicles. IEEE International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics AIM2017**,** pp 535-540 (2017) (ISBN:978-1-5090-5999-7) Link(ek):SZTAKI, DOI, Scopus
4. Nemeth B, Gaspar P, Fenyes D, Bokor J: Robust control design for the integration of steering and torque vectoring using a variable-geometry suspension system. American Control Conference ACC17, pp 291-296 (2017) (ISBN:9781509059928), Link(ek): SZTAKI, DOI, Scopus
5. Litváni L, Stumpf P, Hamar J: Active and Reactive Power Distribution Among Multiple DFIG WTSs in an Isolated Microgrid. ELECTRIMACS 2017, ISBN: 978-2-9511639-0-4
6. Nagy Á, Vajk I: LP-based velocity profile generation for robotic manipulators. International Journal of Control, 91: (3) 582-592 (2017) Link(ek): DOI, Scopus
7. Csorvási G, Nagy, Á, Vajk, I: Near time-optimal path tracking method for waiter motion problem, 20th World Congress of IFAC, pp 4929-4934 (2017) Link(ek): DOI, Scopus

MTA–BME MŰSZAKI ANALITIKAI KÉMIAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Horvai György, az MTA rendes tagja
1111 Budapest, Szent Gellért tér 4.
telefon: (1) 463 4056
e-mail: george.horvai@mail.bme.hu
a kutatócsoport működési ideje: 2012–2017

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

Szelektív, szupramolekuláris kölcsönhatásokra képes receptorokat nanoszerkezetekkel kombinálva, új elveken alapuló mérési eljárások és költséghatékony analitikai mérőeszközök létrehozása, számítógépes modellezéssel alátámasztva.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Szintetikus receptorok

Originális aptamerek

A szívizom troponin I specifikus spiegelmerjük felhasználásával kidolgoztak egy homogén kemilumineszcens rendszert, amely képes a cTnI vérszérumban történő kimutatására. Az RS vírus detektálásra alkalmas aptamerek stabilitását valós idejű PCR-rel igazolták szájüreg nyálkahártya kaparékban.

Molekuláris lenyomatú polimerek (MIP-ek)

Hosszú lumineszcencia élettartamú Ru-komplexszel jelölt fehérje segítségével kidolgoztak egy fluoreszcencia anizotrópia mérésen alapuló homogén fázisú assay-t, ahol a fehérjének egy polimer nanogélhez való kötődése időben követhető. Erős kötőhelyek nélküli, szteroidokra imprintelt polimereket szintetizáltak.

Nanotechnológiai eljárásokkal előállított szelektív felismerésre alkalmas nanoszerkezetek, nanokompozitok

Gázérzékelő és fotokatalitikus mag/héj TiO_2/ZnO and ZnO/TiO_2 nanoszálakat szintetizáltak elektrosztatikus szálhúzással és atomi réteg leválasztással (ALD), valamint PLD (pulsed layer deposition) és MAPLE (matrix assisted pulsed layer ablation) módszerrel gázérzékelő WO_3 nanofilmeket növesztettek. Ezen kívül fotokatalitikus C_{60}/TiO_2 nanokompozitokat, üreges TiO_2 nanogömböket, WO_3/Au nanoszálakat és $FeWO_4$ nanolemezeket készítettek.

Érzékelés és elválasztás funkcionalizált nanoszerkezetekkel

Elsőként alkalmaztak potenciometriás detektálást nanopórus alapú DNS érzékelésre. A nanopórushoz immobilizált pozitív peptid nukleinsavhoz kötődött a negatív töltésű DNS lánc, ez megváltoztatta a pórus felületi töltését, ami feszültségméréssel nyomon követhető volt.

Számítógépes modellezés

Folyadék-gőz spinodális: a spinodális nyomás (a folyadék stabilitás határa) és a laterális nyomásprofil minimuma között arányos kapcsolatot találtak.

Molekulák folyadékfelületi diffúziósebessége: CCl_4, aceton, acetonitril, metanol és víz felületén a molekulák mozgásának jelentős (2-4-szeres) gyorsulását mutatták ki a tömbfázishoz képest.

Anesztetikumok hatásmechanizmusa: a laterális nyomásprofilt az anesztetikumok valóban befolyásolták, de az altató hatásért csak a membrán fejcsoporti rétegének közelében lévő anesztetikum molekulák lehetnek felelősek.

A terveken túlmenően eredményeket értek el az ekvipartíció határfelületi értelmezésében illetve a légkörkémiában fontos adszorpciós folyamatok leírásában.

b) Tudomány és társadalom

A csoport egy tagja az Elsevier kiadó MethodsX című folyóiratánál Editor in Chief pozíciót tölt be. Másik tagja a European Molecular Liquids Group nevű nemzetközi tudományos szervezet elnöke, az OTDT Kémiai és Vegyipari Szakmai Bizottságának elnökhelyettese.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

Vendégkutatók: Belgrádi Egyetem. T. Verbic, 2 hét; M. Pesic, 4 hét; I. Cvijetic 1 hónap

Hazai és nemzetközi konferenciák szervezése:
1st Journal of Thermal Analysis and Calorimetry and 6th V4 Thermoanalytical Conference (Budapest, 2017. június 6–9.)
Vállalati kutatás-fejlesztési kapcsolatok: Axon, GE, GlaxoSmithKline, Egis és KKV-k.
Oktatás egyetemeken: BME, ELTE, SE, PPKE, EKF és ezek doktori iskolái.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

- Fotokatalitikus nanokompozitok ÚNKP-17-4-IV-BME-188, 2017. januártól 12 hónap, 4 900 eFt.
- Anyagtudományi kiválósági műhely: környezetbarát eljárások fejlesztése megújuló energia- és nyersanyagforrások hatékony felhasználására és energiatartalmuk szabályozott felszabadítására; VEKOP-2.3.2-16-2017-00013, 2017. júliustól 48 hónap, 787 316 eFt, További résztvevők: ELTE Kémiai Intézet, MTA Természettudományi Kutatóközpont Anyag- és Környezetkémiai Kutatóintézet, MTA Természettudományi Kutatóközpont Kognitív Idegtudományi és Pszichológiai Intézet.
- Ipari füstgázok károsanyag-tartalmát csökkentő automatizált technológia kidolgozása új, módosított felületű kaolinit agyagásvány és zeolit kompozit katalizátorok fejlesztésével, GINOP-2.2.1-15-2017-00084, 2017. júliustól 36 hónap, 773 932 eFt, További résztvevők: Pannon Egyetem, Szegedi Tudományegyetem, Transmoduls Kft.
- Photocatalytically active hollow-structured semiconductor oxides for environmental applications, NKTH K 124212, 2017. októbertől 48 hónap, 46 872 eFt, További résztvevők: Szegedi Tudományegyetem.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Makra I, Brajnovits A, Jágerszki Gy, Fürjes P, Gyurcsányi RE: Potentiometric sensing of nucleic acids using chemically modified nanopores. Nanoscale, 9:(2) 739 (2017) Link(ek): DOI, REAL, PubMed, WoS, Scopus, Egyéb URL
2. Dorkó Z, Tamás B, Horvai G: Isotherm charts for material selection and method development with molecularly imprinted polymers and other sorbents. Talanta, 162: 167 (2017) Link(ek): REAL, DOI, PubMed, WoS, Scopus

3. Fábián B, Sega M, Horvai G, Jedlovszky P: Single Particle Dynamics at the Intrinsic Surface of Various Apolar, Aprotic Dipolar, and Hydrogen Bonding Liquids As Seen from Computer Simulations. J. Phys. Chem. B, 121:(22) 5582 (2017) Link(ek): REAL, DOI, PubMed, WoS, Scopus
4. Erdőssy J, Kassa E, Farkas A, Horváth V: Enzymatic digestion as a tool for removing proteinaceous templates from molecularly imprinted polymers. Anal. Methods, 9:(31) 4496 (2017) Link(ek): REAL, DOI, WoS

MTA–BME SZERVES KÉMIAI TECHNOLÓGIA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Faigl Ferenc, az MTA doktora
1111 Budapest, Budafoki út 8.
telefon: (1) 463 3652; fax: (1) 463 3648
e-mail: ffaigl@mail.bme.hu
a kutatócsoport működési ideje: 2012–2017

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

Az 5 éves kutatási célkitűzés rövid összefoglalása

A csoport fő kutatási területei a 2012–2016 időszakban az „Elemorganikus vegyületek regio- és sztereoszelektív reakciói, környezetkímélő szintézis módszerek” témakörben a következők voltak:

- poláris fémorganikus vegyületek regio- és sztereoszelektív reakcióinak és a foszfororganikus vegyületek újszerű előállítási lehetőségeinek a vizsgálata;
- speciális környezetbarát szintézismódszerek - nagy szelektivitású heterogén katalitikus reakciók és mikrohullámú aktiválás - alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata;
- új organokatalizátorok előállítása és tesztelése enantioszelektív reakciókban, valamint az enantiomer keverékek tulajdonságainak, racemátok hatékony rezolválási lehetőségeinek vizsgálata.

A 2012–2016 időszakban elért legfontosabb eredmények

Nagy szelektivitású fémorganikus reakciók és rezolválás kombinálásával új 1-fenilpirrol alapvázú bifunkciós atropizomer vegyületek két regioizomer sorozatát szintetizálták és sikerrel alkalmazták enantioszelektív katalitikus reakciókban. Nemzetközi együttműködés keretében új módszereket dolgoztak ki 1-fenilpirrol alapvázú, napelemekben szenzibilizátorként használható vegyületek előállítására, valamint új típusú, konjugált kettőskötés rendszerű 5-ilidénpirrol-2(5*H*)-onok szintézisére, majd a szenzibilizátorokat sikeresen tesztelték a partner olasz kutatócsoportok, az eredményekből közös publikáció készült. Foszfororganikus vegyületek - közöttük a csontritkulás kezelésében fontos dronátok - újszerű, környezetbarát előállítását oldották meg. Új környezetbarát szintézis módszereket dolgoztak ki számos foszforvegyület előállítására mikrohullámú technika alkalmazásával. Új heterogén katalitikus eljárásokat fejlesztettek: ebben a témakörben egy új, originális magyar gyógyszer (cariprazine, Richter Gedeon Nyrt.) kulcsintermedierjének előállítására a csoportban kidolgozott hidrogénezési lépést tartalmazó eljárás szabadalmi oltalmakat kapott több országban. Kidolgozták a (±)-*transz*-dihidronarciklazin – egy jelentős citosztatikus hatással rendelkező fenantridon alkaloid – és analogonjainak sztereoszelektív totálszintézisét vanillinből kiindulva. Ennek során ciklusos, telített nitrovegyületek heterogén katalitikus hidrogénezését is megvalósították.

A rezolválásokkal kapcsolatos kutatási eredményeket felhasználva 2015-ben a Richter Gedeon Nyrt. számára egy új racemát tiszta enantiomerjeinek elválasztására dolgoztak ki eljárást; a cseh Zentiva gyógyszergyár megbízására pedig két új, találmányi bejelentéssel is védett rezolválási eljárást dolgoztak ki generikus hatóanyagok ipari előállítására. Ebben a munkaszakaszban kidolgoztak egy olyan félfolyamatos rezolváló eljárást, ahol a rezolváló ágens a rezolválás végeztével a reaktorban marad és újból felhasználható. Megoldották a diasztereomer sóképzéses rezolválás invazív in-line nyomon követését RAMAN szondával. Megállapították azt is, hogy az ultrahang alkalmazásának jótékony hatása van a rezolválás eredményére abban az esetben, ha a folyamat során a kinetikus kontrollnak van meghatározó szerepe.

Az eredményeket a 2012–2016 időszakban 97 tudományos cikkben, 36 konferencia közleményben, 6 könyvfejezetben, 6 megadott szabadalomban, 4 találmányi bejelentésben 23 külhoni és hazai konferencia előadásban, valamint 3 megvédett PhD-értekezésben tették közzé.

A 2017. január 1.–2017. június 30-ig terjedő időszakban elért legfontosabb eredmények

A csoport működésének *2017. június 30-ig* történt meghosszabbítása lehetőséget adott a fenti kutatási terv alábbiakban felsorolt néhány részterületének további vizsgálatára:

- szelektív (fém)organikus reakciók kutatása policiklusos konjugált rendszerek előállításához,
- foszfortartalmú vegyületek környezetbarát szintézislehetőségeinek kutatása,
- szelektív hidrogénezési reakciók kutatása,
- optikai izomerek elválasztási lehetőségeinek vizsgálata.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A policliklusos 9*H*-pirrolo[1,2-*a*]indol-9-onok előállítására egy trifluormetánszulfonsav-anhidrides előállítási módszert dolgoztak ki, és *in situ* végzett NMR kísérletekkel felderítették a reakció mechanizmusát. Az ezen az úton előállítható ciklusos ketonokból gyűrűtranszformáción, majd gyűrűfelnyitáson keresztül *cisz-*, illetve *transz* indol-2-akrilészterek szintézisére szelektív eljárást dolgoztak ki, amely gyógyszeripari szempontból fontos intermediereket eredményez.

Az MTA és CNR együttműködés keretében végzett kísérletek olyan többszörösen konjugált 5-ilidéntiofén-2-on és diszubsztituált 2,5-dihidrotiofén származékok szintézisére irányultak, melyek várhatóan napelemekben használt színezékek alapvázaként alkalmazhatók.

Egy folyamatos üzemű mikrohullámú rendszert fejlesztettek ki, melyben tesztreakcióként hatékonyan valósították meg benzoesav direkt észteresítését különféle alifás alkoholokkal. Tanulmányozták továbbá különféle α-aminofoszfonátok környezetbarát előállítását is folyamatos üzemű mikrohullámú reaktorban, egyrészt dialkil-foszfitok iminekre történő addícióján, másrészt háromkomponensű (primer amin, benzaldehid, dialkil-foszfit) kondenzációs reakciókon keresztül. Új típusú aminofoszfonát és aminofoszfin-oxid analogonokat állítottak elő benzil-azid és propargil-foszfát, illetve propargil-foszfin-oxid klikk reakcióval.

Mezőgazdasági hulladékból (kukoricaszár) értékes élelmiszeripari terméket (xilitol) állítottak elő, aktív szenes kezelés és biotisztítás után, a xilóz nikkelkatalizált, folyamatos üzemű hidrogénezésével. Azt találták, hogy az aktív szén eltávolította a biotisztítási lépést gátló anyagokat, így a glükózt szelektíven el lehetett távolítani a hidrolizátumból, hogy ne zavarja a xilóz átalakítását. A hidrogénezési reakciók azt mutatták, hogy a magasabb hőmérséklet (130 C) nagyobb cukoralkohol-termelést és -szelektivitást eredményezett.

Két gyógyszerhatóanyag (amlodipine és tofizopam) rezolválásakor megfigyelték, hogy a semleges diasztereomer sók szolvátokat képeznek az alkalmazott oldószerekkel és/vagy hozzáadott akirális segédanyagokkal.

A kutatócsoport eredményeit 2017-ben 11 nemzetközi folyóiratban megjelent közleményben, 8 konferenciákon tartott előadásban foglalták össze és egy gyógyszeripari fontosságú eljárás további 2 országban nyert szabadalmi oltalmat.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport tagjai 2017-ben is részt vettek tudományos diákköri munkát végző, szakdolgozatot, diplomamunkát készítő hallgatók témavezetésében, gyakorlatok, előadások tartásában. A csoportvezető és több csoporttag részt vesz a BME által elnyert, 2017 áprilisában induló FIEK (BME Felsőoktatási és Ipari együttműködési Központ) pályázatban, ezen belül a Richter Gedeon Nyrt.-vel közös gyógyszeripari irányú kutatásokban. A pályázat a hazai szakmai közösségek figyelmének középpontjában áll. Célja, hogy ipari nagyvállalatokkal együttműködve olyan tudás- és eszközállományt hozzon létre a Műegyetemen, amely alkalmas lehet gyakorlati fontosságú K+F feladatok magas tudományos színvonalú, jelentős hozzáadott értéket eredményező megoldására.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

Az alapkutatások műszeres analitikai támogatásában 2017-ben elsősorban a Servier Gyógyszerkutató Intézettel és a Bálint Analitika Kft-vel működtek együtt. A beszámolási időszakban a Richter Gedeon Nyrt.-vel szerződéses kutatómunkákban vettek részt.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport tagjai 2017-ben 2 új OTKA pályázatot nyertek el témavezetőként, illetve résztvevőként, egy fiatal kutató Bolyai ösztöndíjat nyert. Sikeresen oldottak meg 2 ipari K+F szerződéshez kapcsolódó feladatot. A kutatócsoport vezető és három (volt) csoporttag résztvevője a FIEK_16-1-2016-0007 számú, 2017 áprilisában indult pályázatnak. A tárgyévben két külhoni szabadalmi bejelentés is megadásra került.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Varró G, Hegedűs L, Simon A, Balogh A, Grün A, Leveles I, et al.: The first enantioselective total synthesis of (–)-*trans*-dihydronarciclasine. Journal of Natural Products, 80: 1909–1917 (2017) https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jnatprod.7b00208
2. Bálint E, Tajti Á, Kalocsai D, Mátravölgyi B, Karaghiosoff K, Czugler M, Keglevich G: Synthesis and utilization of optically active α-aminophosphonate derivatives by Kabachnik-Fields reaction. Tetrahedron, 73: 5659-5667 (2017) https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040402017308116
3. Bálint E, Tajti Á, Ádám A, Csontos I, Karaghiosoff K, Czugler M, Ábrányi-Balogh P, Keglevich G: The synthesis of α-aryl-α-aminophosphonates and α-aryl-α-aminophosphine oxides by the microwave-assisted Pudovik reaction. Beilstein Journal of Organic Chemistry, 13: 76-86 (2017) https://www.ncbi.nlm.nih.gov/labs/articles/28179951/
4. Mátravölgyi B, Hergert T, Thurner A, Varga B, Sangiorgi N, Bendoni R, Zani L, Reginato G, Calamante M, Sinicropi A, Sanson A, Faigl F, Mordini A: Synthesis and Investigation of New Solar Cell Photosensitizers Having a Fluorazone Backbone. Eur. J. Org. Chem., 2017(14): 1843-1854 (2017) http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ejoc.201601622/abstract
5. Herbay R, Bagi P, Mucsi Z, Mátravölgyi B, Drahos L, Fogassy E, Keglevich G: A novel preparation of chlorophospholenium chlorides and their application in the synthesis of phospholene boranes. Tetrahedron Lett., 58(5): 458-461 (2017) https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040403916317142

MTA–SZTE BIOSZERVETLEN KÉMIAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Kiss Tamás, a kémiai tudomány doktora
6720 Szeged, Dóm tér 7.
telefon: (62) 544 337; fax: (62) 544 340
e-mail: tkiss@chem.u-szeged.hu
honlap: http://www2.sci.u-szeged.hu/bioinorg
a kutatócsoport működési ideje: 2012–2017

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A kutatások során neurodegeneratív betegségekben, a rák kezelésében és a Duchenne-féle izomdisztrofiában potenciálisan felhasználható, fémionokra alapozott terápiás szereket állítottak elő, és azok kölcsönhatásait vizsgálták a biológiai rendszerekben, az aktuális előfordulásuk a szervezetben való lehetséges átalakulásaik és biológiai hatásuk megismerése céljából. Ezzel a 2017. évre tervezett feladatok jó eredményességgel teljesültek.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Gyógyászati bioszervetlen kémia

A neurodegeneratív betegségekben potenciálisan felhasználható fémionokra alapozott terápiás szerek kifejlesztése

Az irodalomban újonnan megjelent feltételezés szerint a réz a β–amiloid plakkokban leginkább Cu(I) formában fordul elő az agy magas aszkorbinsav koncentrációjának köszönhetően. Az oxigén hatására kétértékűvé oxidálódott réz szinte azonnal reagál az antioxidáns aszkorbinsavval, ennek megfelelően a feltételezés szerint a réz(II) komplexképzők nem képesek a fémiont a plakkból eltávolítani. A közleményben kizárólag a ciklám (1,4,8,11-tetraazaciklotetradekán) esetében igazolták, hogy a ligandum nem volt erre képes. Megismételték a kísérleteket számos egyéb komplexképzővel, és megállapították, hogy a feltételezés nem állja meg a helyét, a legtöbb megfelelő stabilitással rendelkező ligandum (pl. TREN, ENDIP) képes a Cu(II)-t a β-amiloid komplexéből eltávolítani és csökkenteni/megszüntetni a ROS aktivitást. Feltételezhetően kinetikai okokra vezethető vissza, hogy a ciklám azonban nem volt képes erre.

Rákellenes hatású fémkomplexek

A rákellenes fémvegyületek tárgykörben részletesen vizsgálták félszendvics fémorganikus kationok (N,O) donoratomokat tartalmazó pikolinátokkal és 8-hidroxi-kinolinátokkal képzett komplexeinek oldatkémiai viselkedését és citotoxicitását. A Rh-η^5-C_5Me_5 és Ru-η^6-p-cimol kölcsönhatását tanulmányozták a referenciavegyületnek számító 8-hidroxi-kinolinnal is és annak vízoldhatóbb 5-szulfonát és multidrog rezisztencia (MDR)-szelektivitást mutató piperidin származékaival. Egyértelmű stabilitási trendeket sikerült felállítani; és azt kapták, hogy még a legkevésbé stabilis komplexek vizes oldatbeli stabilitása is fiziológiás pH-n kiemelkedő, disszociációjuk elhanyagolható. A nagyobb lipofilitású komplexek citotoxikusnak bizonyultak MDR rákos sejtvonalakon is, és érdekesnek bizonyult, hogy a ródiumkomplex megőrzi, míg a ruténiumkomplex letöri az MDR-szelektivitást. A Rh-η^5-C_5Me_5 félszendvics organofém-kation pikolinsavval és annak metil-szubsztituált és benzol-annellált származékaival való kölcsönhatásának összehasonlító vizsgálata, azt mutatta, hogy a metilcsoport és a benzolgyűrű beépítése megnöveli a komplexek stabilitását és lipofilitását, de a gyors ligandumcsere folyamatok miatt a komplexek citotoxicitása nem kedvező.

Részletesen vizsgálták két 'salan' típusú (N2O2) négyfogú ligandummal képzett ruténiumkomplex [Ru(III)(salan)(PPh_3)Cl] DNS-sel való kölcsönhatását. A komplexek apoptózist kiváltó hatásában ennek ugyanis jelentős szerepe van. Fluoreszcens kötőhely

markerek segítségével határozták meg a kötési állandókat a komplexek interkalálódására és árokban való megkötődésére vonatkozóan 'steady state' és élettartam fluorimetriás mérésekkel.

Egy L-prolin-tioszemikarbazon konjugátum Ga(III) és Fe(III/II)-ionokkal való komplexképződésének vizsgálata során azt találták, hogy a vegyület szemben a klasszikus háromfogú tioszemikarbazonokkal ötfogú ligandumként koordinálódik és ennek következtében csak mono komplexek képződnek. A Fe(III)-ionokkal viszont redoxi reakció játszódik le, ami a ligandum ciklizálódásával jár, melynek hajtóereje a Fe(II)-vel való stabilis komplexképződés.

Összefoglaló közleményükben az oldatspeciációs vizsgálatok és az egyensúlyi állandók alapján történő modellszámítások jelentőségét mutatták be biológiailag és gyógyászati szempontból érdekes fémvegyületek pl. Ga(III)-, Ru(III)-tartalmú rákellenes komplexek, antidiabetikus V(IV/V)- és Zn(II)-komplexek esetén.

Fémionok és fémkomplexek katalitikus hatásán alapuló gyógymód genetikai hibák korrekciója révén

Előállítottak és tanulmányoztak olyan ColE7-alapú cinkujj mesterséges nukleázokat, melyek számítógépes tervezését az egyedi fehérjerészletek DNS-sel alkotott komplexeinek kristályszerkezeteiből kiindulva valósították meg. Az új nukleázok képesek voltak a DNS molekulát a cinkujj fehérje célszekvenciájának közelében hasítani. Különbség mutatkozott az Nx-ZF-Cy szabályozottan működő és a ZF-Cy típusú szabályozórész nélküli fehérjék DNS-felismerő képessége között. Megvizsgálták az előállított mesterséges nukleázok bejuttatásának lehetőségét humán sejtekbe, és DNS-javító mechanizmust indukáló tulajdonságait a Tsukubai Egyetemmel együttműködésben. Bár az új mesterséges nukleázok nem mutattak kiemelkedő katalitikus aktivitást, az eredmények mégis biztatóak. További fejlesztésük remélhetőleg a gyakorlatban is alkalmazható mesterséges enzimekhez vezet majd.

Metalloenzimek szerkezeti és funkcionális modellezése, mesterséges enzimek kifejlesztése

Biomimetikus enzim modellek kifejlesztése tripodális metallopeptidek révén

A 2016-os évben beszámoltak a *tach* és a *tren* 2- és 3-piridinnel képzett tripodális ligandumainak komplexképző sajátságait Cu(II), Zn(II) és Mn(II) ionokkal. Az ezekből az eredményekből született publikáció 2017-ben jelent meg.[1]

Vizsgálták a trisz(2-amino-etil-amin (tren) és nitrilotriecetsav tripodális állványzatokra épülő tripodális peptidek koordinációs sajátságait. A tren és nta amino és karboxil csoportjaihoz hisztidint kötöttek amidkötés kialakítása révén, így N- és C-terminális hisztidint tartalmazó tripodális vegyületeket nyertek, melyek eltérő koordinációs sajátsággal rendelkeznek [2]. Az N- és C-terminális hisztidint tartalmazó vegyületek jellemző kötésmódja hasonlatos ugyan a His-Gly és Gly-His peptidekéhez, azonban a nagyszámú donorcsoport jelenlétének köszönhetően jelentős eltérést jelent fenti dipeptidektől a nagy stabilitású, 3:2 ill. 2:1 fém-ligandum arányú oligomer komplexek megjelenése. Ezekben a komplexekben a fémionok közel vannak egymáshoz (eltérően a lineáris oligopeptidek komplexeitől), ami a fémionok kooperációja révén hatékony oxidáz enzimmodellek képződését eredményezte.

A vanádiumfüggő haloperoxidáz enzimek szerkezeti és funkcionális modellezése

Jelentős előrehaladás ebben a munkatervi pontban nem történt.

Fémionszabályzó fehérjék modellvegyületei, új kutatási irány

A CueR réz-efflux szabályzó fehérje működési mechanizmusán alapuló bakteriális fémion-jelzőrendszer működését biztosító regulátor fehérje génjét, valamint az EGFP termelődéséért

felelős szabályozott promóter-reporter szakaszt két független plazmidba építették be. Cu(II)ionokkal végrehajtott kísérletekkel a fémion koncentrációjától függő fluoreszcens válaszjelet mértek, melyet microplate reader-rel optimalizáltak. Előállították a CueR fehérje fémkötő-szakaszában módosított, a C-terminális felöl hét aminosavval csonkított, valamint a Ser77 helyen módosított variánsait kódoló géneket. ^{111m}Cd és ^{199m}Hg PAC spektroszkópiai mérésekkel vizsgálták a CueR fehérje kétértékű fémion-kötő sajátságait DNS jelenlétében két eltérő pH-n. Az eredmények az Ag(I)ionoktól jelentősen eltérő szerkezetű és összetételű komplexek képződését is igazolták. Befejezték a CueR fémszabályzó fehérje modellpeptidjei és Cu(I)ionok kölcsönhatásának vizsgálatát, az eredményeket publikálták. Karakterizálták két potenciális Cu(I)-kelátor, „turn"-motívumot tartalmazó rövid tetrapeptid Cu(I)-kötő tulajdonságait, amelyből készített kézirat elfogadásra került az Inorganic Chemistry folyóiratban.

b) Tudomány és társadalom

Eredményeiket igyekeznek a társadalom, tudomány iránt érdeklődő rétegei számára is megismerhetővé tenni. Például a Magyar Kémikusok Lapjában rendszeresen jelentkeznek kémiát népszerűsítő cikkekkel. Hasonlóképpen aktívak az MKE Facebook honlapjának működtetésében.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

Továbbra is kiemelkedik a bécsi Egyetemmel való kapcsolatuk A kutatócsoportnak ez évben is több kétoldalú kutatási kapcsolata volt külföldi intézményekkel, így a Universität Wien-nel, és a Lengyel Tudományos Akadémia Biofizikai és Biokémiai Intézetével, valamint a University of Copenhagen-nel. Kapcsolatot alakítottak ki a hazai Innostudio Kft-vel az irányított hatóanyag célbajuttatás (targeted drug delivery) kutatási témában.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A legjelentősebb esemény, hogy a csoport elnyerte a GINOP 2.3.2-15-2016-00038. számú kutatási pályázatot, amely a 2017–2021 időszakra elegendőnek tűnő anyagi forrást biztosít a sajnos megszűnő Kutatócsoportnak az eredményes kutatások folytatására. A nemzetközi kapcsolataik anyagi megalapozására további pályázatok beadása és elnyerése azért még szükségesnek látszik.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Kiss T A, Enyedy É, Jakusch T: Development of application of speciation in chemistry, Coordination Chemistry Reviews, 352: 401-423 (2017) Link(ek): DOI
2. Dömötör O, F. M. de Almeida R, Côrte-Real L, P. Matos C, Marques F, Matos A, Real C, Kiss T, A, Enyedy É, Garcia M H, Tomaz AI: Studies on the mechanism of action of anti-tumor bis(aminophenolate) ruthenium(III) complexes, Journal of Inorganic Biochemistry, 168: 27-37 (2017) Link(ek): REAL, DOI, WoS
3. Matyuska F, Szorcsik A, May NV, Dancs A, Kováts E, Bényei A, Gajda T: Tailoring the local environment around metal ions: A solution chemical and structural study of some multidentate tripodal ligands, Dalton Transactions, 46: 8626-8642 (2017) Link(ek): DOI, PubMed, WoS, Scopus

MTA–BME GÉPEK ÉS JÁRMŰVEK DINAMIKÁJA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Stépán Gábor, az MTA rendes tagja
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 5.
telefonl: (1) 463 1369; fax: (1) 463 3471
e-mail: stepan@mm.bme.hu; http://www.mm.bme.hu/~gjd
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A kutatócsoport 2017 első felében a korábbi kutatási témák összegzésével foglalkozott, majd – a támogatási ciklushoz igazodva – 2017 közepétől kezdte el megvalósítani az öt éves kutatási tervben vázolt célokat. A *dinamikai érintkezési feladatok* témakörben nagy súllyal szerepelnek speciális rezgésmérési eszközöket igénylő kísérleti vizsgálatok. A beszámolási időszak feladata a forgó alkatrészeken végzett gerjesztési és mérési eljárás kidolgozása volt, melyet egy szerszámgépen sikerült alkalmazni. További fontos feladat volt az alkatrészek érintkezésének a modális tulajdonságokra gyakorolt hatásainak elemzése. Ennek kapcsán kis szabadságfokú modellek numerikus és kísérleti vizsgálata történt meg, a munkatervnek megfelelően. A kerék-talaj érintkezés témakörében folytatódott a többzónás érintkezési modell vizsgálata: egy egyszerűsített gumikerék modellel a megcsúszás figyelembe vétele mellett sikerült analitikus nemlineáris számításokat végezni. Megkezdődtek az eredetileg 2018-ra tervezett nemlineáris dinamikai kísérletek is az átépített kísérleti berendezésen. A gumikerék paramétereinek kimérése megtörtént, amellyel meghatározásra kerültek a vizsgálatok szempontjából legérdekesebb vontatási hossz és vontatási sebesség tartományok. Az ehhez kapcsolódó, a pályázatban előirányzott, Filippov-rendszerekkel kapcsolatos kutatási téma kutatását a támogatási összeg csökkentése miatt el kellett halasztani.

Az *alulaktuált mechanikai rendszerek* témakörben az alulaktuált rendszerek szabályozására kifejlesztett prediktív analitikus módszer algoritmizálásán dolgozott a kutatócsoport, a tervekkel összhangban. Fontos cél volt a szabályozási módszer kiterjesztése anholonom rendszerekre is annak érdekében, hogy az használható legyen járműszerelvények esetén is. Az ún. exoskeletonok és a lábon közlekedő robotok is az alulaktuált rendszerek közé tartoznak. Ezek vizsgálatára a kutatócsoport tagjai létrehoztak egy numerikus szimulációkra alkalmas szabályozással ellátott többtest-dinamikai mechanikai modellt. A digitális szabályozás hibájának becslési módszerét sikerrel alkalmazták a kutatók több szabadsági fokú modellekre. Kísérleti eredmények is születtek azzal kapcsolatban, hogy a kinematikai redundancia feloldására alkalmazott robotikai algoritmusok milyen viszonyban vannak az emberi kar mozgástervezésével.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A *dinamikai érintkezési feladatok* témakörben tervezett kísérletek kapcsán felmerült igények felmérése azt mutatta, hogy szükség van a kutatócsoportban egy olyan rezgésmérési rendszerre, amely alkalmas gyorsan forgó alkatrészek rezgéseinek keltésére és érintésmentes mérésére. A piacon jelenleg nem áll rendelkezésre széles körben használt eszköz a mozgó alkatrészek gerjesztésére. A rezgések mérésére ugyan vannak lehetőségek, de ezek a tapasztalatok szerint megbízhatatlanok, illetve nem alkalmazhatók magas fordulatszámok esetén. A gyakorlatban két gerjesztési lehetőség áll rendelkezésre: az ütéses és a harmonikus gerjesztés. Az utóbbi előnye, hogy az átviteli függvény sokkal pontosabban meghatározható, azonban az elterjedt eszközök itt is mindig valamilyen kontaktuson keresztül adják át az erőt.

A kutatócsoportban folyó munka során készült egy olyan speciális, elektromágneses elven működő érintésmentes gerjesztő berendezés, amely alkalmas szerszámgépek magas fordulatszámon történő működés közbeni gerjesztésére. A modális analízis másik sarkalatos pontja a rezgések mérése, mely forgó alkatrészek esetén ugyancsak nem triviális. A kereskedelmi forgalomban rendelkezésre álló eszközök jellemzően nagyon érzékenyek a méréshez használt felület minőségére, illetve a sávszélességük nagy fordulatszámon nem elegendő. A kutatócsoport célja egy lézeres elven működő szenzor kifejlesztése. Az eszköz prototípusa már elkészült, az eszköz nagy mintavételi frekvencia mellett is 100 nm alatti pontossággal képes a forgórészek elmozdulását mérni. A kidolgozott módszerek alkalmasak a kutatócsoportban végzett, forgácsolással kapcsolatos elméleti kutatások ellenőrzésére is, melyek a periodikus forgácsképződésnek az esztergálás stabilitására gyakorolt hatását vizsgálják.
A gerjesztett rendszer mért rezgéseinek kiértékelését jelentősen megnehezíti, hogy a testek közötti érintkezések befolyásolják a modális jellemzőket. Ezért elkezdődött olyan mechanikai modellek vizsgálata, melyekkel mind kísérleti, mind elméleti úton meg lehet határozni az érintkezés merevségre és csillapításra gyakorolt hatásait. Egy két darabból összeszerelt és egy azzal azonos geometriájú, de egy darabból álló test kísérleti modális analízise azt mutatta, hogy a sajátfrekvenciák megváltozása nagy összenyomó erő mellett elhanyagolható, azonban a csillapítás igen jelentősen megváltozik. Ennek kapcsán – a munkatervnek megfelelően – sok szabadsági fokú, gerjesztett, súrlódásos modellek numerikus vizsgálata történt meg. Az eredmények rámutattak arra, hogy a normálerő eloszlása és az egy periódus során disszipált energia között jól detektálható determinisztikus kapcsolat áll fenn, melynek érvényességét előzetes kísérletek is igazolták.
A vontatott gumikerékkel kapcsolatos vizsgálatok során a kutatócsoport tagjai kísérleti úton elemezték a kerékszitálásra jellemző bistabil tartományokat. Így a korábbiakban már validált lineáris stabilitási görbékhez megrajzolhatóvá váltak az elkerülendő paramétertartományok. A mérési eredményeket összevetve a numerikus szimulációk eredményével megállapításra került, hogy – bár kvalitatívan helytállók az elméleti eredmények – a valóságban valamivel kisebb sebességnél helyezkednek el a bistabil tartományok. A mért és szimulált nemlineáris rezgési amplitúdók is valamelyest eltérőek: a szimulációk által jósolt amplitúdók kisebbek a valóságosnál. A kísérleti vizsgálatok mellett az elméleti számítások terén is volt előrehaladás. Egy egyszerűsített gumikerék modellel a megcsúszás figyelembe vétele mellett sikerült analitikus nemlineáris számításokat végezni. Ez azért számít mérföldkőnek, mert a szakirodalomban újdonságnak számít az ilyen, megoszló időkéséssel rendelkező és szakaszosan folytonos differenciálegyenletek elemzése. A számítások igazolták, hogy az egyenes vonalú haladás lineáris stabilitásában nem játszik szerepet a kerék-talaj érintkezés mentén lejátszódó csúszás. További fontos eredmény, hogy így már analitikus számítások is igazolják a bistabil tartományok létezését.
Az *alulaktuált mechanikai rendszerek* témakörében elkezdődött a korábban kifejlesztett prediktív szabályozási algoritmus átalakítása, hogy azzal anholonom alulaktuált rendszerek is kezelhetők legyenek. A módszert tovább algoritmizálták a kutatók oly módon, hogy a legkisebb négyzetek módszere helyett variációszámítási alapon oldják meg a feladatot, ún. nem fix végpontú variációs problémaként. Ennek a fejlesztésnek jelentős gyakorlati haszna van, mivel a számítási idő számottevően csökkenthető volt. Míg a korábbi prediktív módszer esetében a stabilitásvizsgálat közvetlenül nem volt megoldható, addig a jelenlegi, analitikus úton levezetett módszer esetében ez is lehetővé válhat.
A kidolgozott módszerek egyik lehetséges alkalmazási területe az emberi- és robotmozgások vizsgálata. A kutatócsoport tagjai létrehoztak egy numerikus szimulációkra alkalmas, szabályozással ellátott többtest-dinamikai mechanikai modellt, mely periodikus mozgás generálására alkalmas. Segítségével szökdelő helyváltoztatás közben vizsgálható a fizikai paraméterek és a mozgásforma hatása az energiahatékonyságra, a talaj-láb ütközés

intenzitására és a stabilitásra. Az eredmények a futó mozgás vizsgálatához biztosítanak előzetes ismereteket. A kutatócsoport tagjai kísérletet végeztek egy 10 főből álló csoporton is, melynek során azt vizsgálták, hogy a kinematikai redundancia feloldására alkalmazott robotikai algoritmusok milyen viszonyban vannak az emberi kar mozgástervezésével.
Az alulaktuált rendszerek számítógépes szabályozása során jelentős lehet a digitális hatások szerepe a dinamikai viselkedésben. Ennek kapcsán megtörtént a szabályozási hiba becslési módszerének ellenőrzése egy többtest-dinamikai modellben. Elkezdődött olyan, a mikro-káosz leképezéshez hasonló modellel leírható feladatok elemzése is, ahol nem a számítógépes szabályozással, hanem más folyamatokkal (például paraméteres gerjesztéssel) kapcsolatban merül fel a mintavételezés és a kerekítés problémája. Előrelépés történt a mind kimeneti, mind bemeneti kerekítés figyelembevétele kapcsán is.

b) Tudomány és társadalom

A kutatók hagyományosan aktívan részt vesznek a BME-n szervezett nyílt napokon, a kutatócsoport vezetője pedig előadást tartott a Magyar Műanyagipari Szövetség által rendezett ismeretterjesztő konferencián. A kutatási témák közül elsősorban a járás és futás tanulmányozása tarthat számot széles körű érdeklődésre, mert a társadalmi szinten elterjedt sportkultúra fontos tényező az egészségügyet terhelő költségek lefaragásában. A kerék-talaj kapcsolat vizsgálata az önvezető járművek fejlesztése során nyerhet alkalmazást.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

- *Új felsőoktatási kapcsolat*: University of Udine, Georgia Institute of Technology
- *Nemzetközi konferenciák szervezése:* Sikeresen zárult a kutatócsoport által szervezett European Nonlinear Dynamics Conference (ENOC 2017). Az 14th IFAC Workshop on Time Delay Systems (2018) és a 8th CIRP Conference on High Performance Cutting (2018) konferenciák szervezése folyamatban van.
- *Új ipari kapcsolatok*: Audi Hungaria Zrt., Siemens Zrt., Mirrotron Kft.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport korábban elnyert pályázatainak futamideje még nem járt le 2017-ben.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Varszegi B, Takacs D, Insperger T: Acceleration helps in skateboarding at high speeds. International Journal of Dynamics and Control, 1-8. (2017) http://real.mtak.hu/70744/
2. Varszegi B, Takacs D, Stepan G: Stability of Damped Skateboards under Human Control. Journal of Computational and Nonlinear Dynamics, 12(5):7 (2017) http://real.mtak.hu/70743/
3. Beregi S, Takacs D, Hos Cs: Nonlinear analysis of a shimmying wheel with contact-force characteristics featuring higher-order discontinuities. Nonlinear Dynamics, 90(2):877-888 (2017), http://real.mtak.hu/70274/
4. Bencsik L, Kovács LL, Zelei A: Stabilization of Internal Dynamics of Underactuated Systems by Periodic Servo-Constraints. International Journal of Structural Stability and Dynamics, 17, 1740004 (2017) http://real.mtak.hu/48140
5. Gyebrószki G, Csernák G: Clustered Simple Cell Mapping: An extension to the Simple Cell Mapping method. Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, (ISSN: 1007-5704) 42: 607-622 (2017) http://real.mtak.hu/39437

MTA–BME INFORMATIKAI RENDSZEREK KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Telek Miklós, az MTA doktora
Budapest 1117, Magyar Tudósok krt. 2.
telefon: (1) 463 2084; fax: (1) 463 3263
e-mail: telek@hit.bme.hu; honlap: http://webspn.hit.bme.hu/~telek/kutcsop/
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

5 éves kutatási terv rövid összefoglalása

Hálózati forgalmak sztochasztikus modellezése és sorbanállási rendszerek viselkedésének vizsgálata.

Megfelelő technikák kidolgozása hálózatoknak és elemeinek tervezésére, analízisére, optimalizálására, és méretezésére különböző típusú forgalmak együttes jelenléte esetén. A forgalom sztochasztikus jellemzőinek kutatása. Hatékony közelítő eljárások kidolgozása.

Kommunikációs stratégiák elméleti és gyakorlati vizsgálata. Az internet topológiájának vizsgálata, hatékony útvonalválasztási metódusok kidolgozása. Az útvonalválasztáshoz kapcsolódó adatstruktúrák tervezése, vizsgálata és alkalmazása.

Nagy-hatótávolságú kvantum kommunikáció vizsgálata. A jövő kvantum-kommunikációs hálózataiban rejlő lehetőségek feltérképezése a zajos kvantumcsatornák kapacitás visszaállíthatóságán keresztül.

Korábbi eredmények tömören

Diszkrét és folytonos Markovi forgalommodelleket fejlesztettek kiszolgáló hálózatokhoz, a modelleket hatékonyan elemezték, az elméleti eszköztárat bővítették és gyakorlati alkalmazásokat is adtak. Nagyméretű számítógépes rendszerek viselkedését vizsgálták.

Komplex hálózatokban hatékony útvonalválasztás kialakítását vizsgálták helyben tárolt információk alapján, különös tekintettel a helyi memóriakorlátokra, a sebességre és a hibakezelésre. SDN hálózatokban innovatív csomagtovábbítási és hibakeresési megoldásokat adtak.

Elosztott rendszerekhez gazdasági ösztönző mechanizmusokat dolgoztak ki.

Kvantum-kommunikáció. Vizsgálták kvantum titkosító rendszerek biztonsági kérdéseit. Egy új kvantumcsatorna típust tártak fel és meghatározták annak kapacitásformuláit. Elemezték a kvantum-kommunikációs hálózatok információ- és kvantum-összefonódás átviteli képességét. Számítógépes rendszerek védelmét vizsgálták, WSN (Wireless Sensor Network) protokollokra automatizált biztonsági ellenőrző eljárást adtak.

2017-es feladatok

Kvantumjelenségek alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata a kvantum-kommunikációs hálózatokban. Az eredmények hasznosítása kvantumhálózatok tervezése során, kvantumtitkosító rendszerekben, valamint a kvantumszámítógépek elméletében.

A komplex hálózatokban előforduló útválasztási stratégiák vizsgálata. Hálózati adattömörítési és kivonatolási technikák kidolgozása egyszerű információs modellekre, különös tekintettel a programozható csomagtovábbító komponensek felépítésének optimalizálására.

Elosztott rendszerek (pl. SDN hálózatok és adatközpontok multioperátoros rendszerek) gazdasági modellezése, erőforrások értékelése, különös tekintettel a műszaki részletek ösztönző hatására. Vizsgálatok a ma terjedőben lévő újszerű elosztott rendszerekre.
Alkalmazott sztochasztikus modellezés informatikai rendszerekben. Nagyméretű összefüggő, kölcsönható műszaki rendszerek vizsgálata (például random access protocol működésének vizsgálata sok felhasználó esetén), a meanfield (térátlag) bizonyítás kiterjesztése új megközelítést igénylő folyamat osztályokra, továbbá a Markov döntési folyamatok hatékonyabb megoldása. Ipari együttműködés adatfeldolgozó rendszerek teljesítményelemzése területén. Másodfokú folyadékmodellek egyensúlyi viselkedésének vizsgálata mátrix-analitikus módszerekkel.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

2017-ben a kutatási feladat keretén belül elemeztünk kvantumszámítógép architektúrákat, vizsgáltak kvantumtitkosító protokollokat, zajos kvantumcsatornákon keresztüli összefonódottság átvitelt valamint a kvantumjelenségek alkalmazási lehetőségeit a jövő kvantum-kommunikációs hálózataiban [7, 8].

Szoftverizált hálózatok alapján terveztünk rendszert, amely a jövőbeni 5G szolgáltatásokat automatikusan fogja tudni létrehozni, akár több szolgáltató szerves együttműködésével kialakított infrastruktúrán is [6].

A komplex hálózatok területén az egyik fontos eredményünk valós hálózatokban a ,,gazdagok klubja'' jelenség modellezése, mely az útvonalak természetére is nagy hatással van [4, 5]. Agyhálózati adatok elemzésével is foglalkoztunk: MRI képalkotás alapján kidolgozott agyszerkezet jellemzőket kutattuk és mutattunk ki érdekes strukturális jelenségeket [1, 2].

Elvégeztük szintfüggő másodfokú folyadék modellek analízisét [9]. Ipari együttműködés keretében modelleztük egy adatfeldolgozó rendszer memóriakezelését [10]. Markov döntési folyamatok méretcsökkentésével várakozási sorokban fellépő optimalizálási feladatokra biztosítottunk hatékony megoldást [3].

b) Tudomány és társadalom

Kutatási eredményeinkkel kapcsolatban több sajtóközlemény is megjelent:
https://phys.org/news/2017-05-presence-rich-clubs-distance-networks.html
https://phys.org/wire-news/266309356/towards-the-science-of-paths-in-networks.html

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

- Nemzetközi együttműködés az U.S. Army Research Laboratory (ARL) kutatólaboratóriummal valamint a Southampton-i egyetemmel (University of Southampton, UK).
- Közreműködés a COST Action RECODIS programban.
- Ipari együttműködés a Nokia, Bell Labs céggel.
- Részvétel a H2020 5G projektben.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

- NKFI FK_123957: A természet által használt útvonalak tulajdonságainak vizsgálata valós hálózatokban
- OTKA K-123914: Erőforrás allokáció általános célú számítási architektúrákban

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Majdan A, Heszberger Z, Bíró J: Navigational Core vs Link Prevalence Score in Structural Networks of the Human Brain, In: Network Neuroscience Workshop. Konferencia helye, ideje: Indianapolis; Bloomington, Amerikai Egyesült Államok, 2017.06.19-2017.06.23. Indianapolis; Bloomington: MIT Press, p. 1. 4 p.
2. Majdan A, Heszberger Z, Gulyas A, Biro J: Structural Navigability in the Human Brain, In: NetSci-X 2017: International School and Conference on Networks Science. Konferencia helye, ideje: Tel Aviv, Izrael, 2017.01.15-2017.01.18. pp 1-4., Link(ek): Egyéb URL
3. Mészáros A, Telek M: Server optimization of infinite queueing systems In: Markov Decision Processes in Practice. Springer International Publishing, pp 103-129 (2017) Link(ek): DOI, Scopus
4. Csigi M, Korosi A, Biro J, Heszberger Z, Malkov Y, Gulyas A: Geometric explanation of the rich-club phenomenon in complex networks, Scientific Reports, 7: Paper 1730 (2017) Link(ek): DOI, PubMed, WoS, Scopus
5. Csoma A, Körösi A, Rétvári G, Heszberger Z, Bíró J, Slíz M, Avena-Koenigsberger A, Griffa A, Hagmann P, Gulyás A: Routes Obey Hierarchy in Complex Networks, Scientific Reports, 7:(1) Paper 7412 (2017) Link(ek): DOI, PubMed, WoS, Scopus
6. Biczok G, Dramitinos M, Toka L, E Heegaard P, Lonsethagen H: Manufactured by software: SDN-enabled multi-operator composite services with the 5G Exchange, IEEE Communications Magazine 55:(4) pp 80-86 (2017) Link(ek): REAL, DOI, WoS, Scopus
7. Gyongyosi L, Imre S: Hamiltonian Dynamics for Entanglement Distribution in Quantum Networks, In: SPIE Quantum Communications and Quantum Imaging XV. Konferencia helye, ideje: San Diego (CA), Amerikai Egyesült Államok, 2017.08.06-2017.08.10. San Diego (CA): Paper GyL_IS.
8. Gyongyosi L: Efficient Decentralized Routing in Quantum Networks In: QCrypt 2017, 7th International Conference on Quantum Cryptography (online). Konferencia helye, ideje: Cambridge, Egyesült Királyság / Anglia, 2017.09.18-2017.09.22. Cambridge: Paper GyL. 15 p.
9. Horváth G, Telek M: Matrix-analytic solution of infinite, finite and level-dependent second-order fluid models. Queueing Systems, 87:(3) 325-343 (2017) Link(ek): DOI, WoS, Scopus, Egyéb URL
10. Horváth I, Finta I, Kovács F, Mészáros A, Molontay R, Varga K: Markovian Queue with Garbage Collection, Analytical and Stochastic Modelling Techniques and Applications: 24th International Conference, ASMTA 2017, Newcastle-upon-Tyne, UK, July 10-11, 2017, Proceedings, pp. 109-124.

MTA–BME KOMPOZITTECHNOLÓGIAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Czigány Tibor, az MTA levelező tagja
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.
telefon: (1) 463 2003; fax: (1) 463 1527
e-mail: czigany@eik.bme.hu; honlap: http://www.pt.bme.hu/kutato/
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A Kompozittechnológiai Kutatócsoport 2017. évi fő feladatának tekintette, hogy a *hibrid kompozitok*, *nanokompozitok/funkcionális anyagok* és *biokompozitok* kutatási témáiban a kutatómunkát ütemezetten tovább folytassa, az első 5 éves kutatási tervét lezárja és ennek eredményeit rangos publikációk formájában tegye közzé, valamint az új 5 éves kutatási tervének megfelelően kutatómunkáját megkezdje.
A *hibrid kompozitok* területén fő feladatként határozták meg a szénszál/üvegszál erősítésű hibrid kompozitok túlterhelés-érzékelő funkcióinak további vizsgálatát; a nanoszálas paplanok előimpregnált kompozit lapok közé való betervezését; az epoxigyanta mátrixú üveg-bazalt- és szénszövet erősítésű mono- és hibrid kompozitok gyártását, tönkremeneteli folyamatainak elemzését; égésgátolt polimer kompozitok szakirodalmának áttekintését; szintaktikus fémhabok tönkremeneteli módjainak, alakváltozási mechanizmusainak vizsgálatát, valamint bemetszés érzékenységük és törési viselkedésük vizsgálatát. A *nanokompozitok/funkcionális anyagok* kutatási témára vonatkozóan célul tűzték ki a poliamid 6 mátrixú szénszál és szén nanocső erősítésű kompozitok kúszási tulajdonságok vizsgálatának lezárását, a különböző terhelési szinteken kapott eredmények közötti kapcsolatok feltárását; a nanoszálak fejlesztését; funkcionális érzékelők fejlesztésének megkezdését. A *biokompozitok* esetén feladatként határozták meg az emberi idegek vizsgálatát az erő-tartomány meghatározásához; a politejsav (PLA) különböző gócképző adalékanyagokkal létrehozott kristályszerkezete, kristály-módosulatai és a különböző lágyító-, töltő-, valamint erősítőanyagok a késztermék tulajdonságaira gyakorolt kereszthatásának feltárását; kémiai és fizikai úton habosított PLA habszerkezetek előállítását és vizsgálatát.
Az 5 éves kutatási tervükben a fő hangsúlyt a megkezdett kutatások továbbfolytatására, azok lezárására, valamint eredményeik publikálására és ipari területekre történő adaptálásra helyezték. Az év második felétől új kutatási ciklusok munkatervének megfelelő kutatómunkát megkezdték. Feladataikkal az ütemtervben közölteknek megfelelően, a *hibrid kompozitok* témában a tönkremeneteli folyamatok elemzésén, előrejelzésén és a fémhabok fejlesztésén; a *nanokompozitok/funkcionális* anyagok területén a nanokompozitok előállításán és vizsgálatán; míg a *biokompozitok* területén az implantátumanyagok, és biológiai úton lebontható polimer anyagok és kompozitok fejlesztésével ütemezetten haladnak.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A kutatócsoport a *hibrid kompozitok* területén kimutatta, hogy mind egy- mind többirányú erősítés esetén kritikus a rétegek közötti határfelület szilárdsága és repedésterjedéssel szembeni ellenállása. A rétegközi tulajdonságok javítására számos megoldás létezik, azonban a határfelület vastagságát minden esetben kontrollálni kell. A kutatócsoport jelentős eredményként értékelte, hogy az általuk korábban kifejlesztett nanoszálas paplanok ígéretesek a kompozit rétegek közötti határfelület vastagságának növelésére és pontos beállítására, a határfelület tulajdonságainak javítására. Az epoxigyanta mátrixú üveg-, bazalt- és szénszövet erősítésű mono- és hibrid kompozitok esetén az aktív termográfiás vizsgálatok eredményei szerint az elkészült mintákban jól láthatóak az esetleges hibahelyek és sikeresen

azonosíthatóak a különböző erősítőanyagok is. Az epoxigyanta újrahasznosított gumiőrleménnyel történő társításnak eredményeként az erősítőstruktúra egyrészt csökkentette az agglomerátumok méretét, másrész kismértékű kiszűrődést is okozott. A gumiőrlemény társítás előtti mikrohullámú devulkanizációja nem mutatott szignifikáns változást a kezeletlen gumiőrlemény hatásához képest. Az égésgátlás tekintetében kimutatták, hogy a szilárd égésgátló adalék (APP) a szálerősített rendszerek esetében a kiszűrődés miatt egyenetlenül oszlik el a vastagság mentén, amelyre megoldást jelent a folyékony égésgátló (RDP) alkalmazása. A morfológiai vizsgálatok eredményei rámutattak arra, hogy az üvegesedési átmeneti hőmérséklettartomány az égésgátlók hatására csökkent. Az APP és RDP együttes alkalmazása szinergikus hatást mutatott. Meghatározták a kerámia gömbhéjakkal töltött szintaktikus fémhabok tipikus tönkremeneteli módjait kvázi-statikus és ciklikus nyomó igénybevétel hatására. A vizsgálati paraméterek a mátrixanyag minősége (Al99,5, AlSi12, AlMgSi1 és AlCu5), valamint a kerámia gömbhéjak átlagos átmérője (~1,5 mm, illetve ~0,15 mm, azonos falvastagság – átlagos átmérő arány mellett) voltak. Kimutatták, hogy a szintaktikus fémhabok esetében jelentős eltérés mutatkozik a fémhabok szerkezeti merevsége és az effektív rugalmassági modulusa között. Rámutattak arra, hogy a fémhabok szerkezeti felépítéséből következően a műszerezett nyomóvizsgálattal lényegében csak a szerkezeti merevség mérhető. Az effektív rugalmassági modulus mérésére a modális analízis alkalmas módszer.

A *nanokompozitok és funkcionális anyagok* területén a kutatók a kompozit szerkezetek optikai állapotelemzési eljárás mérési módszereit fejlesztették tovább, az eljárásokhoz szükséges próbatest kialakítási eljárások és az eljárásokhoz tartozó egyedi eszközökkel együtt. Feltárták az egyes módszereket befolyásoló tényezőket, vizsgálták az egyes szenzorként használt elemek (optikai szál, erősítő üvegszálak) fényátvivő tulajdonságának változásait, a kilépő fény megváltozott állapotát. Az eredmények elemzése során összefüggéseket találtak a megváltozott állapot és a külső hatások között. A poliamid 6 mátrixú szénszál és szén nanocső erősítésű kompozitok tekintetében feltárták azok statikus (kúszás), kvázi-statikus (húzóvizsgálat, ciklikus húzóvizsgálat), illetve fáradási tulajdonságait. Kimutatták, hogy a három vizsgálati sebesség mellett kapott eredmények között számos kapcsolat teremthető. Az eredmények alapján felállítottak egy anyagszerkezeti modellt, amelynek lényege, hogy a nanocsövek közvetlenül akadályozzák a polimer molekulák mozgását, ezáltal a mátrixban feszültséghomogenizáló szerepet töltenek be. Ez utóbbi segíti, hogy a jelen lévő mikroszálak hatékonyabban részt tudnak venni a teherviselésben. A nanorészecskék alkalmazása területén előtérbe helyezték a környezetbarát kompozit anyagokat, amely alapján az új típusú alkalmazni kívánt nanorészecske a halloysit, amely egy természetes ásványi eredetű nanoerősítőanyag. A nanoszálak előállítására megépítették egy új nanoszálképző gép prototípusát. A berendezés alkalmas arra, hogy radiális irányban, kapillárisok használata nélkül képezzen szálakat. A gép külön érdekessége, hogy nyíróerőket alkalmaz a szálképző folyadékon, így hatékonyabban indulnak meg a folyadékszálak a nagyfeszültségű elektróda mentén. Kimutatták, hogy a szálátmérő a deformációs sebesség növelésével csökken. Kidolgoztak egy olyan alumínium kompozit vékony lemez előállítási technológiát, amelyeknek a sugárzáselnyelési képessége kiemelkedően jó.

A *biokompozitok* területén tovább folytatták az emberi arcidegek vizsgálatát és az ideg húzására vonatkozó erő-tartomány meghatározását, valamint a különböző tárolási módok hatását minősítették. Megállapították, hogy a szakítógépes mérések eredményeként kapott erőértékek és befektetett munka, valamint az elhunytak életkora, testsúlya vagy magassága között nincs korreláció, továbbá a bal- és jobboldali ágak esetében sincs korreláció. Nemzetközi partnerekkel való együttműködésben folytatták a kerámia kompozit fogászati implantátumok preklinikai vizsgálatait, amely már a termékek forgalmazását megelőző, utolsó fejlesztési fázisában van. A Kutatócsoport kimutatta, hogy a megújuló erőforrásból előállított

politejsav (PLA), mint biopolimerből fröccsöntött termékek hőalaktartását jelentősen befolyásolja a kristályosítás módja. Bizonyítást nyert, hogy a PLA termékek két hőkezelési módja, mint a fröccsöntést követő, hőkamrában történő utólagos hőkezelés és a fröccsöntés közben, azonos hőmérsékletű fröccsöntő-szerszámon belüli hőkezelés közül az utóbbi segítségével lehet a termékeknek nagyobb hőalaktartást biztosítani és ezáltal az alkalmazhatósági tartományukat minél inkább kiszélesíteni. Kimutatták, hogy a PLA kristályszerkezete és a PLA-hoz adott, szívósságot növelő adalékanyagok jelenléte között pozitív kereszthatás áll fenn az ütőszilárdságot tekintve. Bizonyítást nyert, hogy a kereszthatás mind természetes kaucsuk, mind pedig etilén-vinil-acetát esetében fennáll. Az eredmények alapján sikerült bemutatni, hogy a PLA rideg viselkedése jelentős mértékben ellensúlyozható és szívóssá tehető a megfelelő kristályszerkezet kialakításával és ütőszilárdság növelő adalékok együttes alkalmazásával. Sikerrel állítottak elő PLA alapú kémiai és fizikai úton habosított bio-hab mintákat. Szűkítették az alkalmazható kémiai habképző szerek típusát és megkezdték a habok széleskörű morfológiai és mechanikai vizsgálatát.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport 2017 decemberében aktívan részt vettek „Az ember alkotta anyag – a XXI. század anyaga” című, több mint 300 fős, a MTA-n megrendezett konferencia szervezésében és lebonyolításában. A 2017-es év témája az Ipar 4.0: automatizálás es robotizáció voltak. A rendezvény célja közérthetően bemutatni a polimerek és kompozitok alkalmazásának előnyeit. A kutatócsoport részt vett az MTA Szál és Kompozittechnológiai Tudományos Bizottság üléseinek szerzésében, valamint Magyarország egyik legnagyobb impakt faktorú folyóiratának, Express Polymer Letters kiadásában.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A kutatócsoport 2017-ben is számos új együttműködést alakított ki. A kompozit gyártási technológiák témakörében az University of Cassino and Southern Lazio, Department of Civil and Mechanical Engineering-el (Cassino, Olaszország). A szintaktikus fémhabok ciklikus terhelésű vizsgálatának tárgyában együttműködést alakítottak ki a The University of Newcastle Australia-val (Newcastle, Ausztrália).

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport tagjai 2017-ben is számos pályázatot nyújtottak be. Elnyerték a „Tervezhető határfelületi adhéziójú, szívós polimer kompozitok fejlesztése” című NKFIH FK (124352) pályázatot, 25.710.000 Ft-os támogatással. A kutatás során célul tűzték ki újszerű szívós, gyógyításra képes hosszúszál erősítésű polimer kompozitok létrehozását, 3D nyomtatás felhasználásával.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Szebényi G, Czigány T, Magyar B, Karger-Kocsis J: 3D printing-assisted interphase engineering of polymer composites: Concept and feasibility. Express Polymer Letters, 11: 525-530 (2017) http://real.mtak.hu/60301
2. Turcsán T, Mészáros L: Mechanical performance of hybrid thermoset composites: Effects of matrix and reinforcement hybridization. Composites Science and Technology, 141: 32-39 (2017) http://real.mtak.hu/60618
3. Dzul-Cervantes M, Herrera-Franco P-J, Tábi T, Valadez-Gonzalez A: Using factorial design methodology to assess PLA-g-Ma and henequen microfibrillated cellulose content on the mechanical properties of Poly(Lactic Acid) composites. International Journal of Polymer Science, 1-14 (2017) http://real.mtak.hu/54801

MTA–BME KONDENZÁLT ANYAGOK FIZIKÁJA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Mihály György, az MTA rendes tagja
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 1-3.
telefon: (1) 463 2312; fax: (1) 463 4180
e-mail: mihaly.gyorgy@mail.bme.hu
honlap: http://condensedmatter.physics.bme.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

Az *5 éves kutatási tervben* a nanométer mérettartományú szerkezetekben megvalósuló elektromos és mágneses jelenségek kísérleti és elméleti vizsgálata játszotta a központi szerepet.

A kutatócsoport a *2012-2017 időszakban* alacsony hőmérsékletű és nagy mágneses terű elektromos transzport méréseket, magneto-optikai spektroszkópiai kísérleteket, valamint nanoméretű heteroátmenetek STM technikával történő előállítását és vizsgálatát végezte. E kísérleti témák mellett fontos szerepet töltött be az egzotikus mágneses rendeződések és kölcsönhatások elméleti kutatása.

A 2017. évi munkaterv – az előző évhez hasonlóan – a nanométer méretű analóg memóriaelemek (memrisztorok) vizsgálatát és a grafén alapú elektronikai áramkörök készítését és minősítését emelte ki elsődleges célként. A 2017. júliusában indult új ötéves támogatási ciklusban a csoport célkitűzési közé a nanoméretű építőelemek kémiai önrendeződésének kutatása is bekerült: a nano mérettartományban működő kémiai kölcsönhatások kontrolljával új típusú nanoszerkezetek állíthatók elő, kiegészítve az egyedi nanoméretű egységek korábban alkalmazott fizikai módszerekkel történő előállítását (litográfia, STM, break-junction).

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A nanotechnológiai kutatások kiemelt területe az általánosan alkalmazott litográfiai módszerek felbontásánál kisebb, közel atomi méretskálájú nanoszerkezetek létrehozása és vizsgálata. A kutatócsoport tagjai a University of Basel/EMPA egyik csoportjával együttműködve elektronsugaras litográfiával előkészített grafén nanovezetékek elektromos impulzusokkal történő kezelésével tervezett módon állítottak elő 1-3 nm széles nano-réseket két grafén elektróda között. Az eredményeket ismertető Nanoscale publikációban szereplő mérések jelentős része a BME laboratóriumában történt [1].

A grafén nano-rés technika alkalmazása lehetővé tette a grafén-SiO_2-grafén rezisztív kapcsolók kísérleti vizsgálatát. A szakirodalomból ismert párszor tíz nanométeres skálánál lényegesen kisebb, mindössze pár nanométeres tartományban létrehozott memóriaelemeknél a feszültségfüggő ki- és bekapcsolási időn túl egy harmadik, eddig nem azonosított időskála, az ún. holtidő is alapvető szerepet játszik a dinamikai tulajdonságokban. A fázisváltó rezisztív kapcsoló memóriák tipikusan unipoláris kapcsolást mutatnak, ami azt jelenti, hogy zérus feszültségnél mindig csak egy állapotban lehet a rendszer. A kapcsolóra jellemző mindkét ellenállás érték csak véges feszültség alkalmazásával érhető el, ami egy jelentős korlátozás az unipoláris kapcsolók alkalmazása szempontjából. A kutatócsoport tagjai megmutatták, hogy

amennyiben a kikapcsolás a most megismert holtidőnél rövidebb skálán történik, akkor zérus feszültségnél is elérhető mindkét memória állapot [2].
Az egyedi nanoméretű egységek előállítása mellett fontos nanotechnológiai módszer a nanoméretű építőelemek önrendeződésének tervezett irányítása. A kutatócsoport kidolgozott egy olyan eljárást, melynek révén kémiai reakciókkal időben dinamikusan és autonóm módon kontrollálható a pH érzékeny molekuláris és nanoméretű építőelemek önrendeződése (time programmed self-assembly). A vezérlő kémiai rendszer elemei egy autokatalitikus (pH órareakció) és egy hidrolízis reakció voltak. A két reakció kombinálásával a pH az idő függvényében változott, a pH változás karakterisztikája (pl. maximális pH ugrás nagysága) a kísérleti körülmények függvénye volt. A rendszerben végbemenő pH változás befolyásolta az építőelemek (olajsav molekula és arany nanorészecskék) között működő elektrosztatikus kölcsönhatás erősségét, ezáltal autonóm módon lehetett szabályozni az építőelemek önrendeződését és a rendezett struktúra szétesését. A kutatások eredményeit összefoglaló közlemény 2018-ban jelenik meg a Reaction Kinetics Mechanism and Catalysis folyóiratban.

A komplex mágneses szerkezetek kísérleti vizsgálatai során a kutatócsoport tanulmányozta a magnetoelektromos effektust mutató ritkaföldfém-vasborát királis mágnesek spin-gerjesztéseit. A $TbFe_3(BO_3)_4$ THz spektrumában megfigyelt éles rezonanciák olyan spin-hullám gerjesztéseknek felelnek meg, melyek mágneses térben erősen eltolódtak. A kutatócsoport munkatársai elméleti modellt dolgoztak ki a rezonanciák mágneses térfüggésének leírására. A modell paramétereinek kísérleti adatokra történő illesztéséből az alrácsok közötti kicserélődési kölcsönhatásokat, a Tb ionokra jellemző spin anizotrópiát és a g-faktort határozták meg [Physical Review B, 95: 024427 (2017)].

Az elméleti kutatások során a kutatócsoport tagjai spin-dinamikai szimulációkkal olyan lokalizált metastabil spin-konfigurációkat figyeltek meg, melyek topológikus töltése Q=-3 és 2 között változott. Megmutatták, hogy a különféle skyrmion struktúrák kialakulásának hátterében a vasatomok közötti frusztrált kicserélődési kölcsönhatások állnak [Physical Review B, 95: 094423 (2017)]. Kifejlesztettek egy új módszert a spin-modell paraméterek meghatározására kisméretű mágneses atomfürtökben, melyet Au(111) felületre helyezett planáris Co klaszterekre alkalmaztak. A merőleges anizotrópiájú arannyal fedett klaszterek esetében, a mágnesezettség merőleges komponensének varianciájára alapozva meghatározták a mágneses részecskék szuperparamágneses blokkolási hőmérsékletét [Physical Review B, 95: 184406 (2017)].

Az elektronspin-alapú kvantumbitek élettartama és vezérelhetősége erősen függ attól, hogy az elektront milyen anyagban csapdázzuk. A kutatócsoport az Oxford University kísérleti csoportjával közösen azt vizsgálta, hogy egy izolált szén nanocsőben csapdázott elektronspin-kvantumbit dinamikáját milyen kölcsönhatási mechanizmusok befolyásolják. A kísérletből és a csoport által végzett elméleti elemzésből levont fő következtetés, hogy a vizsgált kvantumbit-prototípusban három különböző mechanizmus (hiperfinom kölcsönhatás, spin-pálya-kölcsönhatás, elektromágneses zajok) is lényeges hatással van a kvantumbitre. E mechanizmusok megértése fontos szerepet játszik a kvantumszámítás céljaira optimalizált nanoszerkezetek tervezésében [3].

b) Tudomány és társadalom

A nanométer méretű analóg memóriaelemek a neurális hálózatok ígéretes egységei. A kutató-csoportban folyó memrisztor-kutatásokról 2017-ben megjelent magyar nyelvű összefoglaló:

Gubicza Á, Geresdi A, Csontos M, Halbritter A, Mihály G: A mesterséges intelligencia építőeleme - az Ag_2S memrisztor. Fizikai Szemle, 67: 302 (2017).

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A beszámolási időszakban a University of Basel/EMPA csoportjával együttműködve sikerült előállítani az ismert litografálási eljárásokkal elérhetőnél egy nagyságrenddel kisebb grafén-SiO_2-grafén memóriaelemeket.

A molekuláris elektronika területén a University of Copenhagen egyik csoportjával közösen kerültek kifejlesztésére időbeli korrelációk és memóriaeffektusok vizsgálatára alkalmas új statisztikai módszerek.

Az MTA EK MFA Lendület csoportjával együttműködve elsőként sikerült egy elemi cella vastagságú BiTeI réteget létrehozni, aminek köszönhetően egy új egzotikus spin struktúrájú taggal bővült a 2D kristályok családja.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

MTA-BME Lendület: Spin fizika alacsony dimenziós nanoszerkezetekben
Futamidő: 2017-2022; 260 M Ft

NKFIH NN 12575: Anyagok egyensúlytól távoli szintézise
Futamidő: 2017-2020; 17,8 M Ft

NKFIH PD124380: Korreláció és véges hőmérsékleti effektusok fémes mágnesekben
Futamidő: 2017-2020; 15,2 M Ft

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. El Abbassi M, Pósa L, Makk P, Nef C, Thodkar K, Halbritter A, Calme M: From electroburning to sublimation: substrate and environmental effects in the electrical breakdown process of monolayer graphene. Nanoscale, 9: 17312 (2017) Open Acces

2. Pósa L, El Abbassi M, Makk P, Sánta B, Nef C, Csontos M, Calame M, Halbritter A: Multiple Physical Time Scales and Dead Time Rule in Few-Nanometers Sized Graphene−SiOx‑Graphene Memristors. Nano Letters, 17: 6783 (2017)
http://dept.phy.bme.hu/publications/nano_lett_17_6783_2017.pdf

3. Pei T, Pályi A, Mergenthaler M, Ares N, Mavalankar A, Warner JH, Briggs GAD, Laird EA: Hyperfine and Spin-Orbit Coupling Effects on Decay of Spin-Valley States in a Carbon Nanotube. Physical Review Letters, 118: 177701 (2017)
https://arxiv.org/abs/1607.01695

MTA–BME SZTOCHASZTIKA KUTATÓCSOPORT
kutatócsoport-vezető: Simon Károly, az MTA doktora
1111 Budapest, Egry József u. 1.
telefon: (1) 463 1101; fax: (1) 463 1677
e-mail: simonk@math.bme.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A beszámolási időszak a kutatócsoport tevékenységének tizenkilencedik éve. 2017 júliusától új pályázati ciklus kezdődött, ami lényeges változásokkal járt. A csoport vezetését Tóth Bálinttól Simon Károly vette át. A kutatási területek közül kikerült az információelmélet, cserébe nagyobb hangsúlyt kap a fraktálok dimenzióelmélete. A 2016-os egy után 2017 során a csoport két tagja nyert el posztdoktori OTKA (NKFI) pályázatot, így formálisan ők (is) kikerültek a csoport állományából, de a csoport munkájában aktívan részt vesznek.

A 2016. évi beszámoló kapcsán 2017-re három területen fogalmaztak meg konkrét célokat: Először, önhasonló halmazok vetületeinek, valamint különbséghalmazok dimenziójának, továbbá háromszögmátrixokkal leírható önaffin iterált függvényrendszerek attraktora dimenziójának a meghatározását. Másodszor, perkolációs fázisátalakulás létezésének bizonyítását végtelen kiterjedésű szavazó-modellben. Harmadszor, Markov folyamathoz való konvergencia bizonyítását egy dinamikai hővezetés-modellben. Ezek közül az első kettő megvalósult megjelent publikáció formájában, a harmadik témában a publikáció előkészítés alatt áll. Ezen kívül számos eredmény született mind a korábbi, mind az új pályázatbeli kutatási terv többi részéhez kapcsolódóan.

A beszámolóban – az elmúlt évek gyakorlatának megfelelően – kizárólag a kutatócsoport alkalmazottainak a témához közvetlenül kapcsolódó munkáiról adnak számot.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Dinamikai rendszerek statisztikus viselkedése

Az [1,2] cikkek tartalmáról a 2016. évi beszámolóban volt szó. 2017-ben a [2]-beli dinamikai hővezetés-modellt vizsgálták. és matematikailag szigorú bizonyítást találtak a Markov ugró folyamathoz való konvergenciára ritka kölcsönhatás határesetben. Az ezt ismertető publikáció előkészítés alatt áll.

Attraktorok és fraktálok dinamikai rendszerekben

Ortogonális transzformációtól mentes önhasonló halmazokat vizsgáltak három dimenzióban. Megmutatták, hogy ha a halmaz dimenziója 1-nél nagyobb, akkor a számegyenesre levetítve bizonyos nemlineáris vetítésekkel, a vetület dimenziója 1. Ennek alkalmazásaként megmutatták, hogy az ilyen önhasonló halmazok távolsághalmazának dimenziója 1. Ezen felül megmutatták, hogy egy önhasonló halmaznak önmagával alkotott harmadik algebrai szorzata 1 dimenziós, ha a halmaz dimenziója legalább 1/3. [3]

Megoldották a síkbeli önaffin mértékek pontos dimenziós voltának régóta nyitott problémáját. Megmutatták, hogy a síkon minden önaffin mérték pontos dimenziós, az őt definiáló iterált

függvényrendszer megválasztásától függetlenül. Magasabb dimenzióban bizonyos további feltevések mellett mutatták meg, hogy önaffin és kvázi-önaffin mértékek pontos dimenziósak. A mértékek mindkét esetben eleget tesznek a Ledrappier-Young formulának. [4]

Korábbi munka folytatásaként síkbeli, önaffin halmazok dimenzióelméletét vizsgálták. Az attraktor és a megfelelő önaffin mérték Hausdorff dimenzióját határozták meg olyan esetekben, amikor az affin leképezéseket diagonálisan homogén háromszögmátrixok írják le, és a leképezésekben vagy az x, vagy az y irány dominál. [5]

Kölcsönható részecskerendszerek

N darab egymást nem metsző Brown híd együttes eloszlását vizsgálták azon feltétel mellett, hogy egy adott küszöb alatt maradnak. Olyan skálázást tekintettek, ami mellett a határfolyamat érinti a küszöböt. A nagy N határesetben meghatározták a legfelső Brown híd határeloszlását azon feltétel mellett, hogy egy függvény alatt marad, valamint a limeszben a rendszer korrelációs magját. Folyamatoknak olyan egy-paraméteres családját kapták, ami függ a küszöb helyzetének hangolásától a természetes fluktuációs skálán. Tárgyalták a probléma kapcsolatát a hat-csúcs modellel és az azték gyémánttal. [6]

A szavazó-modell rácson egy kölcsönható részecskerendszer, ami nagy vonalakban modellezi a vélemények változását társadalmi szereplőknél, avagy két faj versengését a rendelkezésre álló helyért a biológiában. Ha a dimenzió legalább 3, az (extremális) stacionárius mértékek az 1-esek sűrűségével paraméterezhetők. Egy ilyen stacionárius konfigurációt tekintettek, mint perkolációs modellt. Megmutatták, hogy ha a dimenzió legalább 5, akkor az 1-esekből álló végtelen fürt létezése perkolációs fázisátalalkulást mutat ebben a paraméterben. Ugyanezt megmutatták 3 és 4 dimenzióban is, amennyiben a szavazó modellben kellően kiterjedt kölcsönhatások is megengedettek. [7]

b) Tudomány és társadalom

Adattudományi módszerekkel, hallgatók közreműködésével kutatták az egyetemisták lemorzsolódásának jelenségét. A kutatás célja, hogy a felsőoktatási döntéshozatalt közvetlenül hasznosítható eredményekkel segítsék. A projekt felkeltette az Oktatási Hivatal vezetőinek figyelmét is.

A csoport tagjai tudományos ismeretterjesztő előadásokat tartottak a Kutatók Éjszakája, a BME TTK Science Camp, valamint a BME Gyerekegyetem keretében.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A 2017-es év során a korábbi aktív hazai és nemzetközi kapcsolatok mellett intenzív együttműködés alakult ki az Ohio State University-vel és a Chinese University of Honk Kong-gal. A régi kapcsolatok közül legélénkebb az együttműködés a bécsi (Universität Wien) és a marylandi (University of Maryland) egyetemmel, valamint a Lengyel Tudományos Akadémia Matematika Intézetével (IMPAN).

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A 2017-es év a kutatócsoport életében pályázati szempontból kivételesen eredményes volt. A kutatócsoport finanszírozását jelentő MTA pályázat mellett elnyertek egy OTKA (NKFI)

kutatói, egy OTKA (NKFI) fiatal kutatói és két OTKA (NKFI) posztdoktori pályázatot, valamint egy ösztöndíjat a Nemzeti Kiválóság Ösztöndíjprogram keretében. A csoport minden tagja érintett valamelyik pályázatban, így a következő években minden tag számára biztosított a kutatáshoz szükséges utazások és vendégek meghívásának anyagi háttere.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Bálint P, Chernov N, Dolgopyat D: Convergence of moments for dispersing billiards with cusps. Contemp. Math., 698: 35-67 (2017)
2. Bálint P, Gilbert T, Nándori P, Szász D, Tóth IP: On the limiting Markov process of energy exchanges in a rarely interacting ball-piston gas. J. Stat. Phys., 166:(3) 903-925 (2017)
3. Bárány B: On some non-linear projections of self-similar sets in $\mathbb{R}^3$. Fund. Math., 237: 83-100 (2017)
4. Bárány B, Käenmäki A: Ledrappier-Young formula and exact dimensionality of self-affine measures. Adv. in Math., 318: 88-129 (2017)
5. Bárány B, Rams M, Simon K: On the dimension of triangular self-affine sets. Erg. Th. & Dyn. Sys., Paper 33 (2017)
6. Ferrari PL, Vető B: The hard-edge tacnode process for Brownian motion. Electron. J. Probab., 22:(79) 1-32 (2017)
7. Ráth B, Valesin D: Percolation on the stationary distributions of the voter model. Ann. Probab., 45:(3) 1899-1951 (2017)

MTA–BME VÍZGAZDÁLKODÁSI KUTATÓCSOPORT
kutatócsoport-vezető: Józsa János, az MTA levelező tagja
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.
telefon: (1) 463 1164; fax: (1) 463 1879; e-mail: jozsa.janos@epito.bme.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

Vízfolyásokban

a) folyami áramlások kaotikus jellege és örvénydinamikája**:** (1) Labor- és terepi vizsgálatok folyószakaszokra. Elméleti és numerikus modellek fejlesztése az elkeveredés Lagrange-féle leírására, felhasználása térbeli modell igazolására. (2) Labor- és terepi vizsgálatok alapján az elméleti és Lagrange-féle numerikus modellek kifejlesztésre kerültek. Kidolgoztak egy újszerű, drón-alapú terepi méréseket megalapozó módszertant. Az eddigi vizsgálatokból rangos folyóiratcikk megjelentetése, további vizsgálati módszerek föltárása. A hidrodinamikai elkeveredést irányító nyereghalmaz vizsgálatának kiteljesítése. A sekélyfolyadék-egyenlet örvénytranszport-alakja új formában való felírásra.

b) folyók hidromorfológiája: (1) Duna- és Tisza-szakaszokon a térbeli áramlások mederfejlődésre gyakorolt hatásának vizsgálata, hordalékhozam-összefüggések felállítása. A mederfejlődés lokálisan finomított rácshálóval való modellezése. A morfometriai elemzés bővítése a folyók hordalékhozamával, nem-meanderező vízfolyástípusok esés- és vízhozam-függésével. (2) Jelentős Duna- és Tisza-szakaszokon adatgyűjtés, elemzés, kereszt-összefüggések fölállítása. A lokális hálófelbontású modellezés sikeres implementálása. Morfometriai megalapozás. Üledékvizsgálatok vízminőségi hatásokra való kiterjesztése. Kanyarfejlettség-esés-vízhozam összefüggés pontosítása. Hajók keltette hullámok folyóparti hatásának mérése és számítógépes modellezése. (3) Vegyes szemcseösszetételű mederanyag változó tér-idő viselkedésének pontosított szimulálása.

c) a fitoplankton dinamikája folyóvízben**:** (1) A finom részecskék kiülepedésének vizsgálata pl. a Rábán, mesterséges árhullám-viszonyok között. Hossz menti fitoplankton-eloszlások felvétele. Fitoplankton-növekedés modellezése közepes méretű folyókon (pl. Zala, Szamos). A tartózkodási idők hidrodinamikai meghatározása a kaotikus advekciós és örvénydinamikai eredmények felhasználásával. (2) A Szamos vízgyűjtő- ill. fitopankton-modelljének felállítása, vízgyűjtő-gazdálkodási tervek elemzése. (3) A fitoplankton-kutatás során szerzett tapasztalatok hasznosítása szennyezőanyagok viselkedésének leírásában.

Sekély tavakban

d) dinamikus kölcsönhatás jellegzónák határfelületein: (1) A tó nádasának átmeneti zónáiban a kölcsönhatás fő jellemzőinek detektálása helyszíni mérésekkel, adatelemzéssel. A kölcsönhatás-mechanizmus matematikai leírása és modellekbe illesztése. A nádasok evapotranszspirációjának örvénykovariancia-elvű meghatározása. (2) A mérőrendszer felállítása, mérési-elemzési módszertan kidolgozása, három év méréseinek végrehajtása. Átfogó elemzés, energia-mérleg felállítása, párolgási és áramlási következtetések. Energia-mérleg, párolgási és áramlási következtetések véglegesítése.

e) fitoplankton ökológiai kutatás a Balatonon: (1) Automatikus adatgyűjtés és feldolgozás. Transzport-hatás modellezése a lokális koncentrációváltozásokra. A fitoplankton fotoszintetikus paramétereinek változása a fényviszonyok és a függély menti keveredés hatására. Kísérletek algák tenyészetével, fluoreszcens nyomjelzővel. (2) Az adatsorok szisztematikus bővítése, az elemzési eljárások továbbfejlesztése. A hőmérsékleti rétegződés

hatása a felkeveredésre, fénybehatolásra, ezáltal a fitoplankton fejlődésére. A hőmérsékleti rétegződés és hullámzás együttes hatása a felkeveredésre, gázcserére és anyagforgalomra.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A dunai mérések alapján kaotikus viselkedésre utaló jellegzetességek (kezdeti feltételekre való érzékenység, időszakosan exponenciális ütemű eltávolodások) kerültek megfogalmazásra. A laboratóriumi mérésekből kimutatásra került a felszíni áramlás kaotikus jellege.

A sekélyfolyadék-egyenlet örvénytranszport-alakja új formában került felírásra, a mélység-gradiens fokozottabb hatásának kimutatására a rotáció-egyensúlyban. Az alkalmazott geometriai objektumokkal a potenciálos örvényesség invarianciája is megmutatkozott. Az egyenlet Lie-féle szimmetriacsoportjainak elemzéséből egyszerű csoportinvariáns, analitikus megoldások kerültek felírásra, többek között egy forgásinvariáns megoldás, szoros analógiát mutatva az ún. Duffing oszcillátor fázisképével. A rendszerben a mederalakot befolyásoló és a szélerősség paraméterével bifurkációs vizsgálatok kerültek végrehajtásra.

Folyók hidromorfológiája témakörben a Pannon-medence szabályozás előtti folyómedreire esés-vízhozam-kanyarfejlettség értékekből egy modell került létrehozásra és illesztésben pontosításra a meanderező folyók várható kanyarfejlettségének megadására.

Kidolgoztak egy számítógépes modellezési eljárást, amelyben a vegyes szemösszetételű mederanyag tér-idő viselkedését (mederpáncélozódás, szelektív eróziós folyamatok, finom hordalék kiülepedése) pontosabban tudják szimulálni. Részben saját terepi adatok alapján összekapcsolt áramlási, hordalékvándorlási és mederanyag-vizsgálati módszerekkel feltárták a Duna felső-magyarországi szakaszának alaktani változásait és becsülték a jövőben várható morfológiai változásokat. Folytatták a hajóhullámok által a folyópartra kifejtett eróziós hatások vizsgálatát, ehhez módszertani fejlesztést hajtottak végre és teszteltek a Dunára. A helyszíni adatgyűjtésben akusztikus és képalapú mérési eljárásokat alkalmaztak, amivel a hullámjelenségek hatását számszerűsíteni tudják.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport több tagja tartott előadást konferenciákon. A csoporttagok több tudományos és ismeretterjesztő előadást tartottak különféle szakmai rendezvényeken. A kutatócsoport képviseltette magát több hazai és nemzetközi konferencián, és részt vett nemzetközi tudományos konferencia szervezésében.

MTA–DE EGYENLETEK, FÜGGVÉNYEK, GÖRBÉK KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Pintér Ákos, az MTA doktora
4032 Debrecen, Egyetem tér 1.
telefon: (30) 525 9685; fax: (52) 512 728
e-mail: apinter@science.unideb.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A kutatócsoport tagjai 2017-ben újabb 5 éves ciklusra elnyerték az MTA kutatási támogatását. A kutatócsoport tagjai különböző matematikai diszciplinákkal foglalkoznak. Fő feladatuk, hogy kutatásokat végezzenek számelméleti és differenciálgeometriai témákban, azokat lehetőség szerint ismertessék magas színvonalú hazai rendezésű illetve nemzetközi konferenciákon, készüljenek fel tudományos fokozatuk megszerzésére és vegyenek részt aktívan a Debreceni Egyetem Matematikai Intézetének oktatómunkájában. A csoport kiemelt feladata, hogy biztosítsa az Intézetnek a kutatói utánpótlást. A csoport az 5 éves kutatási tervben is ezeket a célokat tűzte ki, amelyek megvalósulását a publikációk és a konferencia részvételek is mutatják. A kutatóhely tagjai intenzív oktatómunkát folytatnak a Matematikai Intézetben.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Differenciálgeometriából a kutatócsoport tagjainak egyik fő eredménye, hogy párhuzamosított Finsler-sokaságok esetén a Finsler-függvény és a párhuzamosítás konzisztenciájából következik, hogy a Finsler-sokaság speciálisan Berwald típusú [1]. A geometriai tomográfiában olyan speciális alakzatokat tekintve, mint a síkbeli konvex vagy hv-konvex halmazok, lehetőség adódik az alakzat rekonstrukciójára véges sok irányban elkészített röntgenképei alapján. Korábbi kutatómunkájuk során olyan rekonstrukciós eljárást dolgoztak ki, amely hv-konvex halmazok meghatározását teszi lehetővé a koordináta-röntgenfüggvényeik alapján. Mivel az ilyen programozási feladatok megoldása bonyolult, 2017-ben olyan rekonstrukciós eljárás kifejlesztésén dolgoztak, amely folytonos változókat használ, cserébe azonban le kell mondanunk a célfüggvény linearitásáról. Ez egy teljesen új megközelítést igényel, az általánosított kúpszeletek elméletén keresztül.

A diofantikus egyenletek elméletében vizsgálták az egymást követő egészek szorzataiból képzett $f_k(x) = \sum_{0\le i\le k} \prod_{0\le j\le i} (x+j)$ összegek polinom értékeit, lásd [2]. Effektív végességi tételeket nyertek az $f_k(x) = g(y)$ diofantikus egyenletre, ha g egy tetszőleges másodfokú racionális együtthatós polinom vagy $g(y)=ay^n+b$ alakú binom, ahol n tetszőleges n-re. Az általános esetben ineffektív végességi tételt bizonyították, továbbá megmutatták, hogy az $f_k(x)$ polinom felbonthatatlan. [3]-ban bebizonyították, hogy $\ell>1$, $m\neq 0$, r egészekre, ahol m,r relatív prímek, az $r^n - (m+r)^n + (2m+r)^n - \ldots + (-1)^{\ell-1}((\ell-1)m+r)^n$ alternáló összeg explicit módon kifejezhető az elsőfajú Stirling-számok, valamint másodfajú r-Whitney-számok segítségével. Belátták, hogy a fenti összeg polinom kiterjesztései pontosan akkor egész együtthatós polinomok, ha m páros. Foglalkoztak az exponenciális diofantikus egyenletek megoldhatóságának vizsgálatával, ezen belül különös figyelmet fordítottak az ún. exponenciális Hasse-elvhez kapcsolódó kérdések megválaszolására, lásd [4], illetve a kivételes egységekhez kapcsolódó tételek bizonyítására. Folytatták a megkezdett „Kombinatorikus számok egyenlő értékei” című kutatást, a korábbi másodfajú Stirling számokra adott felső korlátot 100-ról kiterjesztették 300-ra. Vizsgálják az általánosított Stirling számokat, amelyek speciális esetekben visszaadják a binomiális együtthatókat, a

klasszikus Stirling számokat, illetve a Legendre-Stirling számokat is. Ennek keretén belül keresik az általánosított Stirling számok zárt alakját és tanulmányozzák ezen számok különböző aritmetikai-diofantoszi tulajdonságait. Kutatásaik során Szekeres egy, gyakran Pillainak tulajdonított, klasszikus számelméleti problémáját vizsgálták, kiterjesztve ezzel Evans egy eredményét számtani sorozatokról, megmutatva, hogy másod- és harmadfokú sorozatok esetén létezik olyan k_0 pozitív konstans, hogy bármely $k \geq k_0$ esetén található a sorozatnak k egymást követő tagja melyek egyike sem relatív prím az összes többihez, lásd [5]. Ezzel egyben kvalitatív választ is adtak Harrington és Jones egy sejtésére. Vizsgálták a Lucas-sorozatok tagjai között található legalább háromtagú (nem triviális) számtani sorozatok létezését. [6]-ban megmutatták, hogy amennyiben a Lucas-sorozat nem a Pintér és Ziegler egy eredményében található kivételes esetek egyike, úgy a számtani sorozatok száma nem csupán véges, de effektív korlátozható is a sorozat rekurzív definíciójában szereplő együtthatók függvényében. További feltételként szabva egy domináns gyök létezését, a problémát teljességgel megoldották és minden háromtagú számtani sorozatot explicit megadtak. Folytatták a korábbi kutatásaikat a szeparábilis diofantoszi egyenletekről, valamint foglalkoztak a klasszikus diofantoszi szám n-esekkel is, lásd [7] cikk. Foglalkoztak általánosított figurális számok diofantikus tulajdonságaival, binér rekurzív sorozatok aritmetikai tulajdonságaival és exponenciális diofantoszi egyenletek egy családjára vonatkozó Jesmanowicz sejtéssel.

A függvényegyenletek elméletéhez kapcsolódóan a Matkowski közepek invariancia-problémájának vizsgálatával foglalkoztak, amely során egy három ismeretlenes függvényt tartalmazó függvényegyenlet adódott. Vizsgálták a különböző függvényegyenletek stabilitási problémáit. Olyan függvényegyenleteket tekintettek, amelyek Banach-háló értékűek és így ezen egyenletekben a Cauchy-féle függvényegyenletben szereplő összeadás helyett a hálókon értelmezett műveletek (supremum, infimum) jelentek meg. A lényeges általánosítást az jelenti, hogy a stabilitási eredmények akkor is érvényben maradnak, ha a hálókon értelmezett műveletek akár vegyesen is felbukkanhatnak a megfelelő függvényegyenletekben. Eredményeiket a [8] cikkben foglalták össze. Jelenleg az úgynevezett általánosított Wright-konvex függvényeket tanulmányozzák.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A kutatócsoport, illetve a Győry-iskola elismertségét mutatja, hogy egyre többen jelentkeznek hozzájuk külföldről kutatómunkát végezni. A csoport helyzetéből adódóan rendkívül szoros kapcsolatban áll a Debreceni Egyetem Matematikai Intézetével. Több hallgatónak szakdolgozat illetve diplomamunka témavezetői. A kutatócsoport vezetője a Matematikai és Számítástudományi Doktori Iskola törzstagja, egyik alprogramjának és egy PhD hallgatónak a témavezetője.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Tudományos eredményeiért ketten 2017-ban elnyerték a Grünwald Géza Díjat. Az egyik kolléga elnyerte az Új Nemzeti Kiválóság Program ösztöndíját, a másik pedig az Állami Eötvös Ösztöndíjat. Kutatójuk elnyerte a TTK Kiváló Fiatal Oktatója díjat, az Új Nemzeti Kiválóság Program, Doktorjelölti Kutatói Ösztöndíjat. Egyik csoporttagnak az MTA Debreceni Akadémiai Bizottsága 2017. évi PhD konferenciáján I. helyezést ítélt oda. A csoport vezetője eredményeiért 2017-ben megosztott Akadémiai Díjat kapott.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Aradi B: Finsler functions consistent with absolute parallelisms. Differential Geometry and Its Applications, 54: 314-324 (2017)
2. Bazsó A, Bérczes A, Hajdu L, Luca F: Polynomial values of sums of products of consecutive integers. közlésre elfogadva a Monatshefte für Mathematik folyóiratban, https://doi.org/10.1007/s00605-017-1130-2
3. Bazsó A, Mező I: Some notes on alternating power sums of arithmetic progressions. közlésre elfogadva a Journal of Integer Sequences folyóiratban
4. Bertók Cs, Hajdu L: A Hasse-type principle for exponential Diophantine equations over number fields and its applications. közlésre elfogadva a Monatshefte für Mathematik folyóiratban
5. Sanna C, Szikszai M: A coprimality condition on consecutive values of polynomials. Bull. London Math. Soc., 49: 908–915 (2017)
6. Hajdu L, Szikszai M, Ziegler V: On Arithmetic Progressions in Lucas Sequences. Journal of Integer Sequences, 20: Paper 17.8.6., (2017)
7. Bo He, Pintér Á, Togbé A, Yang S: Another generalization of a theorem of Baker and Davenport. Journal of Number Theory, 182: 325-343 (2018)
8. Kwami N A, Szokol P: A generalization of the Hyers-Ulam-Aoki type stability of some Banach lattice-valued functional equation, közlésre elfogadva az Extracta Mathematicae című folyóiratban

MTA–DE REDOXI- ÉS HOMOGÉN KATALITIKUS REAKCIÓK MECHANIZMUSA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Fábián István, az MTA doktora
4032 Debrecen, Egyetem tér
telefon: (52) 512 900/22378, fax: (52) 518 660
e-mail: ifabian@science.unideb.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A pályázat alapkoncepciója az összetett redoxifolyamatok és a homogén katalitikus reakciók részletes mechanizmusainak feltárása annak érdekében, hogy az eredmények a kutatott területeken hozzájáruljanak a környezeti kémiai, biológiai és katalitikus folyamatok mélyebb értelmezéséhez, valamint lehetőséget teremtsenek hatékony, környezetbarát gyakorlati alkalmazások kidolgozására. Az első félévben a kutatási tervvel összhangban kijelölésre kerültek a tanulmányozandó reakciórendszerek és a főbb területeken párhuzamosan elkezdődtek a kutatások, melyekben a pályázatban nevesített közreműködő kutatók is részt vettek.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Tisztázták a kromátion katalitikus szerepét a hipoklórossav bomlásában és ezzel összefüggésben részletesen leírták a Cr(VI) speciációs reakcióinak egyensúlyi és kinetikai sajátságait. Ezek az eredmények a klorátion gyártása során hasznosulhatnak. Igazolták, hogy a Fe(III)-at tartalmazó alginát aerogélek gyógyszerhordozó sajátságai alkalmas redoxi partnerek megválasztásával viszonylag könnyen szabályozhatók, ami gyógyszeripari alkalmazásokhoz nyithatja meg az utat. Részletes leírását adták különböző fémionok és biológiai jelentőségű ligandumok közötti komplexképződési reakcióknak és értelmezték az oldalláncok szerepét ezekben a folyamatokban. Alkalmasan megválasztott Ir-komplexszel, mint katalizátorral az *H-Cube* mikrofluid reaktorban tanulmányozták a formiátbontás/hidrogénkarbonát redukciót. Az eddigi kutatások alapján hat nemzetközi és egy hazai szakmai folyóiratban elfogadott közlemény született.

b) Tudomány és társadalom

A kutatási témák szorosan kapcsolódnak a környezet minőségét meghatározó kémiai problémákhoz, és az eredmények hosszabb távon a környezettudatos laikusok érdeklődését is felkelthetik. Emellett, részben a vízkémiai kutatásokra támaszkodva már eddig is több ismeretterjesztő előadás született, ami a sajtó érdeklődését is felkeltette.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

Az eredmények egy része nemzetközi együttműködések eredményeként született, amint az a vonatkozó közlemények szerzőlistáiban látható.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

2017-ben a kutatócsoport tagjai egy OTKA pályázatot (47712 eFt, 4 év) és két Új Nemzeti Kiválóság Program pályázatot nyertek el (3500 E Ft, 10 hónap; 1250 E Ft, 5 hónap).

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Veres P, Sebők D, Dékány I, Gurikov P, Smirnova I, Fábián I, Kalmár J: A redox strategy to tailor the release properties of Fe(III)-alginate aerogels for oral drug delivery. Carbohydrate Polymers, 188: 159 – 167 (2018) https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861718301243

MTA–DE RÉSZECSKEFIZIKAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Trócsányi Zoltán, az MTA rendes tagja
4026 Debrecen, Bem tér 18/A
telefon: (52) 509 201; fax: (52) 509 258
e-mail: zoltan.trocsanyi@mta.atomki.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A kutatócsoport elméleti részecskefizika, fenomenológia és kvatnumtérelméleti kutatási feladatok megoldása céljából alakult. A fő célkitűzések a következők: (i) a csoport által a második (NNLO) kvantumsugárzási korrekciók számítására kidolgozott általános módszer kiteljesítése olyan folyamatokra, amelyekben protonok vannak a kezdeti állapotban; (ii) a módszer alkalmazása a legfontosabb LHC folyamatok hatáskeresztmetszeteinek NNLO pontosságú meghatározására; (iii) részecskefizikai fenomenológia új részecske létezésére utaló jelek keresése céljából; (iv) a kísérleti részecskefizika területén részvétel a részecskepályák azonosítására leginkább alkalmas pixel detektor működtetésében és felújításában, valamint a CMS adatainak kiértékelése; (v) térelméleti modellek tanulmányozása a renormálási-csoport módszerrel, különös tekintettel a két-dimenziós sine-Gordon modellre. A 2017-es évre a következő konkrét célkitűzések voltak az egyes területeken: (i) a valós sugárzási korrekciók regularizációja; (ii) a regularizáció alkalmazása Drell-Yan leptonpár keletkezés hatáskeresztmetszetének számításában; (iv) az erősen meglökött t-kvarkok leptonos bomlási csatornáinak válogatása; (v) a funkcionális renormálási csoport módszer keretében az O(2) szimmetrikus skalártérelmélet amplitúdó fluktuációinak, a modellt jellemző topológikus fázisátalakulásra gyakorolt hatásának vizsgálata sine-Gordon reprezentációt használva.

Mindegyik területen értek el eredményeket, amelyek egy része nemzetközi szakfolyóiratokban meg is jelent. Az (i) és (ii) témákban sikerült a valós sugárzási korrekciók regularizációjának felírása, valamint annak alkalmazása a Drell-Yan folyamatra. A kísérletes kutatások terén folyamatosan részt vettek a CMS pixel detektor működtetésében, valamint az adatok kiértékelésében. Ezek az eredmények azonban önmagukban még nem alkalmasak közlésre. Az (v) témában a funkcionális renormálási-csoport módszert használva megvizsgálták az O(2) szimmetrikus skalármodell amplitudó fluktuációinak hatását a topológikus fázisátalakulásokra, és megmutatták, hogy azok nem befolyásolják a fázisszerkezetet. Az eredmények szakfolyóiratokban közlésre kerültek. A terveken felül jónéhány más kutatási eredményt értek el. Így például kiszámították az elektron-pozitron szétsugárzásban keletkező hadronos végállapot részecskéi közötti energia-energia korreláció eloszlását a perturbáció számítás első három rendjének figyelembe vételével. Módszert javasoltak a t-kvark tömegének meghatározására t-kvarkpárt és egy hadronzáport tartalmazó végállapotokban az LHC-n.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Nyolc kutatási szakcikket jelentettek meg rangos nemzetközi folyóiratokban. Ezek között kiemelkedik a néhány hónap alatt már öt független hivatkozást szerző DOI:10.1140/epjc/s10052-017-5320-9 közlemény, amelyben minden korábbinál pontosabb elméleti becslést adtak az elektron-pozitron szétsugárzásban keletkező hadronos végállapot részecskéi közötti energia-energia korreláció eloszlására. Az elméleti jóslatot összehason-

lították a LEP és SLC gyorsítókon gyűjtött kísérleti adatokkal, illetve meghatározták, hogy az erős csatolás milyen értéke esetén a legjobb az egyezés az elmélet és a mérési eredmények között. Szintén nagy jelentőségű a DOI:10.1103/PhysRevB.96.174505 közlemény, amelyben megmutatták, hogy az O(2) szimmetrikus skalármodell amplitúdó fluktuációi nem befolyásolják a modellek fázisszerkezetét. Ugyancsak kiemelkedő eredmény a TypoTeX kiadó gondozásában megjelent *Bevezetés az elemi részek fizikájába* c. egyetemi tankönyv megjelenése, amelynek két szerzője közül az egyik a csoport vezetője volt.

Az eredmények részben alapkutatási jellegűek, amelyek az általános emberi műveltség gyarapítását szolgálják, illetve a felsőfokú oktatásban hasznosíthatók.

b) Tudomány és társadalom

Előadásokat tartottak a CERN Nemzetközi Diákműhely Debrecenben megrendezett eseményén. Népszerű tudományos előadásokat tartottak a mai részecskefizikai, illetve gravitációs-hullám kutatásokról debreceni középiskolákban, az MTA Atommagkutató Intézetben, illetve a fizikusi világnézetről a Debreceni Területi Akadémiai Bizottság közgyűlésén, a TEDx Debrecen rendezvényén (összesen hat előadás). Tematikus interjút adtak a debreceni Campus Rádióban. Kutatásaikról közleményt jelentettek meg a Fizikai Szemlében.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A csoport kiemelkedő eredménye, hogy 2017 folyamán nagy sikerrel rendezték a QCD@LHC nemzetközi műhelytanácskozást 101 résztvevővel a világ minden tájáról. A csoport vezetője tagja volt a Velencében megrendezésre kerülő EPSHEP 2017 konferencia nemzetközi szervező bizottságának. A csoport tagjai két COST programban (CA15108: Fundamental-connections és CA16201: Particleface) is az irányító bizottság tagjai, valamint munkacsoportok vezetői. Kutatói szemináriumokat szerveztek Magyarországról és Németországból hívott előadókkal (l. http://www.phys.unideb.hu/mta-deparg/node/9). A csoport tagjai rendszeresen oktatnak a Debreceni Egyetem Fizikai Intézetében minden szinten (BSc, MSc, PhD), közreműködtek diákköri munka, és öt doktori munka (kettő sikeres védéssel zárult 2017-ben) vezetésében. Együttműködésben vettek részt a Budapest Műszaki Egyetem, a Nápolyi Egyetem, a CERN (Genf) és a SISSA (Trieszt) kutatóival kölcsönös kutatói látogatásokon keresztül.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A csoport vezetője elnyerte a DAB Pro Scientia díját, valamint a Debreceni Egyetem Tankó Béla díját, egyik tagja pedig elnyerte az MTA Prémium Posztdoktori ösztöndíját. Négy évre szóló, mintegy 25 M Ft kutatási támogatást nyertek az NKFIH-tól. 1 M Ft összegű nemzetközi konferencia támogatást nyertek az MTA-tól.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Tulipánt Z, Kardos A, Somogyi G: Energy–energy correlation in electron–positron annihilation at NNLL + NNLO accuracy. Eur.Phys.J. C, 77:(11) 749 (2017) https://link.springer.com/article/10.1140/epjc/s10052-017-5320-9

MTA–ELTE EGERVÁRY JENŐ KOMBINATORIKUS OPTIMALIZÁLÁSI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Jordán Tibor, az MTA doktora
ELTE TTK Operációkutatási Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C
telefon: (1) 372 2500/8579; fax: (1) 381 2158
e-mail: tibor.jordan@ttk.elte.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A kutatócsoport strukturális és algoritmikus kérdéseket vizsgál a kombinatorikus optimalizálás területén. Az év közepén lépett át a kutatócsoport a következő 5 éves kutatási periódusba és a csoport vezetője is változott. A kutatási tervben felsorolt kiemelt területek a: gráfok és szerkezetek merevsége, nem TDI optimalizálás, hálózatok összefüggősége, matroidok és szubmoduláris függvények, utazóügynök feladat. Az előző időszakban mindegyik területen, valamint további témákban is sikerült előrelépni.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A szerkezetek merevsége témában öt új publikáció született, német és japán társszerzőkkel közösen sikerült elérni új eredményeket, melyeket több nemzetközi konferencián is bemutattak. Szükséges és elégséges feltételeket adtak a periodikus szerkezetek globális merevségre. Jellemezték a háromdimenziós globális merevséget olyan gráfok esetén, amelyek egy maximális síkgráfból – avagy háromszögelt poliéderélgráfjából – kaphatók új élek hozzávételével. Több könyvfejezet is készült, melyekben a témakör nagyobb területeiről adunk átfogó leírást.

Közelítő algoritmusokkal és a hozzájuk kapcsolódó strukturális kérdésekkel a csoport több tagja foglalkozott amerikai és kínai társszerzőkkel közös kutatásukban. 1.41-es faktorú approximációs algoritmust adtunk a lineáris 3-vágás problémára, valamint – feltéve, hogy az ún. Unique Games sejtés igaz - belátták, hogy ennél jobb approximáció nem lehetséges. Sikerült továbbá egy 2-nél jobb közelítést adni az erős globális vágás problémára irányított gráfban. Emellett folytattuk kutatásainkat az utazóügynök feladattal kapcsolatban, ezen belül az LP-relaxált feladat Kerr-Vempala-féle duálisát vizsgálták.

Szub- és szupermodularitás: a csoport két tagja egy három cikkből álló sorozatot írt a terület egyik vezető nemzetközi folyóiratában, melyben új megközelítésben tárgyalnak gráfokkal és szubmoduláris függvényekkel kapcsolatos eredményeket, valamint módszereik alkalmazásaként további új eredményeket vezetnek le párosításokkal, fenyőkkel és gráf-összefüggőségi tulajdonságokkal kapcsolatban.

Pakolások gráfokban és matroidokban: ebben az évek óta aktív témakörben az előző időszakban négy új publikáció született, részben japán és francia társszerzőkkel. Optimális struktúrák minimális költségű blokkolása témakörében korábban párosítások, fenyők esetén ismertünk eredményeket, melyeket fenyvesekre, egy matroidos általánosításra, és a súlyozott esetre sikerült részben általánosítani. A „japán fenyőtétel” néven ismertté vált fenyves pakolási eredményt feszítő fenyvesek pakolására sikerült kiterjeszteni, továbbá egy matroidos feltételekkel szigorított változatot is igazoltak. Új megfigyeléseket tettek rögzített méretű fenyvesek pakolásáról is.

Végtelen gráfokat is vizsgáltak. Többféle, véges gráfokra vonatkozó eredményt sikerült a végtelen esetre igazolni, vagy kimutatni, hogy ez nem lehetséges. Ezeket az eredményeket négy cikkben publikáltak. A fenyves pakolási témában sikerült megszámlálhatóan végtelen sok, adott gyökérzetű fenyves pakolhatóságára elégséges feltételt találni. A fraktál tulajdonságokkal rendelkező végtelen digráfok vizsgálatával sikerült kimutatni, hogy bizonyos, a véges digráfoknál megszokott jelenségek nem teljesülnek végtelen digráfokban. A Gomory-Hu fák létezéséről szóló tételt kiterjesztettek olyan végtelen, élsúlyozott gráfokra, amelyekben a súlyok összege véges.

Játékelméleti és stabil párosításokkal kapcsolatos algoritmikus kérdésekkel is foglalkoztak, itt összesen három publikáció született, részben egy szlovák társszerzővel való együttműködésben. Polinomiális futási idejű algoritmust adtak annak eldöntésére, hogy egy korlátozott döntetlenes preferencia-rendszerben létezik-e erősen népszerű hozzárendelés. Emellett megengedett allokációkat vizsgáltunk hiányos preferencia listák esetén.

A chip-firing témakörben új eredményeket értek el az elérhetőségi problémára, illetve multigráfokra és költséges folyamokra vonatkozólag. Egy másik cikkben klasszikus király-jobbágy problémájával kapcsolatban értek el részeredményeket. Foglalkoztak még bázis poliéderek linking tulajdonságával, lista színezésekkel, Horn minimalizálási kérdésekkel és más problémákkal is.

A kutatócsoport tagjai jelentős részt vállaltak a Budapesten megrendezett Japán-Magyar Diszkrét Matematika és Alkalmazásai Szimpózium megszervezésében, amely elnyerte az ELTE TTK által odaítélt Eötvös Tudományos Konferencia címet. A nemzetközi szimpóziumon 11 előadással képviselte magát a kutatócsoport. A kutatási eredményeik publikálására létrehozott EGRES Technical Report sorozatban 2017-ben 10 új publikáció jelent meg. Eredményeiket több nemzetközi konferencián mutatták be, meghívott előadásokat tartottak többek között Lancasterben, Cambridge-ben, Londonban, Bécsben, Torontoban, Kyotoban.

b) Tudomány és társadalom

A csoport kiemelt feladatának tekinti a felsőoktatási képzésben való részvételt, tagjai 2017-ben az ELTE matematikus Bsc, Msc és doktori képzésében oktattak. Év elején, a kutatócsoport Mátraházán szervezett kutató workshopot hallgatók és fiatal kutatók részvételével, júniusban pedig részt vett az ELTE Matematikai Intézet nemzetközi nyári iskolájának a szervezésében. Az OTDK konferencia alkalmazott matematikai szekciójában 1. díjat ért el a kutatócsoport egyik tagjának tanítványa.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A kutatócsoport tagjai aktív kapcsolatot ápolnak többek között brit, japán, német, francia, kanadai és amerikai kutató társakkal. Tavaly egy japán kutató töltött két hetet Budapesten.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport két tagja az ÚNKP egyéves fiatal kutatói ösztöndíját nyerte el. A témavezető sikeresen pályázott az ELTE és a belga Leuveni Egyetem közös pályázatán, ahol két évre szóló támogatást nyert időfüggő kombinatorikus optimalizálás témában.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Hujter B, Kiss V, Tóthmérész L: On the complexity of the chip-firing reachability problem. Proc. Amer. Math. Soc. 145: 3343-3356 (2017)
2. Király Z, Tóthmérész L: On Ryser's Conjecture for t-Intersecting and Degree-Bounded Hypergraphs. Electronic Journal of Combinatorics, 24:(4), (2017)
3. Joó A: Highly Connected Infinite Digraphs Without Edge-Disjoint Back and Forth Paths Between a Certain Vertex Pair. J. of Graph Theory, 85:(1) 51-55. (2017)
4. Király T, Mészáros-Karkus Zs: Finding strongly popular b-matchings in bipartite graphs. Electronic Notes in Discrete Mathematics, Volume 61, 735-741 (2017)
5. Bérczi K, Chandrasekaran K, Király T, Lee E, Xu C: Global and fixed-terminal cuts in digraphs, Approximation, Randomization, and Combinatorial Optimization. Algorithms and Techniques (APPROX/RANDOM 2017), 2:1-2:20 (2017)
6. Király T: Base polyhedra and the linking property. J. Comb. Optim. (2017)
7. Bérczi K, Frank A: Supermodularity in unweighted graph optimization I: Branchings and matchings. Mathematics of Operations Research, (2017)
8. Bérczi K, Frank A: Supermodularity in unweighted graph optimization II: Matroidal term rank augmentation. Mathematics of Operations Research, (2017)
9. Bérczi K, Frank A: Supermodularity in unweighted graph optimization III: Highly-connected digraphs. Mathematics of Operations Research, (2017)
10. Joó A: Gomory-Hu trees in infinite graphs with finite total weight. Journal of Graph Theory, Article published in Early View on 7 November, 2017
11. Bérczi K, Bernáth A, Király T, Pap G: Blocking Optimal Structures. Discrete Mathematics, (2017)
12. Jordán T, Tanigawa S: Global Rigidity of Triangulations with Braces, Proc. 10th Japanese-Hungarian Symposium on Discrete Mathematics and its Applications. (2017)
13. Hujter B: The chip-firing halting problem for multigraphs and convex cost flows. EGRES TR-2017-01
14. Jordán T: Extremal problems in combinatorial rigidity, Proc. 10th Japanese-Hungarian Symposium on Discrete Mathematics and its Applications. (2017)

MTA–ELTE ELMÉLETI FIZIKAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Tél Tamás, az MTA doktora
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A
telefon: (1) 372 2524; fax: (1) 372 2509
e-mail: tel@general.elte.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A kutatócsoport a Novobátzky-iskola hagyományaival összhangban a térelmélet-részecskefizika, valamint a statisztikus fizika területére összpontosít. A statisztikus fizikából már a 2012-ben kezdődött ciklusban kiágazott a környezet- és klímamotivált fizika. A tervezett fő kutatási irányok az alábbiak (az 1960 óta létező csoport 2017. július 1-ével kezdődő új ciklusára vonatkozó újonnan bekerült tervek rövid összegzését dőlt betűvel szedtük):

Az elemi részecskék fizikája alacsony energiáktól a Planck-skáláig. Bár a részecskefizika Standard Modellje (SM) rendkívül sikeresen írja le a nagyenergiás kísérleteteket, több nehéz probléma vár még megoldásra, mint pl. a SM kísérletek által motivált kiterjesztéseinek vizsgálata vagy a SM kapcsolata a gravitáció elméletével. *Nyitott kérdés az Einstein-féle gravitáció lehetséges hatása a SM kölcsönhatásaira. Foglalkoznak továbbá topologikus húrelméletekkel, és a topologikus M-elmélet matematikai struktúrájával.*

Rendezetlen rendszerek és nemegyensúlyi jelenségek. A statisztikus fizika eszközeit alkalmazzák szabálytalan klasszikus és kvantumos soktest-rendszerek viselkedésének megértésére. A spinüvegek elméletén belül a nulla hőmérsékletű spinüveg-állapot leírására alkalmas térelmélet megalkotására törekszenek. *További cél az egyensúlyi statisztikus fizika sokaságfogalmának kiterjesztése időben trendet mutató nemegyensúlyi dinamikákra* is.

Környezeti áramlások és a klíma dinamikája. A környezeti jelenségek fizikája számos olyan jelenséget ölel fel, amelyekben a statisztikus fizika eszköztára különösen hatékonynak bizonyul. Egyik kutatási témájuk a rekordstatisztikák elméletének kiterjesztése korrelált és időben nem stacionárius folyamatokra. *Vizsgálják a szennyezések terjedését és az éghajlati távkapcsolatok mögött meghúzódó korrelációk időbeli változását. A hidrodinamikai hasonlóság elvét felhasználva asztali méretű laboratóriumi kísérletekben tanulmányozzák a globális klimatikus folyamatok dinamikáját.*

Kutatásuk az első félévben az eredetileg meghatározott irányban haladt, a második félévtől elindult a kitűzött új célok vizsgálata is, de még nem mindenütt vezetett publikációhoz.

A csoport alapkutatással foglalkozik, melynek társadalmi hasznossága a világ, ezen belül a fizikai rendszerek viselkedésének jobb megértése révén jelenik meg, gazdasági hasznossága részben csak közvetetten, részben pedig csak viszonylag hosszú idő múlva nyilvánul meg.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Az elemi részecskék fizikája alacsony energiáktól a Planck-skáláig

Perturbatív térelmélet: A 2012-ben felfedezett SM Higgs-bozon 125 GeV-es tömege lehetővé teszi, hogy a SM nagy energiatartományokig, legfeljebb a Planck skáláig perturbatíven érvényes legyen, ahol a gravitáció mindmáig keresett kvantum-elméletével közös leírás lép életbe. Plauzibilis kérdés ugyanakkor effektív elmélet keretében megvizsgálni az Einstein-gravitáció hatását a kvantumtérelméletekre, elsősorban a csatolási állandók futására. Nem-renormálható elméletekben korábban kidolgozott módszerüket alkalmazták perturbatív gravitációs korrekciók meghatározására. Kiszámolták a levágás függvényében kvadratikus korrekciókat, amelyekről megmutatták, hogy renormálás után eltűnnek és ezáltal nem befolyásolják a kölcsönhatások aszimptotikus szabadságát.

Húrelmélet: A húrelmélet szerint az elemi részecskék kis skálán többé nem pontszerűek, hanem egy dimenziós elemi objektumokkal, húrokkal írhatóak le. A különböző formában megfogalmazott húrelméleteket az M-elmélet egyesíti, melynek fundamentális szabadsági fokai a membránok. Kutatásaik az M-elmélet topologikus változatát vizsgálják. A topologikus membránok új szigma-modell konstrukcióját dolgozzák ki, ami lehetőséget ad általánosított geometriák és fluxusok leírására.

Rendezetlen rendszerek és nemegyensúlyi jelenségek

Spinüveg: A spinüveg-állapotot jellemző fizikai mennyiségeknek az átalakulási hőmérséklet közelében (és gyenge külső mágneses tér esetén) mutatott aszimptotikus viselkedését vizsgálták, a Wilson-féle renormálási csoport és a perturbációszámítás ötvözésével, a rendszert reprezentáló effektív térelmélet felső kritikus dimenziója alatt. A probléma nehézségeit a Wegner által bevezetett ún. nemlineáris skálaterek segítségével kezelték. Részletesen foglalkoztak az Almeida—Thouless-instabilitás asszimptotikus megjelenésével a kritikus pont közvetlen közelében.

Összefonódás: Soktestrendszerek esetében az összefonódás jellemzésére használhatjuk az ún. összefonódási Hamilton operátort, amelynek a viselkedésére nagyon kevés eredmény áll rendelkezésre. Szabad fermionlánc esetén sikerült egzakt eredményeket kapni ezen operátor mátrixelemeire, és megmutatni, hogy ezek eltérnek a konform térelmélet által adott jóslattól.

Nemegyensúlyi jelenségek: Teljes gráfon értelmezett, rendezetlen Markov-láncok analitikai tulajdonságait elemezve, igen általános feltételek mellett képesek voltak a teljes időfejlődésre vonatkozó állításokat bizonyítani.

Kaotikus rendszerek: Az időben változó paraméterű rendszerek dinamikájának részletes megértése még távolról sem teljes. Kimutatták, hogy a véges méretű részecskék sodródása a memória-effektusok miatt változó paraméterű időbeli viselkedésnek felel meg, s ezért pillanatkép attraktorok rendelhetők hozzá, melyek más rendszerekben való megjelenését is vizsgálták.

Környezeti áramlások és a klíma dinamikája

Szennyezések terjedése: Környezetvédelmi szempontból lényeges szerepet játszik kis részecskék különböző környezeti áramlásokban való terjedése. A már kidolgozott RePLaT lagrange-i terjedési modellel a kimutatták, hogy a szennyeződésterjedés intenzitása szoros kapcsolatban áll az örvényességgel: a légkörben az utóbbi évtizedek alapján a két mennyiség egymással párhuzamosan változik. A szennyezések kiülepedésének a megértését segíti az összenyomhatatlan áramlásban sodródó részecskék eloszlásában kialakuló inhomogenitások vizsgálata.

Laboratóriumi kísérletek: Vizsgálták az árapály-hajtott áramlásoknak és az óceánaljzat akadályainak kölcsönhatását (új pályázati ciklusuk publikációjaként). Emellett egy asztali méretű forgó laboratóriumi kádban, mely a légkör 'minimálmodelljeként' szolgál, vizsgálják az örvények dinamikáját. Ennek kiterjesztéseként a klímaváltozás által inspirált nemstacionárius jelenségeket is vizsgálták, mely Sci. Reports publikációt eredményezett.

Klímadinamika: Klímaváltozás csak úgy lehetséges, hogy bizonyos paraméterek időbeli változáson mennek keresztül, vagyis a rendszer dinamikája nem autonóm. A helyes megközelítés olyan trajektóriák sokaságának a vizsgálata, amelyek különböző kezdeti feltételekből indulnak. Ezt alkalmazták klímamodellekben, hangsúlyt helyezve a távkapcsolatokra, mint pl. az Észak-Atlanti-oszcilláció (egy újabb Sci. Rep. publikáció) és az El Nino-jelenség.

Extrém események: A klímaváltozás társadalmi reakcióit erősen meghatározó időjárási rekordok kutatását nehezíti, hogy a klimatikai módusokban (pl. Pacific Decadal Oscillations)

a korrelációk erősek, míg elméletek főképp független változókra léteznek. Vizsgálták a rekordstatisztikákat a klimatikus idősorokban megfigyelt $1/f^{\alpha}$ típusú korrelációkra.

b) Tudomány és társadalom

A klímaváltozás helyes statisztikai elméletével foglalkozó tagjaik a Magyar Tudományban megjelent ismeretterjesztő cikkben mutatták be módszerük lényegét „A párhuzamos földi klímák elmélete" címmel. A csoport tagjai előadásokat és bemutatókat tartottak az ELTE Fizikai Intézetének népszerűsítő rendezvényein, mint pl. a Fizika Tanösvény-en, és többször szerepeltek televízió- és rádióműsorokban. A csoport egy tagját az MTA Fizikai Osztály elnökévé választották, ő az MTA Jelölőbizottságában, a MAB Felülvizsgálati Bizottságában és a Bolyai Kuratóriumban is dolgozott, másik tagja pedig az MTA Részecskefizikai Bizottság titkára. A Kutatócsoport http://elmfiz.elte.hu/Kutcsop/ honlapján megtalálhatók a csoport életére vonatkozó legfontosabb hírek a nagyközönség számára is érthető formában.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A csoport tagjai, más hazai és külföldi (Cornell Egyetem, USA) kutatókkal közösen szervezték meg 2017. július 3. és 6. között a 41. "The Johns Hopkins Workshop on Current Problems in Particle Theory" című rendezvényt. A csoport a Wigner RMI Elméleti Fizikai Osztályával és az ELTE Atomfizikai Tanszékével közösen 2017. szeptember 20. és 22. között megszervezte az "Austria-Croatia-Hungary Triangle" műhelysorozat 10. rendezvényét. Az ELTE-n folyó oktatásban is minden tagjuk részt vett különböző elméleti fizikai tantárgyak oktatásával (összesen 8 előadás, 9 gyakorlat tartásával). 2 esetben voltak MSc témavezetők, 7 esetben PhD témavezetők. A csoport vezetője a Fizika tanítása doktori programot is vezeti az ELTE Fizika Doktori Iskolájában.

A csoport tagjai széleskörű nemzetközi kapcsolatokkal rendelkeznek (pl. Ben-Gurion Univ., Izrael, Coriolis-platform, Grenoble, Univ. College, London, Univ. of Reading, Cornell Egy., a CERN és a Genfi Egyetem, Freie Universität Berlin, Oldenburgi, Cottbusi, Hamburgi, Grazi és Palma de Mallorca-i egyetemek, Hamburgi Meteorológiai Max Planck Intézet).

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A Baleár-szigeteki Egyetemen működő Interdiszciplináris Fizika és Komplex Rendszerek Intézete (IFISC) 1 éves posztdoktori pályázatát nyerte el egy kutatójuk. Az MTA 188. közgyűlését követő tisztújítások során a Fizikai Tudományok Osztályán a következő három évre a csoport tagját választották elnöknek. A Kutatócsoportban eltöltött több évtizedes eredményes munkája elismeréseként ő a MTA emeritus kutatója címet kapta. Az osztrák FWF kutatási alap 45 hónapos pályázatát nyerte el egy kutatójuk a Graz-i egyetemre.

A kutatócsoport tagjai vezetőként vagy résztvevőként a következő pályázatokat nyerték el:
Az éghajlatváltozás hatása légköri terjedési folyamatokra - dinamikai megközelítés 9,2 MFt, Nagyléptékű környezeti áramlási és klímadinamikai folyamatok kísérleti vizsgálata 10,3 MFt, Sokaság-megközelítés a klímadinamikában és nemegyensúlyi folyamatokban 47,8 MFt. Egy-egy kutató posztdoktori kiválósági ösztöndíjat kapott, ill. Junior Príma díjat nyert.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Eisler V, Peschel I: Analytical results for the entanglement Hamiltonian of a free-fermion chain. J. Phys. A: Math. Theor., 50: 284003 (2017)
2. Vincze M, Bozóki T: Experiments on barotropic–baroclinic conversion and the applicability of linear n-layer internal wave theories. Experiments in Fluids, 58**:** 136(12) (2017)

MTA–ELTE FEHÉRJEMODELLEZŐ KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Perczel András, az MTA rendes tagja
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A
telefon:(1) 372 2500; fax:(1) 372 2592
e-mail: perczel@chem.elte.hu; honlap:prot.chem.elte.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A kutatócsoport célja annak a jobb megértése, hogy a fehérjék és peptidek térszerkezete milyen módon van az aminosav-szekvenciában kódolva, és a másodlagos-harmadlagos szerkezeti elemekben a kölcsönhatások hogyan határozzák meg a fiziológiai szempontból is érdekes nanostruktúrák konformációját. Céljuk a fehérjék, fehérjekomplexek szerkezetét (és funkcióját) meghatározó kölcsönhatás-hálózatok atomi szintű felderítése, valamint a gyógyszerkutatásban vagy biokompatibilis nanoanyagokként használható konformációsan stabil polipeptidek előállítása. Célok 2017-ben: minifehérje modellek NMR, CD és röntgendiffrakciós vizsgálata (F, I, Amy állapot); rendezetlen (ERD14) és rendezett fehérjék (pszeudo-uridináció, mioglobin), coiled-coil részletek kölcsönhatásai (podocin), szerkezetvizsgálata kísérleti és elméleti módszerekkel; amiloidképződés szerkezeti vonatkozásai; foldamer-építőkövek előállítása és vizsgálata.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Fehérje és peptid építőkövek, foldamerek: A furanóz- és piranózgyűrűs cukoraminosavak (CAS) biokompatibililisek és hangolható építőelemei a foldamereknek és α/β-kiméra peptideknek. Továbbfejlesztették az aminofuránkarbonsav két epimerjének szintézisútját, az előállítás költségeit jelentősen csökkentve (REAL:47554). A piranózgyűrűs Fmoc-GlcAPU(Me)-OH és Fmoc-GalAPU(Me)-OH, méretnövelt totálszintézist is kidolgozták (publikáció 2018-ban). Sikeresen alkalmazták őket, mint építőelemeket különböző homo- és heterooligomerek szintézise során. QM számításokkal vizsgálták öttagú ciklikus β-aminosavak kiralitás-függő szerkezeti preferenciáit: a *cisz* konfigurációjú elemekből épített hexamerek változó struktúrájúak, a foldamer gyűrű polaritásától és H-híd kötő centrumaitól függően. A *transz* konfigurációjú elemekből épített hexamerek helikális struktúrákat hoztak létre. A vizsgált öttagú cukor-aminosavakból az α-aminosavak másodlagos szerkezeti elemeivel kompatibilis homohexamerek származtathatók (REAL:74510). Rövid peptidláncokon elvégzett QM számításokkal modellezték a peptidkötés lehetséges sav-bázis reakcióit és a cisz-transz izomerizáció energiagátjaira vonatkozó hatását: a nitrogén protonálódása elősegíti az izomerizációt, ami hozzájárulhat a natív fehérjeszerkezet elvesztéséhez. A hexopiranózok konformációs viszonyait feltáró kvantumkémiai számításaikhoz kidolgozták azt az adatreprezentációt, ahogyan az elvégzett több mint 40000 geometria optimalizáció eredményei megjeleníthetők (publikáció előkészületben).

Fehérjék és öregedés, reakciók: A fehérjék öregedésének egyik folyamata az aszparaginhoz köthető spontán lejátszódó intramolekuláris reakció. MD szimulációkkal és NMR mérésekkel vizsgálták rövid nyíltláncú és ciklikus peptidek szerkezeti/dinamikai sajátságait - az eredmények rávilágítottak a spontán lejátszódó Asp→Asn és Asp→isoAsp átalakulások szerkezeti okaira. Identikus szakaszokat tartalmazó rendezetlen és rendezett (oligo)peptidek (hélix és hajtű) eredményeit összevetve megállapították, hogy a rendezett szerkezet jelentősen növeli a reaktív molekularészletek stabilitását. A sejtek öregedése során a transzpozonok

egyre aktívabbá válnak: a genom mentén véletlenszerűen a kódoló DNS szakaszokba ékelődve hibás fehérjék szintézisét eredményezik, amelyek az öregkori degeneratív betegségek megjelenéséhez járulhatnak hozzá. Piwi-piRNS útvonal, ami represszálja a transzpozonokat, idős korban egyre kevésbé aktív, így lehetséges, hogy a transzpozonok fokozott aktivitása az öregedés egyik jelentős molekuláris mechanizmusa (REAL:74513).

Folding/unfolding/amiloidképződés: Az ERD14 növényi stresszfehérje chaperon aktivitásának megértése céljából a vad típusú, és a "rendezetlen-optimált" ERD14 atomi szintű szerkezeti jellemzőit 5D, ún. NUS NMR mérések felhasználásával végezték. In vitro és in cell mérések összevetéséből látszik, hogy a vad típusú molekulában jelentősebb változások történnek az élő közeg hatására. A triptofán-kalitka minifehérje H5 variánsa egy szűk pH tartományban amiloid struktúrákat képez, a folyamatot CD, NMR mérésekkel és MD szimulációkkal vizsgálták. Az amiloid-képzés optimális pH-ján a monomer szerkezete rendezett (MD), és az α-helikális szegmensek, melyek az amiloidképzés legvalószínűbb góc-pontjai, egymás mellé rendeződhetnek így elkezdődhet az aggregálódást kísérő szerkezetváltozás. Eltérő pH-n, a monomerek egyensúlyi sokasága tartalmaz igen mozgékony szakaszokat, melyek az elő-rendeződést megnehezíthetik. Az NMR mérésekkel összhangban az antiparallel tetramerek szerkezetében in silico kimutatták a pH függést és a szomszédos szálakon található Phe és Trp oldalláncok aromás-aromás kölcsönhatását. A PNIPAm hőmérséklet-függő konformációs átmenetéről ismert polimer és rendezett ill. rendezetlen minifehérjék kölcsönhatásait vizsgálták NMR módszerekkel: a rendezetlen fehérjével relaxációs perturbáció, rendezett fehérjével főleg kémiai eltolódás-perturbáció mutatkozott, de mindkét esetben a fehérje (tényleges vagy preformált) α-helikális régiói voltak érintettek. Amiloidképző oligopeptidek kristályosítási kísérleteinek célja a β-redőre merőleges irányokban stabilizáló kölcsönhatások tanulmányozása és tervezése. Kristályosítási előszűrést végeztek három fehérjével, a kristályosítás optimalizálása folyamatban van: egy ismert amiloidképző peptid (Sawaya Nature 2007) esetén a cél újabb kristályformák keresése; a H5 molekulamodellezéssel amiloidképző gócnak jósolt régiója esetén különböző pH-kon stabil szerkezetek megoldását tervezik; a H5 ciklizált variánsát T4-fág lizozimmal fúzióban kristályosítják, az oligomerizációtól független szerkezeti jellemzők vizsgálatához.

Fiziológiás és patológiás kölcsönhatások: A víz termodinamikai és kinetikai szerepét tekintették át az amiloid-β fehérjék átalakulásaiban, amiloid-képzésében (REAL: 74519). In silico módszerekkel jellemezték a gyenge és szuper-gyenge savak komplexeinek szerkezeti és termodinamikai sajátságait: a gyenge savak Brönsted savakként viselkednek, komplexeikre H-kötés részvétel a jellemző. A szuper-gyenge savak Lewis-komplexeket hoznak létre, van der Waals kölcsönhatások révén (REAL:47569). A TPPP/p25 és α-szinuklein rendezetlen fehérjék, amelyek együttes koncentrálódása jellemzője a Parkinson kórnak és más szinukleopátiáknak. A köztük levő patológiás kölcsönhatásnak a fiziológiás TPPP/p25-tubulin kölcsönhatástól való szelektív megkülönböztetése céljából a TPPP/p25 különböző trunkáns és deléciós mutánsainak a kölcsönhatásait vizsgálták – a kutatócsoport NMR vizsgálatokat végzett. A kutatás rávilágított a különböző kölcsönható felszínek meghatározásának fontosságára, ami újfajta stratégia alapja lehet az anti-Parkinson kutatásokban (REAL:47568). MD és QM számítások alkalmazásával vizsgálták a mioglobin és NO ill. CO kölcsönhatását a ligandum-diffúziótól a spin-tiltott átmenetet tartalmazó kötődési folyamatig. Tisztán elméleti módszerekkel megközelítették a tapasztalati kötődési sebességeket és megmutatták a két folyamat eltérő lépéseit (publikáció 2018-ban). Pszeudouridilációt katalizáló fehérje-RNS komplexum vizsgálata során homológia-modellezés és MD szimulációk alkalmazásával megmutatták, hogy a két mutáció, amely az eddig ismert kórképektől eltérő betegségekhez vezet, közvetlenül a kémiai reakciót gátolhatja, mert jelentős átalakulást hoz létre az enzim katalitikus helyén, ellehetetlenítve a katalitikus folyamatot. Az MTA TTK Szerves Kémiai

Intézetével együttműködésben QM/MM módszerrel vizsgálták a reakció mechanizmusát, és azonosították a cukorgyűrű és a bázis közti kötés felszakadásának lépéseit (publikáció előkészületben). Korábban megmutatták (REAL:21788), hogy a szteroid rezisztens nefrózist okozó podocin C-terminálisának mutációi befolyásolják a leggyakoribb R229Q mutáció patogenitását. Együttműködőik in vivo vizsgálatait olyan in vitro kísérleti eredményekkel egészítették ki (CD, SEC, FRET), amelyek bizonyítékot szolgáltattak a C-terminális coiled-coil domének intermolekuláris kölcsönhatására és ennek szerepére a patogén/nem patogén dimerizációban. (publikáció 2018-ban). A dimerizáció atomi szintű vizsgálatához a globuláris és coiled-coil domént a kristályosítást elősegítő kimérában állítják elő.

b) Tudomány és társadalom

A Molecular Frontiers (www.molecularfrontiers.org) mozgalom keretében szimpóziumot rendeztek „Proteins in Medicine" címmel, melynek egyik főszervezője a kutatócsoport vezetője volt. A rangos nemzetközi előadók (köztük két Nobel-díjas) részvételével tartott rendezvénynek kb. 1000, többségében középiskolás résztvevője volt. A kutatócsoport tagjai 7 tudománynépszerűsítő előadást tartottak, köztük a Torontói Egyetemről érkezett diákoknak a „Summer School 2017" keretében. Két MedInProt nyári iskola megszervezésében és megtartásában vettek részt: „Miért reagálnak a molekulák" és „Röntgen/MS Nyári kurzus".

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

Együttműködések: az ELTE Biológiai (Piwi-piRNS, komplement) és Kémiai Intézetei (foldamer); MTA TTK (uridin izomerizáció, Parkinson kór, komplement); SE (uridin izomerizáció, podocin); Paul Ehrlich Intézet (Piwi-piRNS); Torontói Egyetem (H-kötések), J. Selye Egyetem (foldamer), Dél-Floridai Egyetem és Orosz Tudományos Akadémia Citológiai Intézete (Parkinson kór). Gyógyszerfejlesztési együttműködéseik: RASopátia konzorcium; ipari partnerek: Sanofi, Novo Nordisk. NUS NMR vizsgálatokat végeztek a Brno-i NMR centrumban. Az MTA SzBK Röntgen-krisztallográfiai Laboratóriumával méréseket végeztek az ELETTRA szinkrotronnál. Részt vesznek az ELTE biológia és kémia BSc, MSc, és PhD képzésben. **V**ezetésükkel 10 diákkörös és 11 PhD-hallgató dolgozik, és 2017-ben 4 BSc 2 MSc szakdolgozatot és 1 PhD disszertációt védtek meg.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

2017-től induló pályázatok: VEKOP kiválósági (Biokompatibilis nano- és mezorendszerek) és infrastruktúra (ELTE röntgen-krisztallográfia) pályázatok; az MTA MedInProt programjának gépidő és szinergia pályázatai. *További források:* RASopátiák (NVKP), OTKA K119386 (komplement), K116305 (uridin izomerizáció); Sanofi/Frankfurt kutatási támogatás (aggregáció); EU Horizon 2020 program, iNEXT pályázat.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Menyhárd DK, Hudáky I, Jákli I, Juhász G, Perczel A: Predictable conformational diversity in foldamers of sugar amino acids. J. Chem. Inf. Model., 57: 757–768 (2017) Link(ek): DOI, PubMed, WoS, Scopus
2. Nagy A, Csordás B, Zsoldos-Mády V, Pintér I, Farkas V, Perczel A: C-3 epimers of sugar amino acids as foldameric building blocks: improved synthesis, useful derivatives, coupling strategies. Amino Acids, 49: 223–240 (2017) Link(ek): REAL, DOI, PubMed, WoS, Scopus, Egyéb URL

MTA–ELTE GEOLÓGIAI, GEOFIZIKAI ÉS ŰRTUDOMÁNYI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Haas János, a MTA levelező tagja (2017. június 30-ig)
kutatócsoport-vezető: Kázmér Miklós, a MTA doktora (2017. július 1-től)
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C
telefon: (1) 381 2104/8627; e-mail: mkazmer@gmail.com
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A kutatócsoportnak az 5 éves kutatási tervben megjelölt alapvető feladata a Pannon-medence és az azt körülvevő hegységvonulatok szerkezetfejlődésének és egyes geológiai egységeinek rétegtani és szedimentológiai vizsgálata, a dolomitosodás és más diagenetikus jelenségek tanulmányozása, aktív tektonikai vizsgálatok, valamint a kozmikus sugárzás és az ionoszféra jelenségeinek felhasználása a Föld fejlődéstörténetének és jelenkori aktivitásának megértésére.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Szerkezet: A kutatócsoport folytatja a Pannon-régió kainozoos medencéinek és az azok aljzatának megismerését célzó geológiai és geofizikai kutatásokat, továbbá a geológiai kapcsolatok vizsgálatát a Pannon-régió egészére nézve. Publikációt nyújtottak be ÉK-magyarországi riolitok koráról és geodinamikai kapcsolatáról. Tovább folytatták az ÉK-magyarországi triász karbonátok őskörnyezeti elemzését. A takarótalpi breccsák elemzésének keretében elkészült egy MSc szakdolgozat és AMS mérésekhez mintákat vettek.

A Bükk szerkezeti elemzéséhez kapcsolódva terepi mérések történtek és 2 MSc szakdolgozat kezdődött. Hasadványnyom mérésekkel vizsgálták a deformáció korát. A jura deformációt egy OTDK-nyertes tanulmányban dokumentálták. Szerkezeti elemzéseket folytattak a Dunántúli-középhegység kréta deformációiról; kiegyenlített keresztszelvényt készítettek. Részt vettek a Gerecséről készülő földtani térkép és térképmagyarázó készítésében. Új nannoplankton vizsgálatok alapján meghatározták a kréta deformációs fázisok korát. A gerecsei édesvízi mészkő paleomorfológiájáról és a pannóniai puhatestűekről publikációt készítettek. A Budaörs-1 fúrás koráról és szerkezeti értelmezéséről cikket jelentettek meg.

Posztert készítettek a szerbiai Drina-Ivanjica zóna szerkezeti kapcsolatairól és a metamorfózis koráról. Szlovéniában terepmunkát folytattak szerkezeti és ősföldrajzi korrelációs célból.

Részt vesznek a Balaton környezetének neotektonikai viszonyait vizsgáló OTKA kutatásban. Tovább folytatják a Pannon-medence kainozoos üledékeinek szerkezeti vizsgálatát is. A kőzetek paleomágneses (AMS) és feszültségviszonyainak összevetéséről készült cikk bírálat alatt van. Kiegészítő méréseket végeztek a Bükkalján. ÉK-Magyarországi fedett magmatitokról és a miocén vulkanitok koráról 2 publikációt adtak be.

Karbonát: Észak-Magyarországon a Bódvai egységben, középső-felső triász dolomit mintázását végezték el. További diagenezis-történet vizsgálatok történtek miocén homokkövön, különös tekintettel a deformációs szalagokra. A Balaton-felvidéken és a Bakonyban alsó-triász kevert karbonátos és sziliciklasztos kőzetekben öt litofácies típust sikerült elkülöníteni: szövetőrző és szövetromboló dolomit; homokos, kőzetlisztes, agyagos dolomit; dolomitos aleurolit és homokkő; dolomitos mészkő; mészkő. A dolomit nagy része

feltételezhetően reflux-eredetű, de a megjelenő vastartalmú nyeregdolomit kristályok és szulfid ásványok egy telogenetikus fluidumáramlási eseményről tanúskodnak. A tatai Kálvária-domb jura képződményének törés menti dolomitosodása a kréta-paleogén szárazulati időszak előtt történt (publikáció). Az Aggtelek-Rudabányai-hegység takarótalpi breccsái mozaikbreccsa, kaotikus breccsa, továbbá mezo- és ultrakataklázit kategóriába sorolhatóak. A változatos (homokkő, aleurolit, agyagkő, dolomit és mészkő) klasztokat mátrix vagy cement fogadja be. A cementásványok további vizsgálatával tárták fel a képződéskor uralkodó nyomás- és hőmérséklet viszonyokat.

Aktív tektonika: Az aktív tektonikai kutatások keretében archeoszeizmológiai módszerrel vizsgálták az eurázsiai kontinens déli peremén húzódó kollíziós öv múltbéli földrengéseit (Svájc, Pannon-medence, Erdélyi-medence, Déli-Alpok és előtere, Adriai-partvidék, Délkelet-Ázsia). Részletező terepi vizsgálatot folytattak a dinári Velebit adriai előterének különleges földrengési mintázatáról. Megállapították, hogy a műszeres és a történeti szeizmikus adatok hiányosak: az ókori és középkori építményeken észlelhető deformációk arra utalnak, hogy az ún. Velebit-hézag (a jelentősebb földrengések hiánya) csak látszólagos: az elmúlt évezred során jelentősebb, legalább VIII-as intenzitású rengések zajlottak le a környéken. Megkezdték az Erdélyi-medence gótikus templomainak szisztematikus bejárását. A várhatóan kb. 40 templom közül az eddig felmért öt épület mindegyike mutatott jelentős, rengésre utaló sérülést. A rengéseket okozó vető nagy valószínűséggel nem a jól ismert Vráncsa-zóna földrengésfészke, hanem egy vagy több, az Erdélyi-medence belsejét harántoló törésvonal. Megjelent az első publikáció az Erdélyi-medence gótikus templomain észlelhető deformációkról. Publikációt nyújtottak be a középkori földrengésálló építkezésről a Selyemút mentén. A tengerpartok kiemelkedését és süllyedését nagy érzékenységgel mérő bioeróziós módszer segítségével tanulmányozták a Földközi-tenger és Omán partvidékét. Publikáció jelent meg a parti színlők kialakulásának modellezéséről.

Geofizika: Folytatódott a mecseki cseppkőminták paleoklimatológiai vizsgálata (publikáció). Uránsoros kormeghatározások: barlangi mintákon (Baradla-, Béke-, Szépvölgyi-, Szemlőhegyi-barlang). Gamma-spektrometriás méréseket végeztek 56 mintán az ELTÉ-n működő termolumineszcens laboratóriummal közösen. A Wigner FK-val közös müon-tomográfiai kutatás keretében méréseket végeztek a Mátrában az európai összefogással megvalósítani tervezett gravitációs hullám detektor egyik lehetséges helyszínén. A mérésről publikáció jelent meg. Továbbfolytatták a méréseket hazai földalatti helyszíneken valamint Japánban a Sakurajima vulkánnál.

Az univerzális munkaeszköznek tekinthető paraméterbecslési eljárásokat alkalmazták archív térképek georeferálásához, légifényképek ortokorrekciójához szükséges együtthatók kiszámításához, a Baróti-hegység vulkanitjaiból a köpeny olvadási mértékének meghatározásához és müondetektor mérési adatok feldolgozásával a Budai-hegységben üregek kereséséhez.

A mobilis Föld geológiai folyamatai, mint veszélyforrások vizsgálatára egységes műholdas adatbázist hoztak létre döntően saját vételű (ELTE) nagyfelbontású, multispektrális felvételek Pannon-medence kivágataiból (2000-2018), amelyek idősorain anomális hőáramképek megjelenése vizsgálható. Recens kéregmozgáshoz potenciálisan köthető jelenségek vizsgálatát célzó kísérleti, statisztikus módszerfejlesztést kezdtek alacsony pályán keringő műholdak mérési adatain determinisztikus hatások eltávolítására. Részt vettek a megvalósítás előtt álló Chibis AI orosz mikroműhold tudományos előkészítésében a magyar SAS3 hullámkísérlettel.

b) Tudomány és társadalom

A szélesebb nagyközönséghez és a tanártársadalomhoz szóló magas szintű ismeretterjesztő írások a Magyar Tudomány, a Fizikai Szemle és a Transsylvania Nostra c. folyóiratban jelentek meg. A természettudományok, szűkebben a földi környezet kutatásának népszerűsítése a Kutatók éjszakáján történt, kiemelten középiskolásoknak.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K + F kapcsolatai 2017-ben

Megszervezték a Central European Tectonic Studies Group (CETeG) éves konferenciáját Zánkán, melyhez kapcsolódva abstract-kötetet és szakmai kirándulásvezetőt állítottak össze. A Bonni Egyetemmel közös vezetésű expedíció az ománi partvidék fiatal tektonikáját tanulmányozta. Délkelet-Ázsia archeoszeizmológiáját a Yangoni Műegyetemmel közösen vizsgálják. Az Erdély történeti földrengéseiről szóló monográfiát a hannoveri Földtani Intézettel közösen készítik elő kiadásra. A Bécsi-medence archeoszeizmológiáját a Carnuntumi Múzeum munkatársaival közösen tanulmányozzák.

Szoros együttműködés folyik a hazai VLF mérőrendszer üzemeltetése és tudományos értelmezése területén az MTA CSFK GGI-vel (Sopron). A futó és előkészítés alatt álló orosz tudományos űrprogramok kapcsán (pl Chibis AI, ISS Trabant): ezekben a magyar (ELTE és BL-Electronics) fejlesztésű SAS3 hullámkísérletet és tudományos részvételt az orosz partner kérte).

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok

Elnyert mobilitási pályázatok: ERASMUS+: Myanmar, CEEPUS: Ausztria, Horvátország, Szlovénia, Albánia szerkezetföldtani és archeoszeizmológiai témában.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Grabowski J, Haas J, Stoykova K, Wierzbowski H, Branski P: Environmental changes around the Jurassic/Cretaceous transition: New nannofossil, chemostratigraphic and stable isotope data from the Lókút section (Transdanubian Range, Hungary). Sedimentary Geology 360: 54-72 (2017)
2. Haas J, Hips K, Budai T, Győri O, Lukoczki G, Kele S, Demény A, Poros, Zs: Processes and controlling factors of polygenetic dolomite formation in the Transdanubian Range. Hungary: a synopsis. - International Journal of Earth Sciences 106(3), 991-1021 (2017)
3. Schneiderwind S, Boulton S, Papanikolaou I, Kázmér M, Reicherter K: Numerical modeling of tidal notch sequences on rocky coasts of the Mediterranean Basin. Journal Of Geophysical Research: Earth Surface 122(5): 1154-1181 (2017)
4. Török Á, Mindszenty A, Claes H, Kele S, Fodor L, Swennen R: Geobody architecture of continental carbonates: "Gazda" travertine quarry (Süttő, Gerecse Hills, Hungary). Quaternary International 437:(part A) 164-185 (2017)

MTA–ELTE GEOMETRIAI ÉS ALGEBRAI KOMBINATORIKA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Szőnyi Tamás, az MTA doktora
ELTE TTK Számítógéptudományi Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C.
telefon: (1) 381 2202; fax: (1) 381 2174
e-mail: szonyi@cs.elte.hu; honlap: http://www.cs.elte.hu/gac
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2013. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A kutatócsoport elsődleges feladata a geometriai és algebrai kombinatorika – különösen a véges geometriából származó, annak eszköztárával, ill. más algebrai módszerekkel támadható problémák – területén végzett alapkutatás, kiemelve az extremális kombinatorikai/ gráfelméleti és stabilitási kérdéseket, q-analógokat, színezéseket, az irányproblémát, véges síkok kombinatorikusan definiált struktúráit (pl. lefogó ponthalmazok), a polinommódszert és a nem feltétlenül desarguesi síkokat. Az eddigiekben a kizártrészposzet-probléma, keresési problémák, lefogó ponthalmazok, affin síkok egész automorfizmusai, síkba ágyazott, csoporttal koordinátázható 3-hálózatok, extremális kombinatorikai struktúrák és PG($2,q$) kombinatorikusan definiált struktúrái, valamint pszeudovéletlen sorozatok és bizonyos gráfszínezési kérdések területén értek el eredményeket. A beszámolóévben K_5 minormentes, g-bőségű gráfok, 2-metsző gráfok, a Sirodenko-sejtés, kevés C_4-et tartalmazó köztes élsűrűségű páros gráfok, véges terek sűrű halmazai, PG(n,q) altereiből származó gráfok színezési kérdései és megoldó-halmazai (metrikus dimenziója), irányhalmazok, MRD kódok és maximum scattered alterek, (többszörösen) lefogó ponthalmazok, Hill sejtése, Hall- és André-síkok örökölt ponthalmazai, valamint multiplikatív számelméleti bázisok, pszeudovéletlen bináris sorozatok témákban terveztek kutatni.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A négyszíntétel első bizonyítása után, Wegner kezdte el tanulmányozni, hogy mennyi lehet egy G síkgráf négyzetének (itt élet húzunk be a másodszomszédos csúcsok között is) kromatikus száma. A következő sejtést fogalmazta meg: ha G maximális fokszáma 3, minden ilyen gráf négyzete színezhető legfeljebb 7 színnel. 2017 szeptemberében tette fel az arXiv-ra Thomassen a tétel egy bizonyítását. Megfogalmazott egy látványos sejtést, amelyből következne Wegner előbbi sejtése. Thomassen sejtése szerint minden 3-szorosan összefüggő 3-reguláris gráf csúcsait piros-kékre lehet színezni úgy, hogy minden kék feszített összefüggő rész 1 vagy 2 csúcsú és minden piros rész minimum foka legalább 1, de nem tartalmaz 3-élű utat. A Wegner-sejtésben fontos szerepe van a Petersen-gráfnak. A kutatócsoport munkatársai megmutatták, hogy minden általánosított Petersen gráfra igaz Thomassen sejtése, továbbá általánosították a sejtést minden legfeljebb 3 maximum fokú gráfra. Ez utóbbi erős sejtést igazolták minden fára. A kutatócsoport egy munkatársa társszerzőivel közös cikkében sűrű gráfok színezéseinek és párosításainak számát vizsgálta, másik cikkében bebizonyította az ún. determináns Sidorenko-sejtést. Az eredeti Sidorenko-sejtés egy egyenlőtlenséget fogalmaz meg, amely egy adott páros gráfnak egy rögzített gráfba menő homomorfizmusainak számára vonatkozik. Ha ez utóbbi rögzített gráfoknak megfelelően veszünk egy sorozatát, akkor megfelelő normalizálás mellett ezen egyenlőtlenség-sorozat átmegy egy limesz-egyenlőtlenségbe, ami egy páros gráfhoz és egy (-1,1) közötti x számhoz rendel hozzá egy pozitív definit mátrix determinánsára vonatkozó egyenlőtlenséget. Ez a determináns Sidorenko-egyenlőtlenség, melynek érvényességét a kutatócsoport munkatársa más kutatóval

együttműködve igazolta. Ráadásul az is kiderült, hogy ha az x szám pozitív, akkor már nem szükséges, hogy az adott gráf páros legyen: az egyenlőtlenség minden gráfra igaz. Egy meglepő alkalmazása ezen egyenlőtlenségnek, hogy segítségével új bizonyítást lehetett adni B. McKay reguláris gráfok feszítőfáinak számára vonatkozó egy becslésére. Gráfok esetén széles körben vizsgált paraméter a dominálási szám, és ugyancsak vizsgált az a probléma, hogy adott gráfcsaládokban maximum hány diszjunkt dominál halmaz adható meg. Ez utóbbi paraméterre síkgráfok esetén többféle becslés is ismert, például általános síkgráfokra ez a szám nem haladhatja meg a 4-et, outerplanar esetben a 2-t. A kutatócsoport egy munkatársa maximális outerplanar gráfok esetében karakterizálta azon gráfokat, melyekre ez a paraméter 2. Ez az eredmény a háromszögelt síkgráfokra vonatkozó sejtés egy részesetének bizonyításában is kulcsszerepet játszik. Véges síkok illeszkedési gráfja adja a C_4-mentes páros gráfok extrém struktúráját (Zarankiewicz-problémakör). A probléma általánosítása, hogy adott élszámú páros gráfok között melyek tartalmazzák a legkevesebb $F = C_4$ részgráfot, és hányat tartalmaznak (v.ö. gráfok homomorfizmusai). Általában erről szól az ún. túltelített gráfok elmélete, melynek híres, félig nyitott kérdése az Erdős–Simonovits–Sidorenko-sejtés. A kutatócsoport munkatársa a C_4, ill. általánosan a $K_{2,t}$ páros gráf példányszámát vizsgálta olyan gráfokban, ahol az élszám a tekintett mintagráfhoz tartozó extremális élszámot meghaladja. Általánosságban kimutatta az élszámnak azt a határát, ahol a megfelelő sűrűségű véletlen gráfok aszimptotikusan annyi példányt tartalmaznak a vizsgált mintagráfból, mint az élszám melletti lehetséges minimum. Ez alatt a határ alatt konstrukciók végtelen családját adta meg, ahol szintén aszimptotikusan elérhető az elméleti minimum. Ezen konstrukciók véges síkra épülnek, illetve algebrai jellegűek. Az irányhalmazok kérdéskörében az $n = 4$ esetben megmutatták, hogy az ismert példákon kívül nincsen más olyan GF(q)-lineáris GF(q^n) → GF(q^n) függvény, mely maximális sok, azaz $(q^n-1)/(q-1)$ irányt határoz meg. Az $n = 6,8$ esetekben új példákat adtak ilyen függvényekre és megmutatták, hogy az ezekből készíthető MRD kódok nem ekvivalensek a korábban ismertekkel. Az irányhalmaz mindegyik esetben ún. „maximum scattered” lineáris halmaz, melyekről szintén sikerült megmutatniuk, hogy nem ekvivalensek a korábban ismert példákkal. Egy 2014-es cikkben azt sejtették, hogy q páratlan esetén PG($2,q$) bármely $q+2$ elemű ponthalmazát legalább $2q-2$ egyenes metszi páratlan sok pontban. A kutatócsoport egy munkatársa Segre-típusú módszerek tovább-fejlesztésével megmutatta, hogy léteznek olyan c és N konstansok, hogy $N < q$ páratlan esetén PG($2,q$) bármely $q+2$ elemű ponthalmazát legalább $2q-c$ egyenes metsz páratlan sok pontban. Ez jelentősen megjavítja a korábban ismert legjobb becsléseket. A kutatócsoport munkatársai több illeszkedési struktúra megoldóhalmazait és metrikus dimenzióját vizsgálták. Konkrét példák keresésére sikerrel alkalmaztak lineáris programozási (IP / LP) modelleket a kérdéskörben, valamint lefogóhalmazok konstruálásában is. A magasabb dimenziós véges projektív terek pont-hipersík illeszkedési gráfjainak megoldóhalmazait elméleti megközelítéssel vizsgálva értek el eredményeket (a síkbeli esetben a csoport két kutatója ezen halmazokat pár évvel korábban teljesen leírta). A 3-dimenziós esetben lényegében sikerült megadniuk a legkisebb méretű megoldóhalmazokat, a 4-dimenziós terek esetében algebrai görbék pontszámára vonatkozó becslések felhasználásával sikerült megjavítaniuk a Fancsali és Sziklai által vizsgált kesze-kusza egyeneshalmazok méretére vonatkozó becsléseket, majd ezen eredményeket alkalmazva olyan megoldóhalmazokat konstruálni, melyek pontszáma nagyságrendileg megegyezik az általuk bizonyított alsó korlát méretével. A magasabb dimenziókban is sikerült némileg közelíteni az alsó és felső korlátokat, itt azonban még sok nyitott kérdés maradt. A PG(n,q) tér k-dimenziós alterei és pontjai által alkotott hipergráf fölső kromatikus számának meghatározását nagyrészt visszavezették a síkbeli esetre, valamint igazolták a maximális színszámú szivárványmentes színezések stabilitását a síkon. Újabb eredmények születtek a PG($2,q$) projektív síkok $3q-1$ pontú kétszeres lefogó ponthalmazairól. Egyrészt igazolták R. Hill sejtését, miszerint ilyen ponthalmaznak nem lehet három $q-1$-

szelője; másrészt eredményeket nyertek a két *q-1* szelővel rendelkező példák struktúrájáról. A kutatócsoport egy munkatársa társszerzőkkel unitálok véges síkokba való beágyazásait vizsgálta. Egyrészt megmutatták, hogy a klasszikus unitált testre épített síkba csak egyféleképpen (Hermite-görbeként) lehet beágyazni, másrészt tanulmányozták a Hall-síkok és általánosabban André-síkok olyan unitáljait, amelyek az Hermite-görbéből keletkeznek. Ezek a síkok előállnak PG(*2,q*)-ból többszörös deriválással, és megmutatták, hogy a klasszikus unitál nem túl sokszori deriválás esetén unitál marad. Érdekes viszont, hogy nem marad izomorf az eredeti unitállal, mert nem tartalmaz O'Nan konfigurációt. A kutatócsoport egy munkatársa társszerzőjével igazolta, hogy $S = \{x^2+1: x = 1,2,...,n\}$ halmaz legkisebb multiplikatív bázisának mérete $cn/\log(n)$ és $n\text{-}cn^{0.5}$ közé esik. Vizsgálták a problémát általánosabban is: az $S = \{f(x): x = 1,...,n\}$ halmaz legkisebb multiplikatív bázisának méretére a $c/(\log(n))^r$ alsó becslést adták, ahol az *r* konstans értéke az *f* polinomtól függ.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport tagjai részt vettek középiskolás diákoknak az EGMO és IMO matematikai diákolimpiákra való felkészítésében, ennek keretén belül előadást is tartottak a felkészítő táborban (Tata) és ismeretterjesztő, népszerűsítő matematikai előadásokat is tartottak (Deák Ferenc Gimnázium, Szeged; Árpád Gimnázium, Budapest; Nagy Károly Matematikai Diáktalálkozó). Egy kutató tagja a Matematika OKTV Bizottságának.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A csoport tagjai az ELTE, a PTE, a Pannon és a koperi egyetemeken a 2017-es évben is folytatták oktatási tevékenységüket, többen oktatnak doktori iskolában. A kutatócsoport rövidebb időre fogadott külföldi vendégkutatókat (7 fő), akik közül többen a heti szemináriumon előadást is tartottak (Eindhovenből, Ghentből és Casertaból). A kutatócsoport munkatársai szervezték a „Finite Geometry Workshop Szeged, 2017" című nemzetközi konferenciát. Egy munkatárs hosszabb (2 hónap), ketten rövidebb ideig (1-2 hét) tartózkodtak vendégkutatóként külföldön (Szlovénia, Olaszország, Hollandia).

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport két tagja elnyerte a Bolyai János Kutatói Ösztöndíjat. Sikerrel pályáztak újabb két évre az MTA-FWO együttműködés keretén belüli mobilitási támogatásra (évente 4 ki- és 4 beutazás). OTKA pályázatot nyertek „Stabilitási problémák véges geometriákban és alkalmazásaik" témában (4 év, 5 résztvevő, évi 3 960 E Ft).

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Csajbók B, Marino G, Polverino O, Zullo F: Maximum scattered linear sets and MRD-codes. Journal of Algebraic Combinatorics, 46(3-4): 517-531 (2017) https://arxiv.org/abs/1701.06831
2. Héger T, Nagy Z L: Dominating sets in projective planes. Journal of Combinatorial Designs, 25(7): 293-309 (2017) https://arxiv.org/abs/1603.02933

MTA–ELTE KOMPLEX KÉMIAI RENDSZEREK KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Császár Attila, az MTA doktora
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A
telefon: (1) 372 2929; fax: (1) 372 2592
e-mail: csaszar@chem.elte.hu; honlap: http://kkrk.chem.elte.hu/kkrk/
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2013. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A Komplex Kémiai Rendszerek Kutatócsoport (KKRK) ötéves (majd hatévesre bővített) kutatási terve meghatározza, hogy a Kutatócsoport az elméleti és számítógépes kémia (kiemelten a kvantumkémia), a (nagyfelbontású) molekulaspektroszkópia, az (*ab initio*) termokémia, valamint a (nem formális) reakciókinetika területén, egyes határterületekre (matematikai statisztika, informatika és információtechnológia) történő átnyúlással, illetve az ismeretek új szinten történő összekapcsolásával új, a szélesebb természeti környezet megismerését (pl. csillagképződés, exobolygó-kutatás, égések), valamint az életminőség védelmét (pl. földi üvegházhatás tudományos megértése, környezet- és klímavédelmi kutatás és fejlesztés) és javítását szolgáló, a gyakorlatban általánosan felhasználható módszereket, a hozzájuk kapcsolódó számítógépes programokat, valamint modern, aktív adatbázisokat fejleszt és tesz elérhetővé a szélesebb tudományos közösség (kutatók és mérnökök) számára.
2017-ben a KKRK alap- és alkalmazott kutatási tevékenysége fontos értékeket teremtett. A legfontosabb eredményeket 15 angol nyelvű tudományos közlemény tartalmazza A kutatásokban aktívan vettek részt hazai hallgatók, az ő képzésük továbbra is a Kutatócsoport egyik kiemelt feladata. Amint a KKRK honlapján is megtalálható, a Kutatócsoport már jóval több, mint 100 tudományos közleményt és konferencia részvételt jegyez, a cikkekre jelentős számban érkeztek független hivatkozások. Folytatódott a ReSpecTh információs rendszer és a csatlakozó dedikált weboldal (www.respecth.hu) kiépítése, itt hozzáférhetők legegyszerűbben a KKRK tevékenységéből származó adatok és adatbázisok.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A Kutatócsoportban nemzetközi együttműködésben évek óta folyó munka talán legfontosabb gyümölcsei értek be 2017-ben: megjelent a KKRK két tagjának közreműködésével a kanonikus HITRAN spektroszkópiai adatbázis legújabb változata. A közleményre már eddig is több, mint 20 hivatkozás érkezett. Ez nem meglepő, mert a teljes tudományos és mérnöki közösség ezt a kanonikus adatbázist alkalmazza, ha kísérleti spektroszkópiai adatokra van szüksége. Ezt a közleményt jól egészíti ki egy másik, a JQSRT folyóiratban megjelent, szintén széleskörű nemzetközi együttműködés eredményeként megszületett közleményünk, mely 51 molekula 166 izotopológjára tartalmazza az ideális gáznak megfelelő teljes belső állapotösszegeket széles hőmérsékleti tartományban. Ezeknek az adatoknak hasonló a szerepe tudományos, de különösen mérnöki körökben, mint a HITRAN adatoknak. Egy további, nemzetközi együttműködésben évek során megvalósuló projekt eredményeinek közlésére is 2017-ben került sor. Az IAPWS (*International Association for the Properties of Water and Stream*) nemzetközi szervezet felkérése alapján nagyszámú termokémiai függvényt határoztak meg a nehézvízre (és az azt alkotó három izotopológra) széles, 0 – 6000 K hőmérsékleti tartományban. Az általuk számított, minden eddig közöltnél legalább egy nagyságrenddel pontosabb eredmények képezik az IAPWS közeljövőben kibocsátandó nemzetközi termokémiai ajánlásának egyik tudományos alapját. A számítások során figyelembe vették a magspin izoméria és a nem-kötött állapotok hatását, eddig mindkét tényezőt elhanyagolta az irodalom.

A Kutatócsoport 2017-ben is folytatta a spektroszkópiai hálózatok jellemzőinek tanulmányozását. Új módszert dolgoztak ki a spektroszkópiai átmeneteket tartalmazó adatbázisok (ilyen a HITRAN is) konzisztenciájának vizsgálatára. Eljárásuk megmutatta, hogy egyes adatbázisok egyes molekulákra akár jelentős számban tartalmaznak inkorrekt adatokat. Az adatok korrekciójára is javaslatot tettek. Eredményeink egy része már beépült a HITRAN adatbázisba.
Jelentős módszertani fejlesztés, hogy az általános célú GENIUSH programrendszerüket kiegészítették rezgési-forgási rezonanciaállapotok számítására alkalmas modullal, az így kialakuló program neve GENIUSH-CAP. Ezzel először vált lehetővé tetszőleges molekuláris rendszerekre rezgési-forgási rezonancia állapotok pontos és kontrollált számítása teljes vagy redukált dimenzióban. A GENIUSH-CAP programot alkalmazták a H_2He^+ és a $H_2{\cdot}CO$ molekuláris rendszerek egyes rezgési-forgási rezonancia állapotainak számítására. A rezonancia állapotok számítása kapcsán fontos fejlemény, hogy sor került a stabilizációs módszer implementálására, így határozták meg rezonancia állapotokat az $ArNO^+$ kationra.
Hasonlóan nagyon fontos eredmény a Kutatócsoport életében a szimmetria (molekuláris szimmetria, MS) hozzáadása a GENIUSH programcsomaghoz. Ez az önmagában is jelentős fejlesztés tette lehetővé, hogy a spektroszkópiai szempontból egyik legérdekesebb molekula, a szerkezet nélküli molekulák családjába tartozó CH_5^+ molekulaion kapcsán közöljék rendkívül érdekes és értékes eredményeiket.
Az elnyert VEKOP pályázathoz kapcsolódik a *J. Comp. Chem*. folyóiratban az ionok és aromás rendszerek kölcsönhatása kapcsán íródott cikkük, mely a kölcsönhatás új oldalait volt képes megmutatni.
Hazai együttműködés keretében új, egyszerű módszert dolgozott ki a Kutatócsoport van der Waals dimerek forgási állapotainak kvalitatív jellemzésére. A kidolgozott eszközt sikerrel alkalmazták a $CH_4{\cdot}H_2O$ dimer deuterált izotopológjaira számított eredmények megértésére. Megjegyzendő, hogy ez a dimer is szerkezetnélküli molekulának tekinthető.

b) Tudomány és társadalom

A ReSpecTh információs rendszer 2017-ben megvalósult továbbfejlesztése jelentős segítség a légköri- és égés-modellezéssel foglalkozó szakemberek számára. A Kutatócsoport által kifejlesztett programrendszert használták fel Londonban középiskolás diákok oktatására az ORBYTS (*Original Research By Young Twinkle Students*) program keretében. A Kutatócsoport 2017-ben elkezdte a program magyarországi bevezetését is a londoni kedvező tapasztalatok alapján budapesti és vidéki hallgatók részvételével. További siker, hogy 2017-ben elkezdődött a program kiterjesztése Ausztráliára is.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

2015-ben indult meg a tevékenység egy COST pályázat (MOLIM: Molecules in Motion, http://cost-molim.eu) keretein belül, melyet a kutatócsoport vezetője koordinál és több mint 30 európai és észak-afrikai ország kutatóit fogja az össze komplex kémiai rendszerek molekulamozgásainak vizsgálata kapcsán. A kutatócsoport két tudományos munkatársa az ETH-n, illetve a University of Tokyo-n végzett posztdoktori kutatásokat kísérleti csoportok tagjaként és hozták magukkal az ott kiépített kapcsolatrendszert. Az elmúlt évben előremutató együttműködés alakult ki a KKRK és egy kölni kísérleti fizikai kutatócsoport között is.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

2017-ben a kutatócsoport vezetője elnyerte az MTA támogatását egy 2018-ban Budapesten rendezendő nemzetközi konferencia (AMOC 2018) kapcsán. A kutatócsoport vezetője az

egyik irányítója egy 2017. szeptember 1-én indult konzorciális VEKOP pályázatnak az ELTÉ-n.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. McKemmish L K, Masseron T, Sheppard S, Sandeman E, Schofield Z, Furtenbacher T, Császár A G, Tennyson J, Sousa-Silva C: MARVEL Analysis of the Measured High-Resolution Rovibronic Spectra of $^{48}Ti^{16}O$. Astrophys. J. Suppl., 228: 15 (2017) https://doi.org/10.3847/1538-4365/228/2/15
2. Papp D, Sarka J, Szidarovszky T, Császár A G, Mátyus E, Hochlaf M, Stoecklin T: Complex Rovibrational Dynamics of the $Ar{\cdot}NO^+$ Complex, Phys. Chem. Chem. Phys., 19: 8152-8160 (2017) http://dx.doi.org/10.1039/c6cp07731e
3. Demaison J, Craig N C, Gurusinghe R, Tubergen M J, Rudolph H D, Coudert L,. Szalay P G, Császár A G: Fourier Transform Microwave Spectrum of Propene-d_1 (CH_2=$CHCH_2D$), Quadrupole Coupling Constants of Deuterium and a Semiexperimental Equilibrium Structure of Propene. J. Phys. Chem. A, 121: 3155-3166 (2017) http://dx.doi.org/10.1021/acs.jpca.7b01470
4. Simkó I, Furtenbacher T, Hruby J, Zobov N F, Polyansky O L, Tennyson J, Gamache R R, Szidarovszky T, Dénes N, Császár A G: Recommended Ideal-Gas Thermochemical Functions for Heavy Water and Its Substituent Isotopologues. J. Phys. Chem. Ref. Data, 46: 023104 (2017) http://dx.doi.org/10.1063/1.4983120
5. Sarka J, Császár A G, Mátyus E: Rovibrational Quantum Dynamical Computations for Deuterated Isotopologues of the Methane-Water Dimer. Phys. Chem. Chem. Phys., 19: 15335-15345 (2017) http://dx.doi.org/10.1039/C7CP02061A
6. Papp D, Rovó P, Jákli I, Császár A G, Perczel A: Four Faces of the Interaction between Ions and Aromatic Rings. J. Comp. Chem., 38: 1762-1773 (2017) http://dx.doi.org/10.1002/jcc.24816
7. Papp D, Szidarovszky T, Császár A G: A General Variational Approach for Computing Rovibrational Resonances of Polyatomic Molecules. Application to the Weakly Bound H_2He^+ and $H_2{\cdot}CO$ Systems. J. Chem. Phys., 147: 094106 (2017) http://doi.org/10.1063/1.5000680
8. Fábri C, Quack M, Császár A G: On the Use of Nonrigid-Molecular Symmetry in Nuclear-Motion Computations Employing a Discrete Variable Representation: A Case Study of the Bending Energy Levels of CH_5^+. J. Chem. Phys., 147: 134101 (2017). http://dx.doi.org/10.1063/1.4990297
9. Gordon I E, Rothman L S, Császár A G, Furtenbacher T, at.al: The HITRAN2016 Molecular Spectroscopic Database, J. Quant. Spectrosc. Rad. Trans., 203: 3-69 (2017) https://doi.org/10.1016/j.jqsrt.2017.06.038
10. Tóbiás R, Furtenbacher T, Császár A G: Cycle Bases to the Rescue, J. Quant. Spectrosc. Rad. Transfer, 2017, 203:557-564. http://dx.doi.org/10.1016/j.jqsrt.2017.03.031
11. Tennyson J, Polyansky O L, Zobov N F, Alijah A, Császár A G: High Accuracy Calculations of the Spectrum of H_3^+, J. Phys. B, 50: 232001 (2017) https://doi.org/10.1088/1361-6455/aa8ca6
12. Olm C, Varga T, Valkó É, Curran H J, Turányi T: Uncertainty quantification of a newly optimized methanol and formaldehyde combustion mechanism. Combust. Flame, 186: 45-64 (2017) https://doi.org/10.1016/j.combustflame.2017.07.029

MTA–ELTE NUMERIKUS ANALÍZIS ÉS NAGY HÁLÓZATOK KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Faragó István, az MTA doktora
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C
telefon: (1) 372 2500; fax: (1) 381 2158
e-mail: faragois@cs.elte.hu; honlap: http://numnet.elte.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A kutatócsoport 5 éves kutatási terve tömören: Elliptikus és parabolikus nemlineáris parciális differenciálegyenlet-rendszerek numerikus vizsgálata, prekondicionált iterációs módszerek lineáris és nemlineáris feladatokra, alkalmazás sekélyfolyadék- és meteorológiai PDE-rendszerekre. Parciális differenciálegyenletek numerikus megoldásának kvalitatív tulajdonságai. Stabilitásvizsgálat, operátorszeletelés és extrapoláció, diszkrét maximum-elv és nemnegativitás. Járványterjedési modellek és vizsgálatuk, a hálózat struktúrája és a differenciálegyenlet megoldásainak viselkedése közötti kapcsolat, térbeli modellek. Nagy hálózatokon zajló folyamatok vizsgálata, folytonos modellekkel való közelíthetősége, viselkedés a hálózat méretével végtelenhez tartva.

Az eddigi eredmények tömören: Most indult a támogatott időszak 2. ciklusa. Az eddigi eredmények az előző ciklusról készült beszámolóban szerepelnek.

A beszámolási időszak feladatai a következők voltak: Runge-Kutta típusú módszerek és Richardson-extrapoláció kombinációja. Operátorszeletelési eljárások kidolgozása sekélyfolyadék-feladatra. A 0-stabilitás és LTM stabilitás kapcsolatának vizsgálata. Szuperlineáris prekondicionált iterációs módszerek komplex Helmholtz-egyenletekre. Maximum-elvek vizsgálata nemlineáris parabolikus egyenletekre. Térbeli járványterjedés kvalitatív vizsgálata magasabb térdimenziós modellekre. Adaptív hálózaton zajló fertőzésterjedés leírása.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A szerzők jelentős hozzájárulása a Richardson-extrapoláció elméleti vizsgálata és alkalmazásai terén az utóbbi években elért eredményeket részletező [1] monográfia. A [2] munkában a különféle implicit Runge-Kutta-módszerek Richardson-extrapolációval kombinált változatainak a stabilitási tulajdonságait elemezték. Megvizsgálták a Lotka-Volterra modellre alkalmazott geometrikus integrátorokat.

A sekélyfolyadék-egyenletekkel foglalkozó alcsoport igazolta a lineáris kvadratikus szabályozási (LQR) feladatok optimális állapotát kiszámító numerikus séma konvergenciáját exponenciális Euler-módszerre, ill. Strang-féle vagy szekvenciális operátorszeletelésre. Utóbbit késleltetett egyenletre is kidolgozták [3], ill. hatékonyan alkalmazható akkor is, ha a dinamikát egy hiperbolikus parciális differenciálegyenlet határozza meg és Fourier-módszer alkalmazható, mint pl. a sekélyfolyadék-egyenletek szabályozási feladata.

Együttműködésben (Sandia, USA) optimális erős stabilitást megőrző explicit Runge-Kutta módszerekre beágyazott párokat adtak meg stabilitási tulajdonságok és hibatagok figyelembevételével. Egy másik együttműködésben (Lundi Egyetem, Svédország) lineáris többlépéses módszerek 0-stabilitását igazolták sima nemekvidisztáns rácshálókon. Közönséges differenciálegyenletek peremérték-feladatainak véges differenciás megoldásának

különböző szinten történő diszkretizálásáról értek el eredményeket a belövéses módszer módosításával. [4]
Elliptikus (stacionárius) feladatok osztályán belül folytatták a kutatást Helmholtz-egyenletek prekondicionált iterációs megoldásáról. A feladat valós nyeregpont-rendszerré való átírása segítségével hatékonyan faktorizálható prekondicionáló mátrixot adtak meg, és igazolták a kapott iteráció szuperlineáris konvergenciáját és annak rácsfüggetlenségét. Hasonló konvergencia-eredményeket mutattak meg optimális irányítási feladatokban felmerülő feladatok blokk-diagonális prekondicionálására nézve is. Nemlineáris elliptikus feladatok esetében a változó prekondicionálás módszerét hatványrendű erős nemlinearitásra terjesztették ki. Törtrendű diffúzió numerikus szimulációs algoritmusának analízisét végezték el. A jelenségnek többféle matematikai modellje ismert, ezért ezeket is összehasonlították [5].
A kvalitatív megbízhatóságot jellemző maximum-elv érvényességéről is folytatták a vizsgálatokat nemlineáris parabolikus egyenletekre. A folytonos esetre adott jellemzést [6] diszkrét rácsoperátorok általános elemzésével terjesztették ki a diszkretizált feladatokra.

A térbeli járványterjedés kvalitatív vizsgálatának témakörében kiterjesztették korábbi vizsgálataikat a valós folyamatokat pontosabban leíró Neumann-peremfeltételes modellekre a nemnegativitási, monotonitási és a lokális tömegmegmaradási tulajdonságokra nézve. Feltételeket adtak meg a járványok kialakulásának megakadályozására a fertőző egyedek hullámfrontjának alakja szerint. Eredményeiket kiterjesztették magasabb térdimenziós modellekre is, és elégséges feltételeket adtak meg a megfelelő időlépésekre. Megvizsgáltak a fajokról diffúziós mozgást feltételező betegségterjedési modellt is. Az összes eredményt verifikálták tesztfeladatokon.

A diszkrét matematikai kutatások körében új konstrukciót adtak a nagy rácsok optimális kövezési számához, valamint új alsó korlátot adtak az optimális kövezési és murvázási számokra a *k* távolságú domináló halmazok segítségével. Bebizonyították, annak eldöntése, hogy egy gráf minimálisan *t*-szívós-e, DP-teljes probléma.

Komplex hálózatok és differenciálegyenletek témában a beszámolási évben jelent meg egy monográfia [7], mely áttekintést ad a hálózaton zajló terjedési folyamatok matematikai modelljeiről, valamint azok vizsgálati módszereiről, és az irodalomban található számos modellel kapcsolatos eredményekről. Ebben a modelleket kiterjesztik adaptív hálózatokra, valamint nem-Markovi folyamatokra, melyek késleltetett és integro-differenciálegyenletekre vezetnek. A könyv utolsó fejezete a Fokker-Planck-egyenlet bevezetésén keresztül a hálózati folyamat leírását parciális differenciálegyenletekre vezeti vissza.

Az [8] dolgozat adaptív hálózaton zajló fertőzésterjedést vizsgál. Két modellben élek létrehozása és megszüntetése történik az él végpontjaiban elhelyezkedő csúcsok típusától függően. A kapott differenciálegyenlet kvalitatív vizsgálatát mutatják be a publikációk. Transzkritikus, nyereg-csomó és Andronov-Hopf-bifurkáció jelenik meg a rendszerekben. Numerikus kísérletek mutatják, hogy homoklinikus bifurkáció, valamint periodikus pályák fold-bifurkációja is megjelenik a rendszerben.

b) Tudomány és társadalom

A környezeti modellekben felmerülő differenciálegyenletek numerikus megoldó módszereinek vizsgálata továbbra is a csoport egyik kiemelt kutatási területe, melyről workshopot szerveztek norvég kollégákkal. További fontos kutatási területük a komplex hálózatokon zajló folyamatok vizsgálata volt. A járványok dinamikájának megértése és modellezése segít a közegészségügyi stratégiák felállításában, ill. az esetleges járványügyi katasztrófák elhárításában. A beszámolási évben jelent meg egy monográfia, mely áttekintést ad a hálózaton zajló terjedési folyamatok matematikai modelljeiről, így lehetőséget nyújt a

hálózattudományban dolgozók számára a matematikai módszerek megismerésére és saját tudományterületükön való alkalmazására. Az éghajlatváltozás okozta árvizek elleni védelem nemcsak hazánk, de az egész világ egyik legégetőbb problémája lesz az elkövetkezendő időszakban. Ehhez nyújt segítséget az árhullám levonulásának és szabályozhatóságának modellezése, melynek hatékonyságához az alcsoport által elért eredmények is hozzájárulnak.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

További intenzív kapcsolatokat folytattak rangos nemzetközi kutatóhelyekkel, pl. látogatás, ill. kiutazás Tübingenbe. Tagjaik számos nemzetközi konferencián vettek részt, többnyire meghívott előadóként, pl. Bath, Bécs, Yakutsk, Albena, Umea. Workshopot szerveztek a norvégiai Bergenben a Western Norway egyetemmel közösen a numerikus modellezésről. Folytatták Farkas Miklós Szemináriumukat. Doktori órákat tartottak a BME-n és az ELTE-n. Egy PhD-hallgató tagjuk sikeresen védett 2017-ben. Hat új PhD-hallgató kezdte meg munkáját a kutatócsoport tagjainak témavezetésével.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Elnyerték az NKFIH magyar-szlovén együttműködésen alapuló kutatási témapályázatát: SNN 125119 „A folytonos és diszkrét matematikai modellek vizsgálata a biológiában, kémiában és a genetikában”. A kutatócsoport-vezető Mestertanár Aranyérmet kapott az OTDT-től. Két kutató fiatal kutatói, ill. PhD-hallgatói ösztöndíjat nyert az ÚNKP keretében.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Zlatev Z, Dimov I, Faragó I, Havasi Á: Richardson Extrapolation: Practical Aspects and Applications. De Gruyter Series in Applied and Numerical Mathematics (szerk. Abgrall R, Carillo de la Plata JÁ, Coron J-M, Fokas AS), Vol.2., De Gruyter Verlag, 2017 http://real.mtak.hu/72180/
2. Zlatev Z, Dimov I, Faragó I, Georgiev K, Havasi Á: Stability of the Richardson Extrapolation combined with some implicit Runge-Kutta methods. Journal of Computational and Applied Mathematics, 310: 224-240 (2017) http://real.mtak.hu/45171/
3. Bátkai A, Csomós P, Farkas B: Operator splitting for dissipative delay equations. Semigroup Forum, 95: 345–365 (2017) http://real.mtak.hu/46433/
4. Filipov SM, Gospodinov ID, Faragó I: Shooting-projection method for two-point boundary value problems. Applied Mathematical Letters, 72: 10-15 (2017) http://real.mtak.hu/52958
5. Izsák F, Szekeres BJ: Models of Space-Fractional Diffusion: A Critical Review. Applied Mathematics Letters, 71: 38-43 (2017) http://real.mtak.hu/65175/
6. Faragó I, Horváth R, Karátson J, Korotov S: Qualitative properties of nonlinear parabolic operators. Journal of Mathematical Analysis and Applications, 448:(1) 473-497 (2017) http://real.mtak.hu/45118/
7. Kiss IZ, Miller JC, Simon PL: Mathematics of Epidemics on Networks; From Exact to Approximate Models. Springer, Interdisciplinary Applied Mathematics, 46: (2017) http://real.mtak.hu/72724/
8. Bodó Á, Simon PL: Analytic study of bifurcations of the pairwise model for SIS epidemic propagation on an adaptive network, Differ. Equ. Dyn. Syst., (2017) http://real.mtak.hu/72522/

MTA–ELTE PEPTIDKÉMIAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Mező Gábor, az MTA doktora
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A; 1518 Budapest Pf. 32
telefon: (1) 372 2500/1433; fax: (1) 372 2592
e-mail: gmezo@elte.hu; honlap: http://peptid.chem.elte.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A kutatócsoport 2017. június 30-án fejezte be előző öt éves ciklusát és július 1-én új vezetővel kezdte meg az új öt éves periódust. A váltással részben a feladatok is változtak, de a 2017-es évet a korábbi kutatási irány határozta meg. Ezek alapján a kutatócsoport fő feladata biológiailag aktív peptidek és konjugátumaik szintézise, és azok szerkezet-hatás összefüggéseinek vizsgálata volt, elsősorban hatóanyagok célzott sejtbejuttatása és szelektív diagnosztikai eljárások kidolgozása területén. A peptid – hatóanyag konjugátumok, illetve szintetikus peptid-antigének kutatása sokakat érintő betegségek (pl. rák, tuberkulózis, autoimmun betegségek) korai diagnózisára és/vagy gyógyítására fókuszált.

A fő kutatási területek:

Kemoterápiai kutatások: Daganatgátló és antimikrobiális vegyületek (pl. antituberkulotikumok) konjugátumainak előállítása és a vegyületek kémiai és *in vitro* jellemzése. A célsejteken előforduló struktúrák és ligandumaik elemzése. Klinikai használatban levő (pl. daunomicin), illetve új, részben általunk azonosított kemoterápiás vegyületek (pl. szalicilanilidek, ferrocén származékok) és azok szelektivitását/sejtbejutását elősegítő célfelismerő struktúrák és biokonjugátumaik tervezése, szintézise. A konjugátumok *in vitro* és *in vivo* hatásának és hatásmechanizmusának feltérképezése.

Immunkémiai kutatások: A fenti betegségekhez kapcsolódó fehérjékből az ellenanyag válasz kiváltásáért felelős szakaszok (B-sejt epitópok), illetve a sejtes immunválaszért felelős régiók (T-sejt epitópok) azonosítása, a fehérjék antigénszerkezetének feltérképezése autoimmun betegségekben (pl. filaggrin, fibrin), fertőzéssel szembeni (pl. M. tuberculosis), illetve tumorellenes immunválaszban szerepet játszó fehérjékben. Az epitóp peptidek szerkezetének módosítása, "szuperantigének" szintézise diagnosztika és/vagy szintetikus vakcina céljából.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A második leggyakoribb halálok a rák, amelynek gyógyítására új hatékony módszerek szükségesek. Az egyik, személyre szabott terápiás lehetőség a célzott terápia, amely lehetővé teszi a paciensek életminőségének javítását a kezelés alatt. Ezen a területen elért új eredmények a következők: 1) A peptid szekvencia módosításával olyan új GnRH-daunomicin konjugátum előállítása, amely az eddigi leghatékonyabb analógnál is aktívabb különböző tumorsejteken, mind *in vitro*, mind *in vivo* rendszerben. 2) Fág-könyvtárból kiválasztott irányító peptidek felhasználásával olyan hatóanyag konjugátumok előállítása, amelyek hatékony *in vitro* és *in vivo* tumorellenes hatással rendelkeznek. A kutatócsoportban bizonyították, hogy a konjugátumok szerkezetének optimalizálásával a hatás tovább fokozható (pl. vastagbél-, hasnyálmirigy-, tüdőtumor esetében). 3) A rosszul oldódó konjugátumok oldékonysága jelentősen javult hiperelágazásos poliglicidolhoz (HbPG) kapcsolva. Igazolták, hogy a HbPG-t tartalmazó konjugátumok több esetben hatásosabbak, mint az általánosan vízoldékonyság növelésére használt polietilénglikolt (PEG) tartalmazó variánsok.

Az újra terjedő tuberkulózis kezelése, főleg a gyógyszer rezisztens törzsek megjelenése miatt jelentős kihívást jelent a közegészségügynek. Az új antimikrobiális szerek kifejlesztése területén elért eredmények: 1) Új szalicilanilid és 4-(trifluormetil)benzohidrazid alapú antituberkulotikus és/vagy antimikrobiális hatású vegyületek előállítása, biológiai hatásukat vizsgálata *Mycobacterium tuberculosis* illetve más baktérium- és gombatörzseken, továbbá szerkezet-hatás összefüggéseket megállapítása. 2) A hatóanyagok sikeres nanorészecskékbe történő csomagolása. A gyógyszerhordozó rendszerek esetében fontos felfedezések a nanorészecskék szerkezete és azok sejtbejutása, hatékonysága szempontjából. 3) Fontos összefüggések megállapítása az antimikrobiális hatású peptidek szerkezete és hemolitikus aktivitásuk között. 4) Multiepitóp konjugátumot tartalmazó vakcina-jelölteket kifejlesztése, mely konstrukciók jelentős mértékben képesek immunstimuláló hatást kiváltani egerekben, így jó jelöltek lehetnek *Mycobacterium tuberculosis* fertőzés elleni szintetikus vakcinák kialakítására.

A rheumatoid arthritisben (RA) szerepet játszó citrullinált fehérjék szerkezete alapján egy multiepitóp peptid előállítása, melyet az RA páciensek szérumellenanyagai nagyobb szenzitivitással és specificitással ismernek fel (diagnosztika). Az RA új terápiás lehetőségének felvetése olyan poli[tejsav-glikolsav] nanorészecske alkalmazásával, amelyekhez komplementaktiváló és RA multiepitóp peptidek is kapcsolódnak.

b) Tudomány és társadalom

A IV. pontban megadott pályázatokkal kapcsolatban számos televízió (pl. Minden tudás M1) és rádió interjúban, valamint több mint 30 nyomtatott és elektronikus sajtóban megjelent híradásban mutatták be a sokakat érdeklő, személyre szabott rákterápia lehetőségeit. Ismeretterjesztő cikkeket publikáltak (pl. Természet Világa; 2 cikk), egyetemistáknak, középiskolás diákoknak és tanáraiknak tartottak a tudományt és a kutatást népszerűsítő előadásokat (Eötvös Collegium, Alkímia Ma sorozat 4 előadás).

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A kutatócsoport 22 hazai intézménnyel/csoporttal folytat közös kutató-fejlesztő együttműködést. Ezek többségét a 2016-os beszámolóban felsorolásra kerültek. A kiemelt kutatási témákhoz kapcsolódóan - a IV. pontban felsoroltakon kívül - érdemes azonban megemlíteni az Országos Onkológiai Intézetet, az Országos Korányi TBC és Pulmonológiai Intézetet, az Országos Közegészségügyi Intézetet, az ELTE, SE, BMGE, DE, Állatorvostudományi Egyetem több tanszékét és kutatócsoportját, az SZBK és az MTA-TTK akadémiai kutatóintézeteket és a Richter Gedeon Nyrt-t.

A Horizon 2020 Marie Skłodowska-Curie Innovative Training Networks (ITN-ETN) MAGICBULLET pályázat keretében szoros együttműködésben végeznek kutatásokat két német, két olasz és egy finn egyetemmel, továbbá a Bayer, Heidelberg Pharma, Italfarmaco, Exiris gyógyszerkutató és gyártó cégekkel. A program keretében két külföldi PhD hallgató dolgozik tartósan, és két másik időlegesen (2017-ben) a kutatócsoportnál. A témához kapcsolódva egy PhD hallgató töltött 10 hónapot DAAD ösztöndíjjal a Bielefeld-i Egyetemen (Németország). Magyar-japán TÉT pályázat keretében egy kolléga volt a Kyoto-i Egyetemen. Egy PhD hallgató pedig két hónapot töltött az Eukaryotic Antibiotic Peptides Laboratory, CIB, CSIC, kutató laboratóriumban (Madrid, Spanyolország). Az antituberkulotikumok kutatása területén való kooperáció keretében a csoporthoz látogattak a prágai Charles University munkatársai. Dirk Tourwe az Európai Peptid Társaság (EPS) vezetőségi tagja előadás keretében látogatta meg a csoportot.

Részvétel a felsőoktatásban (BSc, MSc, PhD képzések) előadóként, gyakorlatvezetőként és témavezetőként, a tehetséggondozásban (TDK), a természettudományos ismeretterjesztésben. Oktatás: PhD témavezetés (13 fö), BSc/MSc diploma-témavezetés (18 fő), tudományos diákköri (TDK) témavezetés (4 fő; 1 OTDK 3. hely). Fő- és speciális kollégiumok, gyakorlatvezetés, szakmai gyakorlat (biológia BSc, kémia BSc, környezettudomány BSc, vegyész MSc), PhD előadások, TDK/szakdolgozat/PhD dolgozat bírálata (19), szigorlat, vizsgáztatás.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A Nemzeti Versenyképességi és Kiválósági Program (NVKP_16) keretében a kutatócsoport vezetője „Magas mortalitású tumoros betegségek célzott kezelésére alkalmas biokonjugátumok és moduljaik fejlesztése" címmel nyert el konzorciális pályázatot (NVKP_16-1-2016-0036; partnerek: ELTE Kémiai Intézet, Semmelweis Egyetem, ComInnex Kutatás-Fejlesztési Zrt) 1019321884 Ft/3 év támogatás értékben, amelyből az MTA-ELTE részesedése 373 553 428 Ft.

Az MTA-ELTE PKCS az ELTE Kémiai Intézet és Biológiai Intézet kutatóival közösen elnyert egy VEKOP pályázatot „Korszerű infrastruktúra kiépítése új szintetikus és természetes eredetű tumorellenes és antimikrobiális hatóanyagok és a célbajuttatást elősegítő konjugátumaik jellemzésére" (VEKOP-2.3.3-15-2017-00020) 203 652 385 Ft értékben. Ennek keretében HPLC-MS csúcskészülék, bioerőmérő (AFM) és preparatív HPLC készülék került beszerzésre, amelyek az NVKP pályázat sikerességét is elősegítik.

A 2017. januári ellenőrzés után az Európai Unió jóvá hagyta a Horizon 2020 Marie Skłodowska-Curie Innovative Training Networks (ITN-ETN) MAGICBULLET pályázat második két éves szakaszának támogatását (150 000 000 Ft).

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Baranyai Z, Kratky M, Vosatka R, Szabó E, Senoner Z, Dávid S, Stolarikova J, Vinsova J, Bősze Sz: In vitro biological evaluation of new antimycobacterial salicylanilide-tuftsin conjugates. Eur. J. Med. Chem., 133: 152-173 (2017) http://real.mtak.hu/id/eprint/74293
2. Horváti K, Bacsa B, Mlinkó T, Szabó N, Hudecz F, Zsila F, Bősze Sz: Comparative analysis of internalization, haemolytic, cytotoxic and antibacterial effect of membrane active cationic peptides: aspects of experimental setup. Amino Acids, 49: 1053-1067 (2017) http://real.mtak.hu/id/eprint/63410
3. Szabó R, Sebestyén M, Kóczán Gy, Orosz Á, Mező G, Hudecz F: Cellular uptake mechanism of cationic branched polypeptides with poly[L-Lys] backbone. ACS Combinatorial Science, 19: 246-254 (2017) http://real.mtak.hu/id/eprint/74292
4. Jernei T, Bősze Sz, Szabó R, Hudecz F, Majrik K, Csámpai A: *N*-Ferrocenyl-pyridazinones and new organic analogues: synthesis, cyclic voltametry, DFT analysis and *in vitro* antiproliferative activity associated with ROS-generation. Tetrahedron, 73: 6181-6192 (2017) http://real.mtak.hu/id/eprint/74294
5. Orosz Á, Bősze Sz, Mező G, Szabó I, Herényi L, Csík G: Oligo- and polypeptide conjugates of cationic porphyrins: binding, cellular uptake, and cellular localization. Amino Acids, 49: 1263-1276 (2017) http://real.mtak.hu/id/eprint/74291

MTA–ELTE STATISZTIKUS ÉS BIOLÓGIAI FIZIKA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Derényi Imre, az MTA doktora
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A
telefon: (1) 372 2766; fax: (1) 372 2757
e-mail: derenyi@elte.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. Rövidített beszámoló (2017-ben indult csoportként)

A bonyolult, hierarchikus szervezetek kialakulásának és optimális szerkezetének megértése céljából egy egyszerű modellt javasoltak, amely a spinüvegekhez hasonló módon egymással együttműködő és ellentétes kapcsolatokat is feltételez a szervezet tagjai között [1].

Háromdimenziós térben való mozgás lehetőségeit kihasználó halrajok esetén vizsgálták, hogy az iránykorrelációs módszerrel meghatározható vezető-követő kapcsolatok milyen mértékben egyeznek meg a pusztán kétdimenziós elemzésből kapható eredményekkel [2].

Szimulációk segítségével vizsgálták a képességeikre nézve heterogén egyedek optimális kollektív döntéshozatali mechanizmusát komplex (azaz egy egyed által átláthatatlan) feladatok esetén [3].

A drónok csoportos mozgásával kapcsolatos kutatásban sikerült két új kísérletet lefolytatniuk 30 drónos önszerveződő flottával: 1) csoportos mozgás és objektumelkerülés virtuális zárt arénában; 2) önszerveződő drón forgalom; mindkét mérést alapos szimulációs fejlesztés és evolúciós optimalizálás előzött meg.

Vizsgálták egy komplex betegség kezelése során kialakuló betegutakat. Kimutatták, hogy a betegutak bonyolultságát mérő hálózati entrópia szignifikánsan eltér a betegség súlyos és enyhe stádiumának kezelésénél [4].

Stochasztikus rendszerek aszimptotikus viselkedését tanulmányozva kimutatták, hogy az általánosított Fokker-Plank egyenlet által leírt diffúzió időbeli skálázása és az általánosított entrópiák skálázásának exponensei szoros kapcsolatban vannak [elfogadva].

Elemezték klinikai tesztelések adatbázisán a publikált adatok összefüggéseit és átláthatóságát. Megállapították, hogy a kísérletekre érvényes közzétételi kötelezettség ellenére a kísérletek eredményei és körülményei a legtöbb esetben nem kerülnek nyilvánosságra [5].

II. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Zamani M, Vicsek T: Glassy nature of hierarchical organizations. Scientific Reports, 7:(1) 1382 (2017)
2. Watts I, Nagy M, Holbrook RI, Biro D, de Perera TB: Validating two-dimensional leadership models on three-dimensionally structured fish schools. Royal Society open science, 4:(1) 160804 (2017)
3. Zafeiris A, Koman Z, Mones E, Vicsek T: Phenomenological theory of collective decision-making. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 479: 287-298 (2017)
4. Palla G, Páll N, Horváth A, Molnár K, Tóth B, Kováts T, ... Pollner P: Complex clinical pathways of an autoimmune disease. Journal of Complex Networks, (2017)
5. Toth T, Pollner P, Palla G, Dinya E: Characteristics of clinical trials in Hungary based on the analysis of an international database. Orvosi hetilap, 158:(9) 345-351 (2017)

MTA–ELTE VULKANOLÓGIAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Harangi Szabolcs, az MTA doktora
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C
telefon: (1) 372 2500 / 8355; fax: (1) 381 2108
e-mail: szabolcs.harangi@geology.elte.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2013. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

5 éves kutatási terv rövid összefoglalása: Az MTA-ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport elsődleges célja hogy magas szintű vulkanológiai tudományos kutatásokat végezzen, kiemelten a Kárpát-Pannon térségben, hozzájáruljon a vulkáni működés jobb megismeréséhez a magmaképződéstől a vulkáni kitörés folyamatáig, elősegítse nemzetközi szinten is térségünk vulkanológiai kulcsterületté válását, segítse a vulkáni működés szakmai megalapozottságú, széles körű ismertetését, a vulkáni természeti értékek feltárását, továbbá elemezze és közvetítse a vulkáni kitörések társadalomra gyakorolt hatását.

Eddigi teljesítés: Az elmúlt négy és fél év alatt 37 tudományos publikációban foglalták össze eredményeiket, ezen belül 22 referált, peer-reviewed szakfolyóirat tanulmányt és 6 könyvfejezetet jelentettek meg, 3 cikküket közölte a Magyar Tudomány folyóirat. Az eredmények jelentőségét mutatja, hogy közülük számos felkerült az mta.hu honlapjára és széles médiaérdeklődést kapott.

A beszámolóév feladata: A székelyföldi Csomád kutatása során a beszámolóév kiemelt feladata volt a soproni MTA CSFK geofizikus munkatársaival együttműködve végzett magnetotellurikus kutatás. Ezt egészítette ki a vulkán egyik legutolsó kitörésének képződményén végzett elektromos vezetőképességi kísérlet és az adatok értékelése, ami francia kutatási együttműködésben zajlik. A kőzettani és geokémiai kutatások a magmakamra folyamatok rekonstruálását célozták meg. Egy vulkán természetének megértéséhez fontos a felszínre jutó gázok elemzése. A kiáramló szén-dioxid mennyiségének becslése több területen folyt, nagy felbontású gáz-fluxus mérés és az adatok statisztikai feldolgozásán alapult. A gázok eredetének feltárására kémiai összetétel, ezen belül izotóp összetétel meghatározást végeztek. A geokronológiai kutatás két területen zajlik. Az újszerű (U-Th)/He kormérések segítségével, a kitörések idejét lehet pontosítani, a cirkon kristályok in-situ U-Pb és U-Th izotópmérése pedig a magmatározóban zajló kristályosodás idejére, a magmatározó fennállási időtartamára ad következtetést. Ezek a tudományos munkák göttingeni és heidelbergi, valamint zürichi együttműködésekben valósulnak meg. A bazaltos területek kutatásában a cél a Nógrád-Gömör és Selmec bazaltjainak vizsgálata és eredetükre való következtetés volt. A beszámolóév egyik kiemelt feladata volt a térség miocén szilíciumgazdag vulkáni működésére átfogó képet adni geokémiai adatok és az elmúlt években, a zürichi ETH munkatársaival együttműködésben végzett cirkon U-Pb geokronológiai vizsgálatok alapján. A 2016-ban indult magyar-olasz akadémiai együttműködés keretében hazai és itáliai vulkáni területeken terveztek mintavételekkel egybekötött terepi munkákat. A kutatócsoport egy további kiemelt kutatási területe a Ditrói-masszívum heterogén magmás kőzeteinek vizsgálata, a magmás tevékenység folyamatának rekonstruálása. Ez a kutatás nagy felbontású ásványszövet és geokémiai elemzéseket igényel. Ebben fontos szerepet kapnak a klinopiroxén LA-ICP-MS mérések, amelyek walesi együttműködésben zajlanak. A kutatócsoport fontos feladatának tekinti a vulkáni természeti értékek feltárását és szakszerű értékelését, ami hozzájárulhat a geoturisztikai potenciál növeléséhez. Kiemelt feladat továbbra is a korábbi évek hagyományaira épülő, szakszerű tudománynépszerűsítés.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A beszámolóévben számos területen sikerült a kutatócsoportnak figyelemreméltó új kutatási eredményt elérni. Ezek publikálása részben megtörtént (8 szakfolyóirat cikk, 2 könyvfejezet), a megjelent tanulmányok mellett további kéziratokat közlésre már elfogadtak, megjelenésük 2018. első hónapjaiban várható. Szakmai rendezvényeken 25 tudományos előadást tartottak. Ezek közül kiemelkedik a nemzetközi vulkanológiai társaság, az IAVCEI portlandi konferenciáján tartott négy előadás, amely mindegyike széles nemzetközi érdeklődést kapott.
A csomádi kutatási projekt keretében az MTA CSFK soproni geofizikus munkatársaival 3 további kijelölt ponton végeztek nagy felbontású magnetotellurikus méréseket, hogy a vulkán alatti magmás test jellegét és méretét jobban megismerjék, annak olvadéktartalmát számszerűsítsék. Az adatfeldolgozás során elkészültek a mérési pontokra vonatkoztatott 1D modellezési eredmények, amelyek megerősítik a korábban már publikált jó elektromos vezetőképességű földkéregbeli test, vélhetően magma jelenlétét. Az új eredmények alapján ennek nagyobb mélység felé való folytatására következtettek, továbbá rámutattak arra, hogy a litoszféra-asztenoszféra határ a korábbiakban publikáltakhoz képest sekélyebben, 70-90 km mélyen húzódhat. A vezetőképességi kísérleti eredmények figyelemre méltó mennyiségű olvadékot jeleznek az értelmezett magmás testben. A vulkán alatt lévő magmás rendszer természetének jobb megértéséhez intenzív gáz-fluxus és gáz-geokémiai kutatások folytak, amelyek eredményeiből több publikáció jelent meg. A térségben elsőként végzett részletes gáz-fluxus térképezés és számos gáz kiáramlási helyszínen nyert adatok alapján becslést adtak a légkörbe távozó szén-dioxid gáz mennyiségére. Az évente minimálisan 9000 tonna szén-dioxid gáz mennyiség összevethető más, hosszan szunnyadó vulkáni területeken észleltekkel. A szén-dioxid gáz eredetére azt a következtetést vonták le, hogy annak jelentős része a földkéreg alsó részén elhelyezkedő bazaltos magmás testből származhat. Ezek az új eredmények is alátámasztják, hogy a Csomád alatti magmatározó még mindig aktív. A cirkon (U-Th)/He kormérések újszerűek fiatal, az elmúlt 1 millió évben zajlott vulkánkitörések idejének meghatározására. A kutatócsoport nagy hangsúlyt fektetett minél több kitörési esemény korának megismerésére, ami mellett fontosnak tartotta a módszertani elemzéseket is. Hazánkban először közöltek átfogó bemutató tanulmányt e geokronológiai eljárásról és néhány új tudományos eredményről. A Csomád vulkán felépülését megelőző kitörések idejét tartalmazó kéziratukat közlésre elfogadták és az 2018. elején jelenik meg. A Csomád vulkáni működéséről kapott eredményeiket több szakmai rendezvényen ismertették, többek között az IAVCEI portlandi konferenciáján, továbbá a szihalmi Kőzettani és geokémiai vándorgyűlésen felkért plenáris előadásban.

A beszámolóév egy másik jelentős eredménye volt a térség szilíciumgazdag vulkáni működéséről készült összefoglaló munka. Ennek tudományos értékét jelzi, hogy a neves Earth-Science Reviews folyóirat szerkesztője invited review tanulmányként kérte fel a kutatócsoport munkatársait a kapott eredmények közzétételére. A nyáron beadott kézirat bírálata megtörtént, elfogadásra került, megjelenése 2018. elején várható. A számos újdonságot tartalmazó tudományos eredményekről több szakmai konferencián számoltak be. A több mint 1700 egyedi cirkon kristályon végzett U-Pb kormeghatározási adatok új megvilágításba helyezik nem csak a vulkáni működés folyamatát, annak idejét, hanem hozzájárulnak a miocén rétegtan, valamint az ekkor történt tektonikai események korának pontosításához is. Hasonló, nagy pontosságú geokronológiai mérések történtek egy térségbeli korábbi szilíciumgazdag vulkáni működés idejének megismerésére is. E kutatás részeként 2017-ben a permi Gyűrűfűi Riolit Formáció kőzettani vizsgálati eredményeit publikálták.
A kutatócsoport vulkáni természeti értékekre térségünkben elsőként végzett modern eszközökkel kvantitatív felmérést, ami segíti e különleges lelőhelyek védelmét és turisztikai

kínálatba való bekerülésüket. A Geoheritage folyóiratban publikált tanulmányban az eredmények Tokaji-hegységre vonatkozó részét közölték, ami mellett ismertették a Pannon Vulkán Út tervét is. A további eredményeket tartalmazó kéziratot, ami egyben egy átfogó képet is ad a földtani természeti értékek felméréséről, a kapott szakmai bírálatok alapján közlésre elfogadták, az a Földtani Közlöny 2018. évi számában jelenik meg.

b) Tudomány és társadalom

Az új kutatási eredményeik bekerültek számos hazai média híradásába. A kutatócsoport tagjai számos ismeretterjesztő előadást tartottak, részt vettek jelentős tudománynépszerűsítő rendezvényeken (pl. Felfedezők Napja, Kutatók éjszakája, European Volcanoes' Night, Geopark hét, Tudományok fővárosa stb.), amelyek hatékonyan keltették fel az érdeklődést a tudományos munka iránt. A rendszeresen tartott, sok látogatót vonzó ipolytarnóci Vulkán Nap bekerült a nemzetközi fenntartható turizmus (International Year of Sustainable Tourism for Development, 2017) 2017-es hivatalos programjai közé.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A kutatócsoport továbbra is nagy hangsúlyt fektet hazai és nemzetközi partnerségi kapcsolatok kialakítására. 2017-ben sikeres együttműködést alakított ki a debreceni ATOMKI munkatársaival, résztvevőként segítette egy eredményes GINOP pályázat létrejöttét. A korábbi kutatási együttműködések mellett újabbakat hozott létre, mint például a walesi Cardiff egyetem kutatóival, valamint több olaszországi egyetem neves vulkáni gáz geokémikusaival.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport is tagja a debreceni MTA ATOMKI vezetésével indult GINOP pályázatnak, ami keretében a kutatómunkát egy kölcsönös K+F+I szerződés is segíti. Egy sikeres Tempus Közalapítvány pályázat lehetővé tette két kutatócsoporti munkatárs izlandi tanulmányútját, aminek során az izlandi Reykjavík egyetem munkatársaival kétoldalú együttműködési megállapodást kötöttek. A kutatócsoport egyik munkatársa sikeresen pályázott magyar-osztrák AKCIÓ Alapítvány kutatási együttműködésre, ami 2018-ban lehetővé teszi miocén szilíciumgazdag vulkáni képződmények osztrák, cseh és romániai lelőhelyeinek felkeresését és mintázását.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Kis BM, Ionescu A, Cardellini C, Harangi Sz, Baciu C, Caracausi A, Viveiros F: Quantification of carbon dioxide emissions of the Ciomadul, the youngest volcano of the Carpathian-Pannonian Region (Eastern-Central Europe, Romania). Journal Of Volcanology And Geothermal Research, 341: 119-130 (2017) REAL link: 74708
2. Szepesi J, Harangi Sz, Ésik Zs, Novák JT, Lukács R, Soós I: Volcanic Geoheritage and Geotourism Perspectives in Hungary: a Case of an UNESCO World Heritage Site, Tokaj Wine Region Historic Cultural Landscape, Hungary. Geoheritage, 9(3): 329–349 (2017) REAL link: 71536
3. Molnár K, Dunkl I, Harangi Sz, Lukács R: A cirkon (U-Th)/He kormeghatározás módszertani alapjai és alkalmazása fiatal (<1M év) vulkánkitörések datálására. Földtani Közlöny, 147/3: 225-244 (2017) REAL link: 715

MTA–ME ANYAGTUDOMÁNYI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Kaptay György, az MTA levelező tagja
3515 Miskolc-Egyetemváros, Miskolci Egyetem, Anyagtudományi Intézet
telefon: (46) 565 111/1547; fax: (46) 565 201
e-mail: femkaptay@uni-miskolc.hu; honlap: www.matsci.uni-miskolc.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

5 éves kutatási terv: Gyorshűtéssel olvadék állapotból amorf-nanoszerkezetű ötvözetek előállítása, melyek a hagyományos kristályos ötvözetekhez képest lényegesen nagyobb szilárdsággal rendelkeznek. Amorf-nanoszerkezetű porok előállítása nagy energiájú őrléssel, majd ezek felhasználásával kompozitok gyártása. TRIP/TWIP acélok termikus, ill. deformáció által kiváltott fázisátalakulásainak kinetikai megértése, olyan roncsolásmentes vizsgálati technika kidolgozása, amely alkalmas az α' fázis mennyiségi változásának in situ meghatározására. Nanoszerkezetek egyensúlyának és stabilitásának termodinamikai modellezése.

Eredmények: Zr alapú ötvözetekben in-situ módon és olvadékszétválás útján sikerült kompozitokat előállítani. Cu-Zr ésTi alapú ötvözetekből amorf-nanoszerkezetű porokat, majd kompozitokat gyártottak nagy energiájú őrléssel. A különböző összetételű TRIP és TWIP acélok beszerzése elkezdődött és előkísérletek történtek akusztikus és mágneses zajok mérésére. A nano-fázisokban oldott komponensekre vonatkozó kémiai potenciálokra javasoltak egy új paradigmát.

A pályázatban szereplő kutatások

Amorf mátrixú, nano-szemcséket tartalmazó anyagok

A kutatócsoport az előző ciklusban szerzett ismeretek alapján $Cu_{36}Zr_{48}Al_8Ag_8$ (at.%) ötvözetben és az alap ötvözethez Ni-t adagolva az olvadék gyorshűtésekor keletkező dendritek segítségével kompozitokat hozott létre, melyben a dendrit mennyisége 7 - 24 térfogat% között változott. Y hozzáadásával egy Ag-Y-ban gazdag olvadék vált ki a hűtés során, mely kristályosodott, míg a maradék olvadék amorf szerkezetűvé vált. Az Ag-Y-ban dús cseppek mennyisége 2 - 42 térfogat% volt az Y mennyiségtől függően. Az Y és Ni együttes adagolásakor szintén olvadékszétválás történt. Az előállított próbákon optikai és elektronmikroszkópos (pásztázó és transzmissziós) vizsgálatokat, valamint nyomóvizsgálatokat végeztek el. A vizsgálatok alapján a 4,1 at.% Ni-t tartalmazó próbák nyomószilárdsága volt a maximális (1998 M Pa).

A csoport Cu-Zr és Ti-alapú amorf-nanoszerkezetű porokat állított elő nagy energiájú őrléssel. A Cu-Zr alapú porokhoz ultrafinom szerkezetű Cu port kevertek és kompozitokat hoztak létre. A kompozitokat a nyomóvizsgálat előtt és után vizsgálták optikai és elektronmikroszkóppal. A $Ti_{48}Cu_{39.5}Ni_{10}Co_{2.5}$ és $Ti_{48}Cu_{39.5}Zr_{10}Co_{2.5}$ (at.%) ötvözetek bolygóműves nagy energiájú őrlését végezték el. A maximális őrlési idő 20 h volt, 5 h-ként vettek mintát. A mintákban előforduló fázisokat azonosították, és meghatározták ezek mennyiségét. Vizsgálták a por-golyó arány hatását. A Ni ötvöző esetén a maximális amorf tartalom az 5 órát követő őrlés esetén jött létre. A kristályos-amorf-kristályos szerkezet egymást követő változását tapasztalták, melyben a kristályos fázis a nanoméretű (1-3 nm) $CuTi_3$(Ni) fázis volt. A Zr tartalmú ötvözet esetén az őrlési energia nem volt elég a Cu_2ZrTi_2 fázis amorf szerkezetűvé válásához. A beszámolóév feladatait teljesítették. 2017-ben három Q1-es folyóiratcikk született az adott tématerületen.

Nanoszerkezetű acélok

TRIP és TWIP acélokon végzett előkísérletek során az eredeti állapotú mintákban rendkívül alacsony intenzitású termikus, akusztikus és mágneses zajokat figyeltek meg. A durva szemcseszerkezetű minták esetében fázisátalakulás közben akusztikus emissziós jelet mértek, a zajparaméterek statisztikus analízisét elvégezték. Különböző összetételű TRIP és TWIP acélok beszerzését kezdték el.

Nanoszerkezetek egyensúlyának és stabilitásának termodinamikai modellezése

2017-ben két Q1-es és egy Q2-es folyóiratcikk született az adott tématerületen. Az egyikben az 1932-es Butler egyenlet első korrekt termodinamikai levezetését adják meg, ami a határfelületi energiák modellezésére alkalmas. Egy másikban bemutatják, hogy ugyanez a modell bizonyos körülmények között negatív határfelületi energiákra vezet, ami a nano-szerkezetek stabilitásának alapja. A harmadikban pedig a nano-fázisokban oldott komponensekre vonatkozó kémiai potenciálokra javasolnak egy új paradigmát, ami idővel talán felülírja az 1871 óta a tématerületet uraló Kelvin paradigmát.

A pályázaton kívüli kutatások

Mágneses keverés hatása a kristályosodó szerkezetre (finanszírozó: ESA)

Forgó mágneses térben Al-7Si-1Fe ötvözeteken végeztek egyirányú kristályosításokat többféle indukciójú (30÷150 mT) és kétféle próbamozgatási sebesség (0,05 és 0,1 mm/s) alkalmazásával. A kísérletek közben rögzített hőmérséklet-idő adatokból kiszámították a hőmérséklet gradiens és a frontsebesség értékeket a próbák teljes hossza mentén. A kristályosított próbákban megmérték a szekunder dendritág távolságot, valamint a Si és a Fe ötvözőelemek koncentrációját. Összefüggést állapítottak meg az ötvözőelemek erős olvadékáramlás hatására kialakuló koncentráció változásai és a szekunder dendritág távolságok változásai között. Tovább folytatták a haladó mágneses mező hatását az Sn-Cd peritektikus ötvözet kristályosodására. Összefüggéseket állapítottak meg a haladó mágneses tér hatásáról a peritektikus Sn-Cd ötvözet kristályosodására. 2017-ben hét cikk született az adott tématerületen.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A Nemzetközi Űrállomáson a MICAST és a CETSOL programokban a német partnerek vezetésével végzett egyirányú kristályosítások hőmérséklet-idő adataiból egy saját fejlesztésű szoftverrel kiszámították a kristályosodási paramétereket (fronthelyzet, frontsebesség, hőmérséklet gradiens).

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport továbbra is részt vesz valamennyi kari, egyetemi rendezvényen, ahol bemutatja tevékenységét és közelebb hozza a hétköznapi embereket az elméleti kutatás szférájához: a) „Kutatók éjszakája” rendezvény-sorozat, b) a Miskolci Egyetem Nyílt Napja, c) Lányok napja, d) a különböző szakmai napok (Bányász-kohász Fazola Napok, Fémkohász Szakmai Nap). E rendezvényeken a szakma jeles képviselőivel találkozhatnak az érdeklődők. A kutatócsoport tagjai a Miskolci Egyetemet segítve részt vesznek a középiskolásoknak meghirdetett Anyagtudományi verseny szervezésében. Aktívan részt vesznek a Magyar Tudományos Akadémia Miskolci Területi Bizottság munkájában, ahol külön megalakították az Amorf- és nano-anyagok Munkabizottságot.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A kutatócsoport a MICAST projektben a francia grenoble-i SIMaP/EPM Laboratórium kutatóival közös projekteken vett részt. Ehhez kapcsolódóan további három fő kutatócsoporti tag látogatta meg a laboratóriumot, valamint három fő kutató látogatott el a kutatócsoporthoz a fent említett laboratóriumból.
A kutatócsoport tagjai változatlanul együttműködnek a Miskolci Egyetemen az oktatási és szakmai tevékenységekben.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport MICAST pályázatot nyert (ESA pályázat) 170.000 Euró összeggel 2015 és 2018 között különféle ötvözetek forgó, illetve haladó mágneses térben történő kristályosításakor kialakult mikroszerkezetek vizsgálatára az áramlás hatásainak megállapítása céljából.
OTKA 112623: Új kompozit anyagok tervezése amorf és kristályos szerkezet társításával. A támogatott időszak 2014-10-01 - 2017-09-30. A támogatási összeg 20 952 000 Ft.
OTKA 119566: Kristályorientált szilárdfázisú folyamatok modellezése és komplex kísérleti jellemzése fémes rendszerekben A támogatott időszak 2016-10-01 - 2020-09-30. A támogatási összeg 44 299 000 Ft.
GINOP-2.2.1-15-2016-00018: Új, piacképes termékek technológiájának fejlesztése, az anyagtudomány legújabb eredményei alapján a piacvezető hazai iparvállalat, az ALCOA-Köfém Kft. és kiemelkedő hazai felsőoktatási – k+F intézmények együttműködésében, A támogatott időszak: 2016-10-01 – 2019-11-30. A támogatási összeg: 265 150 000 Ft.
GINOP-2.2.1-15-2016-00018: Kristályos és amorf nanoszerkezetű anyagok kutatásával és fejlesztésével foglalkozó kiválósági műhely fenntartható működtetése A támogatott időszak: 2017-03-01 – 2020-02-29. A támogatási összeg: 883 813 260 Ft
713514- Innovative Coarsening-resistant Alloys with enhanced Radiation tolerance and Ultra-fine grained Structure for aerospace application –ICARUS- A támogatott időszak 2016-09-01 - 2019-08-31. A támogatási összeg 233 750 Euro.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Kaptay G: On the Negative Surface Tension of Solutions and on Spontaneous Emulsification. Langmuir, 33: 10550−10560M (2017) REAL
2. Tomolya K, Sycheva A, Sveda M, Arki P, Mikó T, Roósz A, Janovszky D: Synthesis and characterization of copper-based composites reinforced by CuZrAlNiTi amorphous particles with enhanced mechanical properties. Metals, 7:(92) 1-11(2017) Open access REAL
3. Czel Gy, Tomolya K, Sveda M, Sycheva A, Kristaly F, Roosz A, Janovszky D: Synthesis and characterization of Zr-based in situ crystal precipitated and liquid phase separated bulk metallic glass composite. J. of Non-Crystalline Solids, 458: 41-51 (2017) REAL
4. Sveda M, Sycheva A, Miko T, Kristaly F, Racz A, Ferenczi T, Janovszky D: Effect of Ni and Zr on the microstructural evolution of Ti-based alloys during ball-milling. Journal of Non-Crystalline Solids, 473: 41–46 (2017) REAL
5. Nagy E, Benke M, Kovács Á, Mertinger V: Orientation Relations of Martensitic Transformations in FeMnCr Steels. Mat. Sci. Forum, 885: 165-170 (2017) REAL

MTA–ME MŰSZAKI FÖLDTUDOMÁNYI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Szűcs Péter, az MTA doktora
Miskolci Egyetem, Környezetgazdálkodási Intézet, 3515 Miskolc-Egyetemváros
telefon: (46) 565 111 / 1061; fax: (46) 365 072
e-mail: hgszucs@uni-miskolc.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A Felszín alatti vízkészletek komplex védelme és fenntartható hasznosítása c. pályázat keretében az MTA–ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport elsődleges feladata az 5 éves támogatási időszak (2017. július 1. – 2022. június 30.) alatt olyan kutatási, feltárási, modellezési és értékelési módszerek fejlesztése, amelyek lehetővé teszik a felszín alatti vízkészletekkel, mint természeti erőforrással történő fenntartható gazdálkodást, és biztosítják a hatékony mennyiségi és minőségi védelmet. A négy témakört (Felszín alatti vízkészlet gazdálkodás, Karszthidrogeológia, Hidrogeofizikai modell és módszerfejlesztés, Környezet konform gátképzési technológiák elméleti megalapozása és kidolgozása a szelektív földalatti fluidumáramlás szabályzására) átfogó kutatás-fejlesztési program szervesen kapcsolódik azokhoz a megfogalmazott, új kutatási eredményeket igénylő területekhez is, amelyeket országos szinten a Vízgyűjtő Gazdálkodási Terv felülvizsgálata (VGT2) és a Kvassay Jenő Terv (Nemzeti Vízstratégia) ad meg.

A kutatási tervnek megfelelően 2017-ben sor került új utánpótlódás vizsgálati mintaterületek kijelölésére az Alföldön Kéleshalom és Szatymaz térségében. A hosszú idejű hidrológiai adatsorok spektrális elemzése során talajvízadatok vizsgálata is megvalósult. A karszthidrogeológiai kutatások elsősorban a karsztrendszerek hidraulikai működésének feltárására és módszertani fejlesztésekre irányultak. Új hidrogram elemzési módszerek alkalmazása került bevezetése a karbonátos vízadók vizsgálatára. Sor került továbbá a geofizikai és hidrogeológiai direkt modellezési eljárások stabilitás és érzékenység vizsgálatára, valamint a környezetbarát szilikátok és nanoanyagok (elsősorban nanoszilika) felhasználásával a horizontális gátképzés laboratóriumi körülmények közötti megvalósítására.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A mélyfúrási geofizikai adatok értelmezésének új módszerét, az intervallum inverziót fejlesztettek ki, amellyel a petrofizikai jellemzők meghatározásának pontossága és a meghatározható ismeretlenek száma jelentősen növelhető. Az akusztikus hiszterézis laboratóriumi és modellvizsgálatának új eredményeit két nemzetközi konferencián mutatták be (EAGE Vienna, EAGE Saint-Petersburg). Mérnökszondázási adatok feldolgozására robusztus faktoranalízis módszert fejlesztettek, mely hatékonyabb zajelnyomást tesz lehetővé a tradicionális módszerekkel szemben. Kimutatták továbbá a karsztosodott mészkövek és a dolomitos vízadók hidraulikai működése közötti alapvető különbségeket. Mintaterületeiken sikerrel alkalmazták az új hidrogram elemzési módszereket, melyek segítségével feltárták azok belső szerkezetét és kvantitatív módon osztályozták és jellemezték őket. Felfedték a Bükk hegység hidrodinamikai működésének számos lényeges aspektusát. Tekintve, hogy mind a Bükk karsztrendszere, mind az egyéb vizsgált vízadók fontos ivóvíz bázisok, a kutatások fontos társadalmi relevanciával bírnak. Elsősorban az ivóvízkészletek biztonságának megőrzése, valamint az árvízi események működésének feltárása szempontjából.

A felszín alatti vizek utánpótlódásában a lehullott csapadék mennyisége a legmeghatározóbb. Ezért fontos, hogy minél jobban megismerjük a csapadék idősorokban található összefüggéseket. A hidrológiai cikluson keresztül bármilyen változás a csapadékok eloszlásában hatással van az utánpótlódás során a felszín alatti vizek mennyiségére és minőségére is. 2017-ben a kutatás egyik célja ezért a diszkrét Fourier-transzformáción alapuló spektrális elemzéssel a determinisztikus komponensek felkutatása volt a hosszú idejű csapadék adatsorokban debreceni mintaterületen. A periódusok felkutatása után azokból becslést készítettek, illetve megvizsgálták azoknak időfüggését is, azaz, hogy mely időszakokban figyelhető meg az adott ciklus dominánsabban, és mely időszakban kevésbé. Az elemzés során több nagy periódusidejű ciklus is kimutatásra került Debrecen 110 év hosszúságú csapadék idősorából. Kijelenthető, hogy az 1 és féléves ciklusok jelentkeznek legdominánsabban a vizsgált időszakban. Ezen felül a 3,6 és 5 év körüli periódusok kerültek kiszámításra nagy amplitúdóval, aminek magyarázata a további kutatás iránya lehet. A kutatás továbbvitele során a felszín alatti vizekkel való kapcsolat megtalálása is cél volt, ahol hosszú távú talajvizes megfigyelőkút adatsorokat felhasználva a hasonló ciklusok felkutatása után a késleltetés paraméterét is meg tudták határozni.

A hosszú idejű talajvízszint adatok spektrális elemzései alapján megállapítható, hogy a három kijelölt észlelési helyen (Debrecen, Nyírcsászári és Kocsér) az 1 év hosszúságú ciklus volt a legdominánsabb a talajvízszint havi mintavételezési közű változásának meghatározásában. E kimutatott ciklus mögött földi és regionális hidrometeorológiai okok állnak. A 11-12 év hosszúságú ciklus Debrecen és Nyírcsászári területén is a második legmeghatározóbb ciklus, viszont a földrajzilag távolabb lévő Kocsér területén ez a ciklus már sokkal kisebb relatív súllyal, csak mellékciklusként volt kimutatható, ami arra utal, hogy a 11-12 éves ciklus mögött lokális (helyi) hatások állnak. Érdekes eredmény viszont, hogy a Debrecen és Kocsér területén a harmadik legmeghatározóbb 15 év körüli ciklus a Nyírcsászári területén felvett regisztrátumból egyáltalán nem volt kimutatható. A kimutatott ciklusok mögött meglévő hidrometeorológiai okok feltárása még további kutatások feladata.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport tagjai 2017-ben is számos átfogó jellegű előadást tartottak, illetve összefoglaló anyagokat készítettek az ország víz és energiastratégiájával foglalkozó szakmai és ismeretterjesztő fórumai részére (MTA Földtani Tudományos Bizottság, MTA Energia Stratégiai Bizottság, MTA Hidrogeológiai Albizottság, MTA-DAB Hidrológiai Munkabizottság, MHT Hidrogeológiai Szakosztály, MTA Hidrológiai Osztályközi Bizottság. Energia Klub, MTA-MAB, stb.). A kutatás-fejlesztés akkumulált új eredményei szervesen beépülnek az ME Műszaki Földtudományi Karán folyó graduális és posztgraduális képzésekbe, és hatékonyan támogatják a Mikoviny Sámuel Földtudományi Doktori Iskola keretében folyó PhD képzést. A kutatócsoport tagjai tevékenyen részt vesznek a hazai Vízgyűjtő Gazdálkodási Terv, a Nemzeti Vízstratégia, a Nemzeti Energiastratégia 2030 és az Erőműfejlesztési Cselekvési Terv által megfogalmazott feladatok megvalósításában. A kutatócsoport vezetője tagja az Országos Vízgazdálkodási Tanácsnak, illetve meghívott tagja az OVF Vízügyi Tudományos Tanácsnak, továbbá részt vesz abban ez elnöki ad hoc bizottságban, amelynek a feladata a Nemzeti Víztudományi Kutatási Program kidolgozása és előkészítése. A kutatócsoport keretében végzett karszthidrogeológiai kutatások bemutatására az IAH világkongresszusra keynote előadónak kérték fel a kutatócsoport egy tagját.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A korábbiaknak megfelelően továbbra is igen szoros a kutatásfejlesztési, valamint a pályázati együttműködés a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar több tanszékével. A kutatócsoport hidrogeológus tagjai tevékenyen vesznek rész az EFG (European Federation of Geologists) szervezet Hidrogeológiai Munkacsoportjának munkájában, amelynek egyik legfőbb célkitűzése az, hogy a vízföldtani kutatások legújabb eredményei gyorsan elérhetővé és használhatóvá váljanak vízellátási és vízgazdálkodási feladatok megoldásában. A kutatócsoport több tagja a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Karán megvalósuló, ipari kutatási igényeket kiszolgáló GINOP pályázatok megvalósításában is részt vesz.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

OTKA pályázat (K 109441). A geofizikai mérési adatok inverziós feldolgozásának sorfejtéses diszkretizációra alapozott új módszerei. Futamidő: 2012. szept. 1- 2017. aug. 31. Támogatási összeg: 24,638 millió Ft.

KINDRA HORIZON 2020 Nemzetközi Konzorciumi Kutatási Pályázat. Knowledge Inventory for Hydrogeology Research. Projekt partner: Miskolci Egyetem. Futamidő: 2015. jan. 1. - 2017. dec. 31. Támogatási összeg: 80 000 Euro.

GINOP-2.3.2-15-2016-00010 pályázat. Földi energiaforrások hasznosításához kapcsolódó hatékonyság növelő mérnöki eljárások fejlesztése. Futamidő: 2016. szeptember 1. - 2020. aug. 31. Támogatási összeg: 1653 millió Ft.

GINOP-2.3.2-15-2016-00031 Stratégiai K+F műhelyek kiválósága pályázat. INNOVÍZ-Innovatív megoldások a felszín alatti vízkészletek fenntartható hasznosítása érdekében. Futamidő: 2017. január 1. - 2021. június 30. Támogatási összeg: 677 millió Ft.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Gyulai Á, Szűcs P, Turai E, Baracza MK, Fejes Z: Geoelectric Characterization of Thermal Water Aquifers Using 2.5D Inversion of VES Measurements. Surveys In Geophysics, 38(2): 503-526 (2017) http://midra.uni-miskolc.hu:80/?docId=25414
2. Palcsu L, Kompár L, Deák J, Szűcs P, Papp L: Estimation of the natural groundwater recharge using tritium-peak and tritium/helium-3 dating techniques in Hungary. Geochemical Journal, 51: 439-448 (2017) http://midra.uni-miskolc.hu:80/?docId=28328
3. Ilyés Cs, Turai E, Szűcs P, Zsuga J: Examination of the cyclic properties of 110 – year – long precipitation time series. Acta Montanistica Slovaca, 22(1): 1-11 (2017) http://midra.uni-miskolc.hu:80/?docId=28207
4. Szabó N P, Dobróka M: Robust estimation of reservoir shaliness by iteratively reweighted factor analysis. Geophysics, 82(2): D69-D83 (2017) http://193.6.1.94:9080/?docId=28397

MTA–MTM–ELTE PALEONTOLÓGIAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Pálfy József, az MTA levelező tagja
1117 Budapest Pázmány Péter sétány 1/C
telefon: (1) 381 2129; fax: (1) 381 2130
e-mail: palfy@nhmus.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A kutatócsoport a bioszféra múltbeli fejlődéstörténetének megismeréséhez járul hozzá nemzetközi hatású őslénytani kutatómunkával és publikációs tevékenységgel. A kutatások zöme az alábbi témákban folyik: 1) a középső triász adaptív radiáció jellemzése, 2) a triász végi és kora jura kihalási események kiváltó okainak feltárása, 3) a jura-kréta határ és a kora kréta biotikus és környezeti eseményei, 4) az eocén végi lehűlés hatása a Középső-Paratethys tengeri és a környező területek szárazföldi élővilágára, 5) a Pannon-tó késő neogén endemikus puhatestű faunájának és egyéb, ősmaradványokban vizsgálható élőlénycsoportjainak kutatása a medencefejlődés, az üledékképződés, az ősföldrajz és az őskörnyezet változásainak megértése céljából, 6) a Villányi-hegység pleisztocén gerinces faunáinak vizsgálata, valamint a Kárpát-medencéből és tágabb környezetéből ismert emlősfaunák kapcsolata a jégkorszaki klímaváltozásokkal, 7) késő pleisztocén és holocén éghajlatváltozások nyomozása a Kárpát-medencében, hegyvidéki és síkvidéki tavi üledékek pollenvizsgálata alapján, és 8) globális biodiverzitás-történeti, makroevolúciós és makroökológiai elemzések.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Befejezték és nyomdára kész állapotba hozták a Balaton-felvidéki késő anisusi (középső triász) ammonoidea faunát tárgyaló terjedelmes monográfiát.

További új radiolaria fajokat írtak le a törökországi Sorgun és a görögországi Rodosz-szigeti Kopria ofiolitos melanzs képződményeiből és segítségükkel rekonstruálták a Neotethys óceáni medencéjének paleooceanográfiai és ősföldrajzi viszonyait a késő triászban.

A tömeges kihalással jellemzett triász-jura határ nemzetközi rétegtani definíciójára szolgáló globális sztratotípus szelvény, az ausztriai Kuhjoch vizsgálatával kimutatták, hogy az alpi hegységképződés során bekövetkezett szerkezeti mozgások okozta deformáció problémákhoz vezet a rétegtani kutatások szempontjából, a határintervallumot a szoros redőhöz kapcsolódó vetők zavarják, így a rétegsor nem tekinthető teljesnek.

A mecseki Réka-völgy kora jura szelvényében a toarci anoxikus esemény (Jenkyns esemény) nyomait őrző fekete palából szerves geokémiai vizsgálatok segítségével igazolták, hogy az anoxia időszakosan a fotikus zónára is kiterjedt, amit a Chlorobiaceae avagy zöld kénbaktériumokra jellemző biomarker, az izorenieratán előfordulása igazol.

Kimutatták, hogy az iharkúti késő kréta faunából ismert, a Ceratopsia-k közé tartozó *Ajkaceratops* és a Rhabdodontidae-khez sorolt *Mochlodon* dinoszauruszok fogai morfológiai jegyek alapján gyakorlatilag elkülöníthetetlenek, egyedül a táplálkozásból eredő kopási mintázat használható a két növényevő fogmaradványainak megkülönböztetésére.

Tizenhat késő paleogén (lutéciai–rupéli) fúrást és felszíni szelvény bentosz foraminiferáit vizsgálták a Középső-Paratethys paleoökológiai és paleooceanográfiai rekonstrukciója céljából. A bentosz foraminifera oxigén index (BFOI) és főfaktor analízis módszereinek alkalmazásával két rövid, de jelentős eutrofizációs eseményt mutattak ki a kora és középső oligocén során. Ezeket az epizódokat alacsony diverzitású fauna és az alacsony oxigénszintet eltűrő üledéklakó fajok dominanciája jellemzik. Az eutrofizációs eseményekhez másodrendű tengerszintcsökkenés és a mélyvízi cirkuláció csökkenése vezethetett, míg az oligotróf és oxigénnel jól ellátott körülményeket a születő Paratethysbe délnyugatról a Tethys felől beáramló hidegebb víztömegek magyarázhatják.

A pannóniai üledékes képződmények új biokronosztratigráfiai rendszerének kialakítása céljából a Dél-Dunántúlon, az Erdélyi-medencében és a Gerecsében folytattak életrétegtani, mágnesrétegtani és Be-izotópos geokronológiai vizsgálatokat. Elvégezték a paksi atomerőmű bővítését előkészítő földtani kutatási program keretében fúrt 6 db pannóniai fúrómag részletes szedimentológiai leírását és – az Utrechti Egyetemmel folytatott kooperáció keretében – 5 mag mágnesrétegtani vizsgálatát. A magok biosztratigráfiai vizsgálata, szeizmikus korrelációja és Be-izotópos kormeghatározása részben elkészült, részben folyamatban van.
Szeizmikus rétegtani és kronosztratigráfiai adatokra alapozva elemezték a neogén egyik legtöbbet vizsgált és legjobban ismert eseményének, a messinai sókrízisnek a környezeti hatását a Pannon-medencére (Kárpát-medencére), és összevetették ezt az egykori Paratethys-tenger egyéb medencéiben megfigyelt hatásokkal.

Az eredmények publikálásával befejezték a Somssich-hegy 2-es lelőhely ősmaradványainak taxonómiai, tafonómiai és paleoökológiai feldolgozását és a lelőhely szedimentológiai vizsgálatát. Elvégezték a *Microtus genus* evolúciójának geometriai morfometriai módszerekkel történő vizsgálatát, eredményeikkel tisztázták a fajok evolúciós kapcsolatait. Geometriai morfometriai módszert dolgoztak ki a Sciuridae családra, melynek segítségével pontosabban el lehet különíteni a *Spermophilus citellus* és *S. suslicus* fajokat, valamint az egyes fajok hasonló morfológiájú fogait. Elvégezték a negyedidőszaki klímaváltozások nyomon követésére jól felhasználható Beremend 16-os lelőhely fosszilis gerinces faunájának őslénytani feldolgozását, valamint kvantitatív paleoökológiai és rétegtani értékelését. ^{14}C módszer segítségével datálták a Rejteki-kőfülke egyes rétegeinek kisemlős maradványait és igazolták, hogy a lelőhely faunája átmenetet képez a késő-pleisztocén és a holocén között.

A Déli-Kárpátokban a Retyezát-hegységi gleccsertavak üledékeiből nyert fúrómagok évek óta folyó multi-proxy vizsgálataiból nyert eredményekből számos cikkből álló tematikus kötetet szerkesztettek a rangos Quaternary International folyóirat számára.

b) Tudomány és társadalom

A környezetváltozások és a biodiverzitás múltbeli változásait feltáró kutatási eredményeiket nagy látogatottságú, egész napos hétvégi tudományos ismeretterjesztő rendezvényen tartott előadásokon mutatták be (Földtudományos Forgatag, Budapest), valamint közreműködtek az Év Ősmaradványa programhoz kapcsolódó rendezvényeken.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A kutatócsoport vezetőjén kívül több tag is részt vesz az ELTE-n folyó oktatásban BSc, MSc és PhD kurzusok tartásával, TDK, BSc, MSc és PhD témavezetéssel. A hazai társintézmények közül aktív együttműködés folyt az MTA CSFK Földtani és Geokémiai Intézetével. A

kutatómunka során nemzetközi együttműködés folyt amerikai, angol, francia, német, cseh, kanadai, lengyel, holland, horvát és romániai kutatókkal. Kiemelendő a Román Tudományos Akadémia kolozsvári Barlangkutató Intézetével, a Bonni Egyetemmel, az erlangeni Friedrich-Alexander Egyetemmel, a prágai Károly Egyetemmel, valamint az angliai Plymouth-i valamint Exeteri Egyetemekkel folytatott szoros munkakapcsolat, illetve az Utrechti Egyetem mágnesrétegtani laboratóriumával paksi és erdélyi minták vizsgálatára létrejött együttműködés.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A tárgyévben nem indult új pályázattal támogatott kutatás.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Müller T, Price GD, Bajnai D, Nyerges A, Kesjár D, Raucsik B, Varga A, Judik K, Fekete J, May Z, Pálfy J: New multiproxy record of the Jenkyns Event (also known as the Toarcian Oceanic Anoxic Event) from the Mecsek Mountains (Hungary): Differences, duration and drivers. Sedimentology 64(1): 66-86 (2017)
2. Németh A, Bárány A, Csorba G, Magyari E, Pazonyi P, Pálfy J: Holocene mammal extinctions in the Carpathian Basin: a review. Mammal Review 47(1): 38-52 (2017) http://real.mtak.hu/47261/
3. Vincze I, Orbán I, Birks HH, Pál I, Finsinger W, Hubay K, Marinova E, Jakab G, Braun M, Biró T, Tóth M, Dănău C, Ferencz IV, Magyari EK: Holocene treeline and timberline changes in the South Carpathians (Romania): Climatic and anthropogenic drivers on the southern slopes of the Retezat Mountains. The Holocene 27(11): 1613-1630 (2017) http://real.mtak.hu/70814

MTA–PE LEVEGŐKÉMIAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Gelencsér András, az MTA doktora
8200 Veszprém, Egyetem u. 10.
telefon: (88) 624 000/6055
e-mail: gelencs@almos.uni-pannon.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A kutatócsoport tagjai vizsgálják a légköri aeroszol látható fényt abszorbeáló szerves anyag (brown carbon, BrC) kontinuum eddig csak kevéssé tanulmányozott komponenseit, melyek nem tartoznak a humuszszerű anyagok csoportjába és a kátránygömböktől is különböznek. E komponensek molekulatömeg eloszlását és az esetleges egyedi komponenseket tömegspektrometriás módszerekkel tanulmányozzák, spektrofotometriás módszerrel az abszorpciót jellemző komplex törésmutató imaginárius részének hullámhosszfüggését határozzák meg. A kutatócsoport tagjai vizsgálják a részecskekeletkezés komplex folyamatát, elsősorban a meteorológiai paraméterek, főként az UV-sugárzás, a hőmérséklet és a relatív nedvesség, valamint a határréteg dinamikájának hatását. A részecskekeletkezés gyakoriságának és jellemzőinek vizsgálatát kiterjesztik a magasabb légrétegekből történő lekeveredés folyamatára is. Városi környezetben, téli időszakban, kampányszerűen, 6 órás mintavételi ciklussal gyűjtött légköri aeroszol kémiai elemzésével vizsgálják, hogy a karcinogén és mutagén hatású többgyűrűs aromás szénhidrogének (PAH vegyületek) koncentrációja hogyan alakul az egyes napszakokban a források és a meteorológiai helyzet függvényében. A fatüzelés nyomjelzőjeként gyakran alkalmazott levoglukozán és a PAH vegyületek arányát, illetve bizonyos PAH vegyületek egymáshoz viszonyított arányát felhasználva tanulmányozzák az egészségre ártalmas vegyületek potenciális forrásainak alakulását a különböző napszakokban és időjárási helyzetekben.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Az új részecske keletkezés (NPF) egyes típusainak vizsgálata során megállapították, hogy az Ia típusú keletkezések gyakorisága a nyári időszakban jelentősen csökken, míg az Ib és II típusú folyamatok száma növekszik. Az illékony szerves vegyületek közül vélhetően a terpén és az izoprén vegyületek játsszák a legfontosabb szerepet ezekben a folyamatokban. Mindkét vegyületet a bioszféra bocsátja ki, az emissziójuk elsősorban a hőmérséklet függvénye. A terpén emisszió mértékét azonban a növények számára elérhető víz mennyisége is befolyásolja, míg az izoprén emisszióra ez nem gyakorol hatást. A növények izoprén kibocsátása ugyanakkor, csak a levélzet teljes kialakulását követően válik jelentőssé. A fenti folyamatok figyelembe vételével magyarázhatóak a megfigyelt NPF gyakoriságok. A tavaszi időszakban, amikor a terpén emisszió exponenciálisan növekszik a hőmérséklet emelkedésével és a vegetáció számára a vízelérhetőség is biztosított, a NPF maximuma figyelhető meg. Ezzel szemben a nyári hónapokban ugyan a hőmérséklet emelkedésével mind az izoprén, mind a terpén emisszió tovább növekedhetne, de a vegetáció vízellátottsága korlátozott, ami a terpén emisszió kibocsátásának csökkenését idézi elő. E folyamatok együttese magyarázhatja a NPF gyakoriságában a nyári hónapokban megfigyelt minimumot.

Tanulmányozták a fényelnyelő szerves anyagok (BrC) csoportjába tartozó nem vízoldható, de acetonban oldható szerves anyagok abszorpciós tulajdonságait, illetve molekulatömeg eloszlását. Vizsgálataikhoz Budapesten téli időszakban gyűjtött PM10 mintákat használtak. A

vízben nem, de acetonban oldható komponensek jelentős mennyiségben voltak jelen a mintákban, melyek tömege a PM10 tömegkoncentrációnak 3–13%-át, átlagosan 8%-át adta. E frakció forrása feltehetőleg a biomassza égetés, mivel tömegkoncentrációjának változása az egyes mintákban jó egyezést mutatott a biomassza égetés nyomjelző vegyületének, a levoglukozán mennyiségének változásával. A közvetlen tömegspektrometriás mérések alapján megállapították, hogy az acetonban oldható frakció becsült molekulatömege nagyobb, mint a légköri humuszszerű anyagok molekulatömege (utóbbi hasonló módszerrel mérve 200–300 Dalton). Az acetonoldható frakció intenzitással súlyozott negatív töltésű ioneloszlásának maximuma az elektrospray ionizáció esetében 460 m/z-nél, míg a légköri kémiai ionizáció (APCI) esetében 515 m/z-nél volt. Fontos megjegyezni, hogy míg a korábbi mérések során, a HULIS esetében, pozitív töltésű (bázikus karakterű) komponenseket nem mutattak ki, addig ezek az anyagok az aceton oldható frakcióban megtalálhatóak voltak, a mért ioneloszlás maximuma 350 m/z-nél volt az APCI és az elektrospray ionizáció esetében is. A minták acetonos extraktumának Ångström exponense a 350 és 900 nm közötti hullámhossz tartományban 5 és 7 között változott, hasonlóan a HULIS-hoz, azonban a komplex törésmutató imaginárius része a HULIS-ra jellemző értéknél nagyobb és a kátránygömbökre jellemző értékénél kisebb volt: 462 nm-en 0,016; 550 nm-en 0,006; 652 nm-en 0,0025. Ezért ezeknek a nagyobb molekulatömegű szerves komponenseknek a hozzájárulása a BrC légköri abszorpciójához jelentős lehet.

Városi környezetben (Budapest, XVIII. ker., Gilice tér), téli időszakban kampányszerűen, 6 órás mintavételi ciklussal gyűjtött légköri aeroszol kémiai elemzésével megvizsgálták, hogy a karcinogén és mutagén hatású többgyűrűs aromás szénhidrogének (PAH vegyületek) koncentrációja hogyan alakul az egyes napszakokban a források és a meteorológiai helyzet függvényében. Megállapították, hogy a meteorológiai körülmények alapvetően meghatározzák a PAH vegyületek légköri koncentrációját: 10 napos anticiklonális helyzet végére a PAH vegyületek koncentrációja a légköri aeroszolban 2 nagyságrenddel nagyobb volt, mint az azt követő ciklonális időszakban. Egy napon belül a PAH-ok koncentrációja a 11–17 h időszakban volt a legalacsonyabb, míg a legmagasabb a 17–23 h időszakban, ami a keveredési réteg magasságának és a források erősségének változásával magyarázható. A fatüzelés nyomjelzőjeként gyakran alkalmazott levoglukozán és a PAH vegyületek összes szénre vonatkoztatott arányát, illetve bizonyos PAH vegyületek egymáshoz viszonyított arányát felhasználva tanulmányozták az egészségre ártalmas vegyületek potenciális forrásainak alakulását a különböző napszakokban. Megállapították, hogy a vizsgált budapesti mintákban az 5–11 h, 11–17 h, 17–23 h, illetve 23–05 h időszakokban a széntartalmú aeroszol rendre 56%, 31%, 78%, illetve 72%-a fatüzelésből származott. Ezek az eredmények rámutatnak, hogy noha a biomassza megújuló energiaforrás, égetése azonban jelentős légszennyezéssel jár.

2017-ben folytatták a jelenleg szabványos PM10 tömegkoncentráció mérésére szolgáló módszer légköri víztartalom miatt fellépő mérési hibájának meghatározását. Vizsgálták az aeroszol részecskék higroszkóposságában megfigyelhető hiszterézis mért tömegkoncentrációra gyakorolt hatását. Megállapították, hogy a tavaszi, illetve nyári mintákban a tömegkoncentráció szabványos mérése átlagosan 6,5%-os, illetve 4,3 %-os pozitív hibát okoz a száraz (RH=25%) tömegkoncentrációhoz képest. A higroszkóposságában a fenti hónapokban megfigyelt 13%-os, illetve 11%-os hiszterézis tovább növeli ezt a hibát amennyiben az aeroszol korábban magas (RH>80%) relatív nedvességű légtömeggel érintkezett. Az aeroszol részecskék vízfelvétele és így a tömegkoncentrációjuk mérésében bekövetkező hiba jelentős mértékben a részecskék kémiai összetételétől függ, ezért a kutatócsoport tagjai ezt is tanulmányozták a különböző évszakokban gyűjtött mintákban. Megállapították, hogy a novemberi és a decemberi mintákban az ammónium adta a szervetlen

kationok 75–79%-át, amelyet a kálium, kalcium, nátrium és magnézium követett. Az anionok között a nitrát jelentős növekedése volt megfigyelhető a hideg hónapokban. Az ammónium-nitrát koncentrációjának növekedése a hideg hónapokban a vegyület gáz fázisból aeroszol fázisba történő eltolódásával magyarázható, míg a kálium koncentrációjának megnövekedése a fatüzelésnek tulajdonítható.

b) Tudomány és társadalom

Középiskolások számára meteorológiai és levegőkémiai tárgyú ismeretterjesztő előadásokat tartottak középiskolákban, a Kutatók éjszakája valamint a Pannon Egyetem által rendezett Környezettudományi Diáktábor programjain. A kutatócsoport vezetője az éghajlatváltozás illetve a szmog témakörében a sajtóban, rádióban és televízióban több alkalommal interjút adott.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A kátránygömbök kémiai összetételét a Szegedi Tudományegyetemmel illetve az MTA Természettudományi Kutatóközponttal együttműködésben vizsgálták. A kutatócsoport tagjai részt vettek a Kémiai környezetvizsgáló módszerek című tárgy oktatásában, BSc és MSC szakdolgozatok témavezetésében, a „Kémiai és Környezettudományok Doktori Iskola" munkájában. Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ (NAIK) felkérésére a mezőgazdasági tevékenységek kisméretű részecske kibocsátása témában működtek közre.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

„Légszennyezettség előrejelző rendszer kifejlesztése légköri víz-aeroszol kölcsönhatások figyelembevételével" című GINOP-2.3.2-15-2016-00055 projektben konzorciumvezető. A projekt összes költségvetése 819.120.657 Ft, konzorciumi partnerek Országos Meteorológiai Szolgálat, Pécsi Tudományegyetem; megvalósítási időszak: 2017. március 1.–2021. február 28.; saját támogatás 241.953.000 Ft.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Hoffer A, Tóth A, Pósfai M, Chung C E, Gelencsér A: Brown carbon absorption in the red and near-infrared spectral region. Atmospheric Measurement Techniques, 10: 2353–2359 (2017) doi: 10.5194/amt-10-2353-2017 http://real.mtak.hu/id/eprint/65652
2. Kiss Gy, Imre K, Molnár A, Gelencsér A: Bias caused by water adsorption in hourly PM measurements. Atmospheric Measurement Techniques, 10: 2477–2484 (2017) doi: 10.5194/amt-10-2477-2017 http://real.mtak.hu/id/eprint/71891
3. Schmeisser L, Andrews E, Ogren J A, Sheridan P, Jefferson A, Sharma S, et al (16 Hoffer A.): Classifying aerosol type using in situ surface spectral aerosol optical properties. Atmospheric Chemistry and Physics, 17: 12097–12120 (2017) doi: 10.5194/acp-17-12097-2017 http://real.mtak.hu/id/eprint/74316
4. Pintér M, Utry N, Ajtai T, Kiss-Albert G, Jancsek-Turóczi B, Imre K, et al (8, Gelencsér A): Optical Properties, Chemical Composition and the Toxicological Potential of Urban Particulate Matter. Aerosol and Air Quality Research, 17: 1515–1526 (2017) doi: 10.4209/aaqr.2016.09.0395 http://real.mtak.hu/id/eprint/74380

MTA–PTE MOLEKULÁRIS KÖLCSÖNHATÁSOK AZ ELVÁLASZTÁS-TUDOMÁNYBAN KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Felinger Attila, az MTA levelező tagja
7624 Pécs, Ifjúság útja 6.
telefon: (72) 501 500/24582; fax: (72) 501 518
e-mail: felinger@ttk.pte.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2013. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

Az ötéves kutatási tervben célul tűzték ki a folyadékkromatográfiás elválasztási folyamatok részleteinek feltárását, illetve elektroforézis esetén a kapillárisban lejátszódó fizikai-kémiai folyamatok megértését, hiszen azok alapvető befolyásolják a retenciót, a szelektivitást, illetve a csúcsok alakját és szélesedését, ennélfogva az elválasztás hatékonyságát. Kutatásuk célja, hogy a nemlineáris és a lineáris kromatográfia módszereivel is jellemezzék a molekuláris kölcsönhatásokat, apoláris és poláris állófázisok alkalmazásakor egyaránt.

A környezeti, biológiai, és egyéb eredetű analitikai minták rendkívül összetettek, nagyszámú komponenst tartalmaznak. Ezen minták analitikai vizsgálatai során olyan elválasztási rendszerekre van szükség, amelyek nagy hatékonyságot, nagy csúcskapacitást biztosítanak. A modern folyadékkromatográfia gyakorlatában számos fázisrendszer, számos állófázis érhető el.

2017-ben elsősorban azt tanulmányozták, hogy az állófázis heterogenitása milyen hatással van a többrétegű adszorpcióra. Tanulmányozták, hogy hidrofil kölcsönhatású folyadék-kromatográfiában milyen mértékű a víz adszorpciója, illetve a kromatográfiás hatékonyság alakulását vizsgálták alterációs analízissel.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A víz adszorpciója hidrofil kölcsönhatású folyadékkromatográfiában

A hidrofobicitás hőmérsékletfüggését tanulmányozták két különböző típusú szilikagél-alapú állófázison frontális elemzéssel, a Karl Fischer titrálást alkalmazva. A különféle állófázisokon meghatározták az adszorbeált, illetve a pórusokban jelenlévő víz mennyiségét. A víz adszorpciója a Langmuir-egyenlettel modellezhető. Teljes telítettség esetén az adszorbeált víz a pórustérfogat 4-7%-át tölti ki.

Kromatográfiás állófázisok felületi heterogenitásának vizsgálata

A nagyhatékonyságú folyadékkromatográfiában leggyakrabban nagy mechanikai stabilitású, porózus szilikagél alapú állófázisokat alkalmaznak. A szilikagél mikroszemcsék felületének módosítása különböző apoláris szerves vegyületekkel, leggyakrabban n-alkánokkal nagy változatosságot és széleskörű alkalmazhatóságot biztosít a fordított fázisú folyadék-kromatográfiás elválasztásoknak. A mintakomponensek retenciós viselkedését jelentősen befolyásolja az állófázis felületének borítottsága, heterogenitása, így ennek vizsgálata nagy jelentőséggel bír a kromatográfiás állófázisok jellemzésében.
Munkájuk során numerikus módszert dolgoztak ki folyadékkromatográfiás állófázisok felületi heterogenitásának jellemzésére többrétegű adszorpciós izotermák esetén. A fejlesztett módszert szintetikus benchmark izotermák segítségével validálták. Igazolták, hogy a módszerrel nagy pontossággal meghatározható mind az adszorbeált rétegek közti egyensúlyi

állandó, mind az állófázis adszorpciós energia eloszlása. A fejlesztett módszert sikeresen alkalmazták különböző felületi borítottságú, utó- és nem utószilanizált Kromasil-100 porózus szilikagél állófázisok felületi jellemzésére. A vizsgált nem utószilanizált állófázisok felületükön két adszorpciós centrumot tartalmaztak, melyek közül a kisebb energiájú mennyisége nőtt, a nagyobb energiájúé pedig csökkent a felületi borítottság növelésével.
Ezek alapján megállapították, hogy előbbi az oktadecil csoportoknak, utóbbi pedig a szabad szilanolcsoportoknak feleltethető meg. A módszert alkalmazva nyomon követhető volt az utószilanizálás hatása is. A vizsgált állófázisok felületi heterogenitása megszűnt az utószilanizálás következtében.

Kromatográfiás hatékonyság vizsgálata alterációs analízissel

A kromatográfiás oszlopok hatékonyságának vizsgálatát célzó méréssorozat adatait vetették alá kemometriai vizsgálatoknak. Az adatok kiértékelése során először öt kromatográfiás oszlop – teljesen porózus, tömörmagvú és monolit – hatékonyságát hasonlították össze hagyományos módszerekkel, amik magukba foglalták a többi között a tányérmagasság-áramlási sebesség (*H*-*u*) görbe, a tányérmagasság-retenciós tényező (*H*-*k*) görbe és a kinetikus görbe felvételét.
Vizsgálatukban a hagyományos kromatográfiás kiértékelés helyett a mérési eredményeket egy háromdimenziós adathalmazba rendezték, amelyen kétdimenziós és háromdimenziós alterációs analízist végeztek, valamint korrelációs koefficiens térképeket vettek fel.
A kromatogramok összehasonlításához elengedhetetlen volt az adatok előkezelése. A változó áramlási sebesség miatt a csúcsok retenciós ideje és a kromatogramok hossza jelentősen változik, azonban a lényegi információt a csúcsok alakjának változása szolgáltatja. Ahhoz, hogy ezt érdemben tudják összehasonlítani, az időskálát normalizálták. Valamint – mivel numerikus összehasonlítást végeznek, – a kromatogramoknak azonos számú pontból kell állniuk. Ezért a kromatogramok hosszát Fourier-tartományban állították be.
Munkájuk célja a hatékonysági mérések során felvett kromatogramok közvetlen – nem görbeillesztéses, paraméteres – vizsgálata volt. A kapott információk jól illeszkednek a hagyományos kiértékelés konklúziójába, valamint kiegészítik azt az alterációs térképek szolgáltatta mélyebb rálátással és vizuális információval a kromatográfiás csúcsok változásáról.

Bakteriális endotoxinok vizsgálata mikrochip elektroforézissel és tömegspektrometriával

Gram-negatív baktériumok külső membránjában található endotoxinok (kémiailag lipooligo- vagy lipopoliszacharidok) gyors detektálása és szerkezeti jellemzése fontos, mert ezek a vegyületek jellemzők a fertőzést okozó baktérium speciesekre. Az általuk korábban kidolgozott mikrochip gélelektroforézis módszer továbbfejlesztésével, kovalens fluoreszcens jelölés révén nagyszámú baktériumtörzsből származó endotoxin kivonat szerkezeti típus szerinti osztályozását alakították ki. A jól reprodukálható és jellegzetes elektroferogram mintázatok alapján lehetőség nyílt az eltérő (oligoszacharid) ismétlődő egységeket tartalmazó lipopoliszacharid komponensek molekulatömeg meghatározására és relatív mennyiségi elemzésére. Továbbá, munkájuk során újszerű endotoxin kivonási eljárást dolgoztak ki, intakt bakteriális lipooligoszacharidok MALDI-TOF (mátrix segítette lézer deszorpciós/ionizációs repülési-idő) tömegspektrometriás szerkezetelemzéséhez, közvetlenül sejttelepekből. Csupán hő és vizes kezelés hatására sikerült az endototoxint olyan mértékben kiszabadítani a baktériumok sejtfalából, ami elegendő volt a tömegspektrometriás detektálásukhoz, valódi mikroheterogenitásuk feltérképezéséhez és a labilis kötésű, ám biológiailag fontos funkciós csoportok jelenlétének kimutatásához. Módszerfejlesztéseiket két metodikai jellegű könyvfejezetben publikálták.

b) Tudomány és társadalom

Kutatómunkájuk jellegéről, az elválasztástudomány alapjairól a Pécsi Tudományegyetem és az UnivTV szervezésében folyó *Nyitott egyetem* sorozatban *„Az elválasztás művészete”* címmel tartott tudománynépszerűsítő előadást a kutatócsoport vezetője 2015. november 10-én. Az előadást 2017-ben is több helyi tv-csatorna programjára tűzte.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A folyadékkromatográfiás állófázisok jellemzése témakörben szoros együttműködést folytattak a Pardubicei Egyetem egyik professzorával (Csehország). Az együttműködésekből 2017-ben egy közös közlemény jelent meg.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

OTKA 106044: A folyadékkromatográfia molekuláris kölcsönhatásainak vizsgálata, 2013-2017, 41 M Ft.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Bartó E, Felinger A, Jandera P: Investigation of the temperature dependence of water adsorption on silica-based stationary phases in hydrophilic interaction liquid chromatography. Journal of Chromatography A, 1489: 143–148 (2017) LINK
2. Horváth K, Vajda P, Felinger A: Multilayer adsorption in liquid chromatography – The surface heterogeneity below an adsorbed multilayer. Journal of Chromatography A, 1505: 50–55 (2017) Link(ek): REAL, DOI, PubMed, WoS, Scopus, Egyéb URL
3. Simon J, Felinger A: Exploring the changes in a series of measurements – The comparison of the two-dimensional correlation analysis and the alteration analysis. Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, 168: 28–37 (2017)
   Link(ek): REAL, DOI, WoS, Scopus, Egyéb URL

MTA–PTE NAGYINTENZITÁSÚ TERAHERTZES KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Hebling János, az MTA doktora
7623 Pécs, Ifjúság útja 6.
telefon: (72) 501 528; fax: (72) 501 571
e-mail: hebling@fizika.ttk.pte.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A 2012 – 2017 és a 2017 – 2022 évekre vonatkozó 5 éves kutatási tervek a következő témákat tartalmazzák 2017 évre:

- Biológiai szempontból érdekes anyagok és ionfolyadékok lineáris terahertzes spektroszkópiai (TDTS) vizsgálata.
- Extrém nagy térerősségű THz-es impulzusok előállítására vonatkozó elméleti és kísérleti kutatások. Ebbe beletartozik a LN és félvezető alapú THz-es források, a hibrid technológián alapuló THz-es források, és a kontrollált hullámformát előállító THz-es források vizsgálata is.
- THz-es pumpa – próba vizsgálatok.
- Egyciklusú attoszekundumos impulzusok előállítása.
- Töltött részecskék gyorsítása extrém nagy térerősségű THz-es impulzusokkal.

Ezen öt téma közül négyben (1., 2., 4. és 5.) az előzetes terveknek megfelelően végeztek sikeres kutatási tevékenységet. A 3. témában is tevékenykedtek, de az előzetes tervektől eltérően nem néhány anyag nemlineáris optikai tulajdonságát mérték THz-es pumpa – próba mérőberendezéssel, hanem az ELI-ALPS számára készülő ilyen berendezés megtervezésében és megépítésében vettek részt. A következő években a THz-es pumpa – próba vizsgálataikat várhatóan az ELI-ALPS számára elkészített berendezéssel fogják elvégezni.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

2017-ben a kutatócsoportnak két jelentős eredménye is volt a 2. kutatási témában. Egyrészt egy egyciklusú THz-es impulzusok előállítására szolgáló, új típusú, döntött impulzusfrontú gerjesztő elrendezésre tett javaslatot, és erre az elrendezésre vonatkozó numerikus szimulációkat végzett. A kutatócsoport tagjai által 2002-ben kifejlesztett döntött impulzusfrontú technika az elmúlt másfél évtizedben nagyon eredményesnek mutatkozott, és ez vált világszerte a legelterjedtebb nagyenergiájú THz-es forrássá. Jelentősen hozzájárult a THz-es pumpa – próba mérések elterjedéséhez, és általa reálissá vált a THz-es részecskegyorsítás koncepciója.

Azonban az eddigi döntött impulzusfrontú gerjesztő elrendezéseknek volt egy közös hátránya: prizma alakú nemlineáris kristályt kellett bennük alkalmazni. Ez nemcsak az elérhető THz-es energia és térerősség jelentős további növelését akadályozta meg, de azt is, hogy jó minőségű (és így jól fókuszálható) THz-es nyalábot állítsanak elő velük. Ezt a problémát küszöböli ki a kutatócsoport új megoldása. Ez egy plán-parallel nemlineáris kristályt tartalmaz, amelynek első felületén ún. lépcsős rács van kiképezve. Ez az elrendezése várhatóan tökéletes, Gaussnyalábú THz sugárzást fog kibocsátani, és ennek megfelelően a nyaláb legerősebb fokuszálása, és ennek megfelelően maximális elektromos térerősség elérése lesz lehetséges. A numerikus számolások szerint ennek az eszköznek a hatásfoka nagyobb lesz, mint egy

százalék. LN nemlineáris kristály használata esetén az előállított THz-es impulzusok spektrális maximuma a gerjesztő impulzushossztól, a lépcsős rács (tipikusan 0,1 mm-es) periódusától és a kristály vastagságától függően, tipikusan a 0,3 – 0,7 THz tartományon lesz. Ez a frekvenciatartomány tökéletes a THz-es részecskegyorsítás szempontjából. Az előállított THz-es impulzusok további kedvező tulajdonsága az, hogy lényegében egyciklusúak, nem tartalmaznak jelentős lecsengő oszcillálót.

A lépcsős rácsos THz forrásra vonatkozóan szabadalmi kérvényt nyújtottak be, valamint numerikus számolásaik eredményeiből egy tudományos közleményt írtak.

A 2. kutatási témában elért másik jelentős eredmény többciklusú THz-es impulzusok előállítására használható gerjesztő forrásra vonatkozik. Ez egy speciális optikai parametrikus erősítő (OPA). Az OPA két, különböző frekvenciájú kimenetének interferenciája révén létrejövő sugárzás (megfelelő feltételek esetén) állandó frekvenciájú intenzitás-modulációval (lebegéssel) rendelkezik. Az ilyen fénynyalábbal gerjesztett THz-es forrás a lebegésnek megfelelő frekvenciájú, többciklusú THz-es impulzust fog kisugározni. A kutatócsoport által kifejlesztett OPA segítségével a THz-es impulzus frekvenciáját, és az impulzusban az oszcillációk (ciklusok) számát is szabadon lehet változtatni.

A kutatócsoport 2017-ben elért harmadik jelentős eredménye az 5. témához tartozik. A kutatócsoport olyan 0,5 m méretű THz-es elektrongyorsító elrendezés előzetes tervét készítette el, amely 140 keV energiájú, 10 fC töltésű, 1 ps időtartamú elektroncsomagok előállítására alkalmas. Erre az eszközre és módszere vonatkozóan szabadalmi kérvényt nyújtottak be.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport tagjai ebben az évben is több ismeretterjesztő, tudománynépszerűsítő rendezvényen vettek részt. A PTE TTK Fizikai Intézete hagyományosan önálló esti programsort kínál az érdeklődőknek a Kutatók Éjszakája rendezvényen, ezen a kutatócsoport tagjai is szerepeltek. Részt vettek a Tudomány Napja pécsi rendezvényén, több alkalommal szerepelt a kutatócsoport tagja az ELFT AMKE és az MTA Pécsi Területi Bizottsága és a PTE Fizikai Intézete közös szemináriumi sorozatán. A kutatócsoport egy tagja bemutató előadást tartott a PTE Szentágothai Kutatóközpont közössége számára. A kutatócsoport tagjai több alkalommal vettek részt középiskolai szakmai napokon.

A dél-dunántúli régió médiumaiban többször jelent meg újságcikk, riport a kutatócsoport által elért eredményekről.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

2017 februárjában a kutatócsoport több tagja részt vett egy projektindító workshopon, melyet a DESY PITZ Zeuthen kutatóintézet rendezett több német, angol és svéd egyetem és kutatóintézet részvételével. A közös kutatási érdeklődés, és közös pályázati fellépés érdekében az év novemberében azonos résztvevőkkel Pécsett egy második workshop is megrendezésre került.

A kutatócsoport három tagjának szerzőségével (szabadalmi bejelentést követően) közlésre került egy új terahertzes forrás, amelynek a kísérleti megvalósítása érdekében együttműködést kezdeményeztünk a németországi Kugler Precisions GmbH-val.

A kutatócsoport mindegyik tagja jelentős oktatási tevékenységet is végzett a PTE Fizikai-Intézetében. A PTE Fizika Doktori Iskolában a kutatócsoport tagjainak témavezetésével két hallgató PhD fokozatot szerzett.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A PTE a kutatócsoport vezetőjének meghatározó részvételével támogatást nyert el a PTE az EFOP 3.6.2-16 felhívás keretében egy, a Szegedi Tudományegyetemmel és a Debreceni Egyetemmel alkotott konzorciumban. A pécsi költségvetés mintegy 480 M Ft mértékű.

A hamburgi DESY csoporttal közösen egy nemzetközi OTKA támogatást nyert el a Pécsi Tudományegyetem. A kutatócsoport vezető a projektvezető kutatója, és a kutatócsoport további két tagja is szerepel a megvalósítók között. A projekt 35 M Ft támogatást kapott.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Tokodi L, Hebling J, Pálfalvi L: Optimization of the Tilted-Pulse-Front Terahertz Excitation Setup Containing Telescope. Journal of Infrared Millimeter and Terahertz Waves, 38: 22-32 (2017)
2. Pálfalvi L, Tóth Gy, Tokodi L, Márton Zs, Fülöp JA, Almási G, Hebling J: Numerical investigation of a scalable setup for efficient terahertz generation using a segmented tilted-pulse-front excitation. Optics Express, 25: 29560-29573 (2017)
3. Polónyi Gy, Mechler MI, Hebling J, Fülöp JA: Prospects of Semiconductor Terahertz Pulse Sources. IEEE Journal on Selected Topics in Quantum Electronics, 23: 8501208 (2017)
4. Tóth Gy, Fülöp JA, Hebling J: Periodically intensity-modulated pulses by optical parametric amplification for multicycle tunable terahertz pulse generation. Optics Express, 25: 28258-28272 (2017)
5. Buzády A, Unferdorben M, Tóth Gy, Hebling J, Hajdara I, Kovács L, Pálfalvi L: Refractive Index and Absorption Coefficient of Undoped and Mg-Doped Lithium Tantalate in the Terahertz Range. Journal of Infrared Millimeter and Terahertz Waves, 38: 963-971 (2017)

MTA–PTE SZELEKTÍV KÉMIAI SZINTÉZISEK KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Kollár László, az MTA levelező tagja
7624 Pécs, Ifjúság u. 6.
telefon: (72) 503 600 / 24153; fax: (72) 501 518
e-mail: kollar@gamma.ttk.pte.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A kutatócsoport 2012 júliusában alakult meg. 2017 júliusában újabb ötéves periódusra kapott támogatást a *'Homogénkatalitikus, szintetikus fontosságú reakciók'* című kutatási témában benyújtott pályázatára. (A kutatócsoport neve változatlan.) A benyújtott pályázatban – a korábban elkezdett kutatómunkával szoros összhangban – a kutatócsoport tagjai legfontosabb feladatként olyan új típusú homogénkatalitikus reakciók kifejlesztését jelölték meg, amelyek a korábban is vizsgált kismolekulák (CO, CO_2, H_2) mellett új szerkezeti és szintetikus analógok (alkil-izonitrilek (C=NR), SO_2) aktiválásával járnak. A tervezett reakciók alkalmasak arra, hogy ezen építőelemek beépítésével többlépéses, esetenként gyakorlati fontosságú kémiai szintézisek kulcsreakcióiként szolgáljanak. Hagyományos nagyszelektivitású és modern (homogénkatalitikus) reakciók egymást követő alkalmazásával a zöldkémia néhány fontos alaptételét is kielégítő szintézisek valósíthatók meg.

A jelen pályázatban megjelölt ötéves kutatómunka célja nem egy konkrét vegyületcsalád tagjainak szintézise, hanem olyan *nagy kemo-, regio- és enantioszelektívitású, széles körben alkalmazható, környezetbarát új reakciók kifejlesztése*, amelyek számos gyakorlati fontosságú vegyületcsalád szintézisében juthatnak fontos szerephez. A katalitikus reakciók tanulmányozásának alapvető lépése a reakció mechanizmusának, az aktív katalizátor-intermedierek kialakulásának analitikai és számításos kémia eszközeivel történő vizsgálata. Korábbi vizsgálataikat folytatva, jól megválasztott modellek (pl. négy ponton funkcionalizálható kavitandok, kalixarének) átmenetifém-katalizált reakcióiban vizsgálják az újszerű, intramolekuláris önfelismerésen alapuló szelektív szintézisek megvalósítási lehetőségeit.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Az *eddig eltelt időszakban* (2017. júliusa óta) elért legfontosabb eredmények mellett (ld. alább) a kutatócsoport a *szén-monoxid mint egyszerű (C1) elem felhasználásával, egyszerű modellvegyületekkel* végzett homogénkatalitikus karbonilezési reakciók terén számos publikációt is megjelentetett, amelyeket az MTMT-ben feltüntettek, de itt csak a legfontosabb eredményeket sorolják fel (a megfelelő hivatkozásokkal [1-8].

Különböző primer aminokkal mint N-nukleofilekkel végzett aminokarbonilezési reakcióban, a felső peremen jódaromás funkciós csoportokat tartalmazó kavitand-szubsztrátumokat használva meglepően nagy kemoszelektivitást figyeltek meg kettős értelemben is: két primer amin alkalmazása esetén a) 'vegyes' tetra-amid csak nyomokban keletkezett, b) a kettős CO beékelődéssel keletkező 2-ketoamid és az egyszeres CO beékelődéssel keletkező amid funkciós csoport nem volt megtalálható egymás mellett (a felső peremen vagy ketoamid, vagy amid funkciós csoport található). A négy reakciócentrum ilyenfajta 'kommunikációja' lehetőséget teremt a homogén és a heterogén katalízis néhány alapkérdésének újragondolására is [1].

Különféle N-nukleofilekkel végzett karbonilezési reakciókban jódalkének és jódaromások amino- és hidrazinokarbonilezési reakcióit [2], farmakológiai fontosságú N-triazolil-amidok szintézisét [6], királis aminnal (α-feniletilaminnal) diasztereoszelektív aminokarbonilezési reakciókat [8] valósítottak meg.

A *hidroformilezési reakciók kutatása* terén a platinakatalizált hidroformilezési reakció kokatalizátorának, az ón(II)-kloridnak a szerepét vizsgálták. Megállapították, hogy – a korábbi alapvető fontosságú közleményekben leírtakkal szemben – az ón(II)-klorid Pt-Cl kötésbe történő beékelődésével keletkező triklorosztannáto ligandum közel sem tekinthető erős π-akceptor sajátságúnak. [3]

4-Szubsztituált sztirolok enantioszelektív hidroariloxikarbonilezését valósították meg 4-szubsztituált sztirolok sorozatának felhasználásával. Katalizátorként 'in situ' palládium-optikailag aktív foszfin rendszereket alkalmaztak [4]. A monofoszfa-koronaéterek koordinációs kémiájának tisztázása után vizsgálták azok alkalmazási lehetőségeit platina-katalizált hidroformilezési reakciókban [5].

A palládium-katalizált aminokarbonilezési reakció egyik kulcslépésének, a jódbenzol-származékok palládium(0)-ra történő oxidatív addíciójának lehetséges reakcióútjait vizsgálták a számításos kémia eszközeivel. Megállapították, hogy ebben a lépésben a monofoszfin-monokarbonil komplex kulcsszerepet játszik [7].

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport által művelt terület a környezetbarát szintézisek, a zöldkémiai aspektusok révén szorosan kapcsolódik olyan, a társadalmat foglalkoztató kérdésekhez, mint pl. a környezetvédelem, új, biológiai fontosságú vegyületek előállítása. A szakterület népszerűsítéséhez a kutatócsoport tagjai a széles közvélemény számára is érthető előadások formájában járultak hozzá. Részben a magyar szaknyelv művelését, részben a más területeken dolgozó vegyészek és a kémia iránt érdeklődők igényét szem előtt tartva a kutatócsoport tagjai rendszeresen (3-5 évente) beszámolnak kutatásaikról a Magyar Kémiai Folyóiratban (2017-ben két közlemény) és a Magyar Kémikusok Lapjában (2017-ben egy közlemény), a PTE valamennyi kutatója számára nyilvános szemináriumokat tartanak a Szentágothai János Kutatóközpontban.

A kutatócsoport tagjai aktívan részt vesznek a PTE TTK szakmai közéletében, valamint a kémia alapszakos (BSc) és vegyész mesterszakos (MSc) hallgatók tehetséggondozásában (tudományos diákköri munka vezetése),'diploma-közeli' hallgatók munkájának irányításában.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A beszámolási időszakban a MTA-PTE SzKSz Kutatócsoport intenzív kutatási kapcsolatot tartott fenn a Pannon Egyetem Szerves Kémia Intézeti Tanszék kutatóival (biológiai fontosságú kismolekulák szintézise, szteroidok funkcionalizálása), a BME Szerves kémiai és technológiai Tanszék kutatóival (P-koronaéterek alkalmazása a koordinációs kémiában és katalízisben), a University of Coimbra kutatóival (aminokarbonilezési reakciók) és a University of Athens kutatóival (PNP típusú, háromfogú ligandumok átmenetifém-komplexei és azok alkalmazása hidroalkoxikarbonilezési és kapcsolási reakciókban).

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A beszámolási időszakban a kutatócsoport tagjai egy nagyösszegű pályázat (GINOP-2.3.2-15-2016-00049) kutatási céljainak (farmakológiai fontosságú 'kismolekulák' szintézise és

biokémiai, biológiai vizsgálata) megvalósításában, továbbá egy OTKA pályázatban vettek részt.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Nagymihály Z, Caturello N A M S, Takátsy A, Kollár L, Albuquerque R Q, Csók Z: Palladium-Mediated Catalysis Leads to Intramolecular Narcissistic Self-Sorting on a Cavitand Platform. J. Org. Chem., 82: 390-396 (2017)
   Link(ek): DOI, PubMed, REAL, WoS, Scopus
2. Gergely M, Kollár L: Aminocarbonylation (Hydrazinocarbonylation) of Iodoalkenes and Iodoarenes. Tetrahedron, 73: 838-844 (2017) Link(ek): DOI, REAL, WoS, Scopus
3. Papp T, Kollár L, Kégl T: Theoretical Insights into the Nature of Pt-Sn Bond. Reevaluating the Coordinating Properties of Trichlorostannate. J. Comput. Chem., 38: 1712-1726 (2017) Link(ek): DOI, PubMed, REAL, WoS, Scopus
4. Pongrácz P, Abu Seni A, Mika L T, Kollár L: Palladium-catalysed Enantioselective Hydroaryloxycarbonylation of Styrenes by 4-Substituted Phenols. Mol. Catal., 438: 15-18 (2017) Link(ek): DOI, REAL, WoS, Scopus
5. Pongrácz P, Szentjóbi H, Tóth T, Huszthy P, Kollár L: Platinum(II)–monophospha-crown ether complexes: their coordination chemistry and hydroformylation activity. Mol. Catal., 439: 128-133 (2017) Link(ek): DOI, REAL, WoS, Scopus
6. Gergely M, Boros B., Kollár L. High-yielding synthesis of *N*-triazolyl carboxamides via palladium-catalysed aminocarbonylation. Tetrahedron, 73: 6736-6741 (2017)
   Link(ek): DOI, REAL, WoS, Scopus
7. Pálinkás N, Kollár L, Kégl T: Viable pathways for the oxidative addition of iodobenzene to palladium (0)-triphenylphosphine-carbonyl complexes: a theoretical study. Dalton Trans., 46: 15789-15802 (2017) Link(ek): PubMed, DOI, REAL, WoS, Scopus
8. Mikle G, Boros B, Kollár L: Asymmetric Aminocarbonylation of Iodoalkenes in the Presence of α-Phenylethylamine as *N*-Nucleophile. Tetrahedron: Asymm., 28: 1733-1738 (2017) Link(ek): DOI, REAL, WoS, Scopus

MTA–SZTE ANALÍZIS ÉS SZTOCHASZTIKA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Totik Vilmos, az MTA rendes tagja
6725 Szeged, Aradi vértanúk tere 1.
telefon: (62) 544 089; fax: (62) 544 548
e-mail: totik@math.u-szeged.hu; honlap: www.math.u-szeged.hu/MTA
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

Az Analízis és Sztochasztika Kutatócsoport 2012. január és 2017. június között alapkutatásokat végzett az alábbi területeken: klasszikus analízis, ortogonális polinomok elmélete, approximációelmélet, valószínűségelmélet és matematikai statisztika, funkcionál-differenciálegyenletek és járványtani alkalmazásokkal bíró differenciálegyenletek. A csoport ebben az időszakban több mint 90 tudományos publikációt jelentetett meg. Kiemelkedő eredményeket ért el többek közt a többváltozós polinom-approximáció problémájának teljes feloldásában, az ortogonális polinomok elméletében, új típusú polinom-egyenlőtlenségek igazolásában, Widom egy sejtésének tisztázásában és a vele kapcsolatos Csebisev-polinomok viselkedésének leírásában. A valószínűségelmélet területén a Breiman-féle önnormalizált összegek és az ahhoz kapcsolódó önnormalizált Lévy-folyamatok elméletében, különböző sztochasztikus folyamatok vizsgálatában és paramétereik becslésében, valamint a sztochasztikus geometria területén születtek fontos eredmények. A csoport teljes geometriai leírást adott egy késleltetett differenciálegyenlet periodikus pályájának instabil halmazára. Kidolgozásra került egy olyan, a fertőző betegségek térbeli terjedését vizsgáló modellcsalád is, ahol a kapcsolódó differenciálegyenlet-rendszer késleltetést tartalmazó függvénye egy másik rendszer megoldásaként van definiálva. Az eredetileg kitűzött kutatási célok megvalósultak.

A kutatócsoport a 2017. július és 2022. június közötti időszakra az alábbi alapkutatások végzését tűzte ki célul: Ortogonális polinomok elmélete és annak alkalmazásai. Polinom-egyenlőtlenségek elméletében a klasszikus Riesz-, Bernstein- és Markov- egyenlőtlenségek megadása Jordan-ívekre és görbékre mind polinomokra mind pedig racionális törtfüggvényekre. Hilbert-terek közötti bijekciókra vonatkozó klasszikus megőrzési tételek kiterjesztéseinek megadása általánosabb leképezésekre. Funkcionál-differenciálegyenletek (késleltetett differenciálegyenletek) dinamikájának megértése a globális attraktor leírásával, ill. a megoldások stabilitásának vizsgálatával. Sztochasztikus folyamatok statisztikai vizsgálata és azok (biológiai, biotechnológiai, genetikai, pénzügyi és közgazdaságtani) alkalmazásainak kidolgozása. Elágazó (Galton–Watson, CBI), Ornstein-Uhlenbeck ill. affin folyamatok paramétereinek becslése, ill. a paraméterek aszimptotikus viselkedésének leírása. Lévy-folyamatok és korlátlanul osztható eloszlások vizsgálata.

2017-ben a kutatóhely fő kutatási feladatai a következők voltak:

Klasszikus analízis: Polinomok kritikus pontjainak lokalizálása. Bernstein-típusú egyenlőtlenségek tanulmányozása polinomokra és racionális törtfüggvényekre, az éles Bernstein-faktor megadása sima Jordan-ívekre és görbékre. Egy adott metrikus tér távolságtartó transzformációinak leírása.

Differenciálegyenletek: Nagy amplitúdójú periodikus pályák elhelyezkedésének vizsgálata tetszőleges számú egyensúlyi helyzet esetén.

Valószínűségszámítás: Véletlen fixpontegyenletek elemzése.

Játékelmélet alkalmazása a viselkedésökológiában.

A 2017-re kitűzött célok megvalósultak.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Valószínűségszámítás és statisztika:

- A kutatócsoport kiemelkedő kutatási eredménye az [1] dolgozat, amely véletlen fixpontegyenletek megoldásának aszimptotikus viselkedését vizsgálja. A nemaritmetikus esetet már sokan tanulmányozták, pl. Grincevicius nyomán Goldie általános elméletet dolgozott ki az ilyen egyenletek megoldásainak vizsgálatára. Ezzel szemben az aritmetikus esetben kevés eredmény ismert. Az [1] dolgozatban a csoport Goldie implicit felújítási elméletét terjeszti ki. Ez meglepő különbségeket mutat ki a két eset között, új explicit példát ad egy perpetuitási egyenlet megoldására, továbbá meghatározza a megoldások aszimptotikus viselkedésénél fellépő oszcilláló függvények osztályát.
- A kutatócsoport a független frakcionális Brown-mozgások empirikus folyamatait is vizsgálta, és bebizonyította, hogy az ilyen folyamatok erősen approximálhatók Gauss-folyamattal.

Differenciálegyenletek:

- Nagy amplitúdójúnak hívjuk azokat a periodikus megoldásokat, amelyek legalább két instabil egyensúlyi helyzet körül oszcillálnak. Egy pozitív visszacsatolású késleltetett differenciálegyenlet-osztály esetén vizsgálja a [2] dolgozat, hogy az egyenletnek hány nagy amplitúdójú periodikus megoldása van, és azok mely egyensúlyi helyzetek körül oszcillálnak. A dolgozat igazolja, hogy N számú instabil egyensúlyi helyzet esetén a periodikus pályák pontosan annyi különböző konfigurációban állnak elő, ahányféleképpen N szimbólum szabályosan zárójelezhető.
- Populációdinamikai modellekben hydrahatásnak hívjuk azt a paradox jelenséget, amikor a populáció halálozási rátájának növelése mellett növekszik a populáció átlagos mérete. A csoport magyarázatot adott a hydrahatásra egy késleltetett differenciálegyenletben.

Klasszikus analízis:

- A [-1,1] intervallumon V. A. Markov klasszikus, polinomok k-ad rendű deriváltjaira vonatkozó több, mint 120 éves eredményében megjelenik egy 1/(2k-1)!! "titokzatos" faktor. A kutatócsoport igazolta, hogy ez általános jelenség: ugyanez a faktor jelenik meg, ha az egyenlőtlenséget a számegyenes kompakt halmazain tekintjük.
- A csoport a polinomok deriváltjaira vonatkozó klasszikus Markov-egyenlőtlenséget igazolta (aszimptotikus értelemben) Jordan-ívekre. Ehhez azt is bizonyítani kellett, hogy Kalmykov és Nagy analitikus Jordan-ívekre vonatkozó Bernstein-egyenlőtlensége igaz C2-sima ívekre is.
- A csoport tagjai p(g(z))q(f(z)) alakú függvényekkel is foglalkoztak, ahol p,q polinomok és f,g analitikusak. Ezekre kifejlesztettek egy, a potenciálelméletnek megfelelő elméletet, beleértve a megfelelő Bernstein–Walsh-egyenlőtlenségek igazolását is. A q(z)=z eset bizonyos valószínűségi mérték-családok vizsgálatánál merült fel, és ebben az esetben az elmélet olyan valószínűségszámítási eredményekhez vezet, amelyekből nagy eltérésekre vonatkozó becslések levezethetők.
- A kutatócsoport vizsgálta a pozitív definit mátrixok kúpjának azon bijektív leképezéseit, melyek megőriznek egy bizonyos kvantum divergenciát. Igazolták, hogy ezek a leképezések mindig unitér vagy antiunitér operátor által indukáltak.
- Az Aleksandrov-féle konzervatív n-távolság problémakörben jelentősen sikerült általánosítani a korábbi eredményeket. Kiderült, hogy n>2 esetén minden olyan transzformációja egy n-normált térnek, mely megőrzi a vektor-n-esek n-normáját, automatikusan plusz-mínusz lineáris. Ezután, Rassias és Semrl munkáját követve megoldották az Aleksandrov konzervatív n-távolság problémát abban az esetben, amikor a transzformáció szürjektív, és az egységnyi n-távolság mindkét irányban megőrződik.

b) Tudomány és társadalom

Kutatócsoporti tagok négy, a matematika tudományt népszerűsítő előadást tartottak elsősorban középiskolásoknak és nem matematika szakos egyetemistáknak. További információk: http://www.math.u-szeged.hu/MTA/tudomanytars.html

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A kutatócsoport tagjai négy konferencia szervezésében vettek részt (*Harmonic analysis and Approximations; 8th/9th Jaen Conference on Approximation Theory, Computer Aided Geometric Design; Numerical Methods and Applications; 6th Workshop on Fourier Analysis and Applications*). A tagok emellett 27-szer adtak elő szemináriumokon és konferenciákon. Az alábbi konferenciákon plenáris vagy meghívott előadást tartottak:

- *Workshop on Lévy processes and time series: in honour of Peter Brockwell and Ross Maller*, Ulm, Németország (meghívott előadás)
- *Conference on Differential and Difference Equations and Applications*, Jasná, Szlovákia (plenáris előadás)
- *Succession and Innovation of Studies on ODEs in Real Domains,* Kyoto, Japán (plenáris előadás)
- *XXXVII Dynamics Days Europe,* Szeged, Hungary (meghívott előadás)
- *International Conference on Computational Methods and Function Theory 2017,* Lublin, Lengyelország (plenáris, illetve meghívott előadás)

9 órás előadássorozatot tartottak a *14th winter school in Dynamical Systems of the DANCE Spanish network* rendezvényen.
Az előadások teljes listája itt található: http://www.math.u-szeged.hu/MTA/eloadasok.html

Az év során a csoport tagjai 5 külföldi kutatót láttak vendégül.

Egyik csoporttag a NKFIH Matematikai, Fizikai, Kémiai és Mérnöki Tudományok Kollégiumának elnöke volt, emellett az SZTE Habilitációs Bizottságának elnöke, az MTA SZAB alelnöke. Két kutató *Bolyai János Kutatási Ösztöndíjban* részesült, egyikük emellett az NKFIH *Fiatal kutató által kezdeményezett témapályázat* nyertese. 2017-ben a Szegedért Alapítvány *Szőkefalvi-Nagy Béla díját* is ő kapta.

A csoport tagjai a Bolyai Intézettel való együttműködés keretében 8 elméleti és 13 gyakorlati kurzust tartottak. Vezetésükkel egy BSc szakdolgozat, két MSc diplomamunka, és egy OTDK dolgozat született.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A csoport nem pályázott más támogatásra. Korábban indult OTKA és NKFIH pályázatokban folyamatosan részt vettek kutatócsoporti tagok.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Kevei P: Implicit renewal theory in the arithmetic case. Journal of Applied Probability, 54 (3): 732-749 (2017) MTMT 3091045 http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/12762
2. Vas G: Configurations of periodic orbits for equations with delayed positive feedback. Journal of Differential Equations, 262(3): 1850-1896 (2017) MTMT 3165146 http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/12760

MTA–SZTE FOTOAKUSZTIKUS KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Szabó Gábor, az MTA rendes tagja
6720 Szeged, Dóm tér 9.
telefon: (62) 544 273; fax: (62) 544 658
e-mail: gszabo@physx.u-szeged.hu; honlap: www.fotoakusztika.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2013. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A kutatócsoport 5 éves kutatási tervében a fotoakusztikus spektroszkópia felhasználásának különböző részterületeire koncentrál, főbb témái az aeroszolmérés és a kilégzett gázok vizsgálatán alapuló diagnosztika. A 2017-es év fő feladatai az alábbiak voltak: (i) lézergenerált, szintetikus és valós széntartalmú szén és biomassza nano aeroszolok komplett fizikokémia tulajdonságainak karakterizálása, összefüggések feltárása és számszerűsítése; (ii) aeroszol-fázisú fotoakusztikus termo-analitikai módszer kidolgozása és tesztelése, komplett fizikai-kémiai-toxikológiai terepi vizsgálatok végzése, összefüggések feltárása, különös tekintettel a valós idejű fotoakusztikus és az eltérő metodikákon alapuló off-line toxikológiai paraméterek között fennálló összefüggésekre; (iii) egy kvantum kaszkád lézeren alapuló, nitrogén-monoxid szelektív mérésére alkalmas fotoakusztikus rendszer létrehozása. A kutatócsoport munkája az előzetes ütemtervnek megfelelően halad.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A kutatócsoport munkatársai a korábban kifejlesztett lézerablációs módszert alkalmazva elvégezték különböző szintetikus grafitminták összehasonlító spektroszkópiai analízisét és elsőként igazolták kísérletileg, hogy a tömbi anyag és az aeroszol fázis közötti átmenet az abszorpciós sajátosságokat nem változtatja meg, és kimutatták, hogy a fotoakusztikus mérés és a tömbfázisú profilometriás közvetett mérés konzekvens eredményeket ad. Elvégezték különböző háztartási szén és biomassza tüzelőanyagok komplett fizikokémiai analízisét és megállapították, hogy a kalorimetriai sajátosságok felismerhetőek a keletkező korom részecskék spektrális válaszán keresztül, újszerű lehetőséget teremtve a szén- és biomasszaégetés valós idejű és szelektív azonosításában. A kutatócsoport munkatársai feldolgozták az általuk korábban végzett terepi mérések eredményeit. A mérések eredményeire alapozva elsőként dolgoztak ki egy újszerű forrásazonosító eljárást, amely a légköri széntartalmú aeroszolok fosszilis és biomassza forrásai mellett a biogén források meglétét is képes kimutatni. Továbbá elsőként tártak fel napszakos jellegű összefüggéseket az off-line mért toxikológiai és kémiai, valamint a valós időben mérhető légköri fotoakusztikus válasz között, igazolva, hogy a fotoakusztikus válasz releváns, akár élettani vonatkozású levegőminőség információkat is képes szolgáltatni. A kutatócsoport jelentős eredményeket ért el továbbá, egy új típusú, az aeroszolok utólagos hőkezelésén alapuló fotoakusztikus termoanalitikai módszer kidolgozásában.

A kutatócsoport által fejlesztett fotoakusztikus metánkoncentráció-mérő műszeren alapuló kilégzett levegő vizsgálatok alapján igazolták az alkoholfogyasztást kísérő endogén metán-felszabadulást patkányban és az emberi szervezetben. Az eredmények további bizonyítékkal szolgálnak arra, hogy a kilégzett metánnak biomarker szerepe lehet oxido-reduktív stressz állapotokban.

Megépítettek egy kvantum kaszkád lézeren alapuló, nitrogén-monoxid szelektív és nagy pontosságú mérésére alkalmas fotoakusztikus rendszert, amely alkalmasnak bizonyult hosszú távú megbízható koncentrációmérésre laboratóriumi körülmények között. Optimalizálták a lézer modulációs paramétereket oly módon, hogy a koncentrációmérést ne befolyásolja a mérendő gázminta nagy szén-dioxid és vízgőz koncentrációja. A rendszer optimalizálása után a legkisebb kimutatható koncentráció közelítőleg 10 ppb-nek adódott (10 másodperces átlagolási idővel) és lehetségesnek bizonyult a dinamikus mérési tartományt öt nagyságrendre növelni. Az elvégzett fejlesztéseknek köszönhetően a módszer kilégzett levegőben, illetve a kipufogógázban történő mérésekre is alkalmas lehet.

Rendszerelméleti megfontolásokra alapozva módszert dolgoztak ki a fotoakusztikus mérések egy újszerű kiértékelésére, amely során a mérésekből a fotoakusztikus rendszer átviteli függvényének és a rendszerre jellemző ún. „tartózkodási idő eloszlás" függvénynek meghatározására nyílik lehetőség. Megállapították, hogy ez az új módszer alkalmas a fotoakusztikus rendszerek további optimalizálására, azok válaszidejének további csökkentésére. Ezáltal gyors (akár másodperc alatti) lefolyású folyamatok is nagy időfelbontással nyomon követhetőek egy fotoakusztikus detektorral. Ilyen gyors folyamat pl. a kilégzett levegőben, vagy a gépjármű emisszió során a komponensek koncentrációjának változása.

A felsorolt tudományos eredményeket a kutatócsoport munkatársai a szakterületek vezető tudományos folyóirataiban (melyek legtöbbje Q1 és ezek közül néhány D1 besorolású) publikálták.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport munkatársai részt vettek számos hazai és nemzetközi konferencián, ahol az elért eredményeiket magas színvonalon és komoly érdeklődést kiváltva, nemzetközi együttműködési lehetőségeket megalapozva mutatták be. Különösen nagy érdeklődést sikerült kiváltaniuk az új típusú fotoakusztikus termoanalitikai módszer bemutatása során, ahol kanadai, német és olasz kutatóintézetek jelezték együttműködési szándékukat a rendszer tesztelésében. Továbbá egy olasz kutatócsoport szerves ásvány kompozitok és korom nano fraktál aggregátumok generálása és vizsgálata témakörben vetette fel együttműködési szándékát a kutatócsoporttal.

2017-ben a kutatócsoport tudományos tanácsadó munkatársa elnyerte a Gábor Dénes Díjat, a fotoakusztikus módszer gyakorlati alkalmazhatóságát megalapozó kutató-fejlesztő munkájáért.

A munkatársak folyamatosan fejlesztik a kutatócsoport honlapját (www.fotoakusztika.hu).

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A Hobré Laser Technology Kft. számára K+F feladatokat végeztek a földgázipari célú fotoakusztikus elven működő kén-hidrogén és vízgőz koncentrációt mérő műszerek optikai elemeinek fejlesztésével kapcsolatban.

Videoton Holding Zrt.-vel együttműködésben fejlesztették a fotoakusztikus műszerek vezérlő és mérő elektronikáját, illetve szoftverét. A fejlesztéseknek köszönhetően a szoftver könnyebben kezelhető, az elektronika kisebb méretű és kvantum kaszkád lézeren alapuló fotoakusztikus mérések elvégzésére is képes.

A kutatócsoport munkatársai aktívan részt vesznek a Szegedi Tudományegyetemen zajló oktatási tevékenységben, BSc, MSc és PhD kurzusokat tartanak, melyek során az adott kereteken belül a lehető legrészletesebben ismertetik a fotoakusztikus mérési módszert és a módszer gyakorlati alkalmazhatóságát. Tovább számos fotoakusztikus témájú szakdolgozatnak, diplomamunkának és PhD dolgozatnak témavezetői.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport munkatársai tagjai annak a konzorciumnak, amely sikeresen pályázott a GINOP-221-15-2017-00036 azonosítójú, "LAser Box Rapid emission measurement technology" című projekttel. A projekt célja egy fotoakusztikus detektáláson alapuló, gépjárműbe telepíthető, a jármű által kibocsátott aeroszol részecskék mennyiségi és minőségi analízisére alkalmas mérőrendszer fejlesztése. A projekt összvolumene kb. 500 M Ft.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Salma I, Németh Z, Weidinger T, Maenhaut W, Claeys M, Molnar M, et al. (4, Ajtai T, Utry N, Bozóki Z): Source apportionment of carbonaceous chemical species to fossil fuel combustion, biomass burning and biogenic emission by a coupled radiocarbon-levoglucosan marker method. Atmospheric Chemistry and Physics, 17 (22): 13767-13781 (2017) https://www.atmos-chem-phys.net/17/13767/2017/acp-17-13767-2017.pdf
2. Pintér M, Utry N, Ajtai T, Kiss-Albert G, Jancsek-Turóczi B, Imre K, et al. (8, Szabó G, Bozóki Z): Optical properties, chemical composition and the toxicological potential of urban particulate matter. Aerosol and Air Quality Research, 17: 1415-1426 (2017) http://www.aaqr.org/files/article/3452/7_AAQR-16-09-OA-0395_1515-1526.pdf
3. Tuboly E, Molnár R, Tőkés T, Turányi RN, Hartmann P, Mészáros AT, et al. (7, Szabó A, Mohácsi Á, Szabó G): Excessive alcohol consumption induces methane production in humans and rats. Scientific Reports, 7 (1): 7329 (2017) http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/id/eprint/11888

MTA–SZTE MESTERSÉGES INTELLIGENCIA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Gyimóthy Tibor, az MTA doktora
6720 Szeged, Tisza Lajos krt. 103.
telefon: (62) 544 126; fax: (62) 546 737
e-mail: gyimothy@inf.u-szeged.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A csoport ötéves kutatási tervében a gépi tanulási algoritmusok alkalmazását célozza meg a nyelv- és beszédtechnológia, a szoftverfejlesztés és az önszervező rendszerek területén, illetve a gépi tanulás elméletével is foglalkozik. A beszámoló időszakában a csoport új algoritmusok kifejlesztését, adatok részletes elemzését és az eredmények publikálását tűzte ki célul ezen területeken.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Természetes nyelvi feldolgozás. Morfológiai és szintaktikai alapokra épülő megoldásuk immár 18 nyelven képes azonosítani nem kompozicionális igei egységeket. Szemantikai vizsgálatokat végeztek enyhe fokú demenciát mutató és egészséges csoport nyelvét hasonlítva.

Beszédfelismerés. Kifejlesztettek egy speciális neurális hálós tanítási eljárást, mellyel növelhető a beszédfelismerő rendszer pontossága zajos körülmények között. Megmutatták, hogy kizárólag az ultrahangkép alapján is lehetséges érthető minőségű beszédet szintetizálni. Első díjat nyertek az Interspeech 2017 Computational Paralinguistic Challenge versenyén.

Szoftverfejlesztés. A forráskódban található biztonsági sérülékenységek feltárásához alapozó kutatásokat folytattak, a szoftverminőséghez kapcsolódóan manuálisan validált refaktoring adatbázist készítettek. Részletesen elemezték a byte kód és forráskód instrumentálás hatásait. Új módszerekkel javítottak a hierarchikus delta debugging eljáráson.

Mintafelismerés és gépi tanulás. Irányított hipergráfok egy új osztályát vezették be, a nagy hálózatok területén fák esetében a centralitási profilra adtak meg becsléseket a legrosszabb esetben. A ConceptNet-re építve új megközelítést adtak tudásbázisok kiértékelésére.
Önszervező rendszerek. Megmutatták, hogy a pletyka algoritmusok módosításával maximális konvergenciasebesség érhető el több feladat esetében, illetve a decentralizált átlagszámító algoritmusok kommunikációs költségét tömörítéssel töredékére csökkentették.

b) Tudomány és a társadalom

A csoport vezetője a Magyar Tudomány Ünnepe kiemelt előadójaként beszélt kiberbiztonsági kérdésekről, kitérve a mesterséges intelligencia szerepére is.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A csoport tagjai számos intézménnyel működnek együtt, melyek során közös publikációk születtek: Aix-Marseille University, Université de Tours, Institute for Language and Speech Processing Athens, Yahoo Research USA.

IV. A 2017-ben elnyert hazai és nemzetközi pályázatok

A csoport egyik tagja elnyerte az Új Nemzeti Kiválóság Program ösztöndíját.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Sloan R H, Stasi D, Turán Gy, Aaron U: Measuring an Artificial Intelligence System's Performance on a Verbal IQ Test For Young Children. Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence, 29(4): 679-693 (2017)
   http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/12954/

MTA–SZTE REAKCIÓKINETIKAI ÉS FELÜLETKÉMIAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Kónya Zoltán, az MTA doktora
6720 Szeged, Rerrich Béla tér 1.
telefon: (62) 544 620; fax: (62) 544 619
e-mail: konya@chem.u-szeged.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A kutatócsoport célja az alacsony dimenziójú (0D, 1D és 2D) anyagok tömbi tartományban nem tapasztalható tulajdonságainak a felderítése és kiaknázása. Tanulmányozzák olyan felületi folyamatok/reakciók elemi lépéseit, melyeknek a gyakorlatban alkalmazható nanotechnológiai eljárásokban, valamint az energetika és a környezetvédelem terén lehet jelentős szerepük. A 2017. év fő célja az összetett nanoszerkezetek – mint fém/grafén, fém/oxid, fém/fém, fém/grafén/fém, fém/bórnitrid, fém/bórnitrid/fém – felületi tulajdonságainak tanulmányozása volt.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Ultranagy-vákuum tartományban jól definiált egykristály felületeken létrehozott 2D filmek felületén kialakított fém nanoklaszterek morfológiai és katalitikus tulajdonságait vizsgálták. A nanoszerkezet és annak termikus stabilitása vonatkozásában részletes STM, XPS és LEIS méréseket végeztek. A cél az volt, hogy szabályozott méretű és elrendezésű Au nanoklasztereket hozzanak létre Rh(111) egykristályon kialakított bór-nitrid nanoháló pórusaiban. A legfontosabb eredmény, hogy BN nanoháló nemcsak a Rh(111) felületen alakul ki, hanem megőrződik a kialakuló Au-Rh ötvözet felületén is.

Vizsgálták h-BN/Rh(111) felületen létrehozott Au nanorészecskék hatását etanol adszorpciójára. Kimutatták, hogy az etanol disszociációja visszaszorult és TPD eredmények alapján csak acetaldehid és hidrogén képződött. Ezután AES, HREELS és TPD módszerekkel tanulmányozták az acetaldehid tulajdonságait és reakcióit tiszta Rh(111) és arannyal dekorált tiszta és bór-nitriddel módosított Rh(111) felületeken. Kétféle adszorpciós forma alakul ki; a η^1-CH_3CHO forma egyrészt deszorbeálódik, másrészt dimer és trimer formává alakul. A η^2-CH_3CHO forma hidrogénre és CO-ra bomlik a felfűtés során. A felületi szén csökkentette a polimerizáció mértékét. A Rh(111) felületen létrehozott BN rétegen az aldehid nem kemiszorbeálódik. Az Au adatomok a BN rétegen egy optimális borítottságig alkalmasak az acetaldehid megkötésére, de további bomlás nem megy végbe, az acetaldehid molekulárisan deszorbeálódik. Az arany klaszterek élei és csúcsai lehetnek felelősek az aldehid aktiválásáért. Teljes arany borítottságnál (2 ML fölött) aldehid adszorpciót nem tapasztaltak.

A titanát nanocsőbe (TNT) beépített kisméretű Au és Rh nanorészecskék jelentős fotokatalitikus hatást fejtettek ki a metán átalakulásában és a CO_2 hidrogénezési reakciójában. A részecskeméret és a fém elektronszerkezete határozza meg az aktivitást. Az Au/TNT-n a $CO_2 + H_2$ reakcióban a termikus gerjesztés során csak CO és víz képződik, a fotokatalitikus folyamatban főként a metánképződés irányában megy végbe a reakció. Az Au/TNT és a Rh/TNT katalizátorok aktívak a metán fotokatalitikus átalakításában, a víz és a CO_2 jelenléte jelentősen megnövelte a fotokatalitikus aktivitást. A reakció fő terméke a hidrogén volt.

Az Erlangen-Nürnbergi Egyetemmel együttműködésben fókuszált elektron indukált depozíció (EBID, FEBID) során nanoméretű Fe, Co és Fe-Co részecskékeket hoztak létre tiszta TiO_2-on és porfirinnel borított TiO_2-on. Ezek a nanorészecskék aktív katalizátoroknak bizonyultak különböző struktúrájú szén nanocsövek létrehozásában.

Az MoO_x speciesz Rh katalizátoron, nagy nyomáson kifejtett jelentős promotáló hatása iniciálta a jelenség UHV modell-rendszerben való vizsgálatát. Tanulmányozták az MoO_x felületi rétegeknek a TiO_2(110) kristálylapon hordozott Rh-filmek katalitikus tulajdonságaira kifejtett hatását AES, TDS és kilépési-munka mérésekkel, valamint CO adszorpciós kísérletekkel. Megállapították, hogy a TiO_2(110) felületen 1,2 monoréteg (MR) Mo deponálásával létrehozott kevert oxidrétegen az 1 MR vastag Rh filmen a CO-adszorpciót követően egy új, rekombinatív CO deszorpciós állapot alakult ki (β-CO, T_p=700 K), amit a fém felületére vándorolt MoO_x-hez rendeltek. Kimutatták, hogy a nagynyomású kísérletek észleléseivel egyezésben a CO disszociációjának maximuma a 0,2-0,3 MR Mo-borítottság tartományba esik, amit az oxid-fém határfelülethez rendeltek. A β-CO megjelenése 0,5-0,7 MR Rh borítottság fölött volt detektálható, amit a Rh-részecskék méretével és az adszorpciót uraló geometria tényezőkkel hoztak összefüggésbe. A 725-742 K deszorpciós csúcshőmérséklettel jellemzett β-CO állapotot a fémes Mo-depozitok O_2-ben oxidálásával létrehozott MoO_x rétegek jelenlétében is észlelték. Kimutatták, hogy a β-CO keletkezésének a Rh-ra felvitt Mo-rétegek CO-val történt reakciója során előálló MoO_zC_y is kedvezett. Megállapították, hogy az MoO_x és MoO_zC_y jelenlétében a felületi C és O atomok rekombinációja alacsonyabb deszorpciós csúcshőmérséklettel jár (700 K), mint a TiO_x jelenlétében (800 K), ami alacsonyabb aktiválási energiának felel meg, lehetővé téve a köztitermékek további reakciókban való nagyobb aktivitását. Az MoO_x speciesz mind katalitikus promotáló, mind pedig mérgező hatás kifejt a Rh felületén az 1 MR alatti tartományban, míg 1 MR fölött teljesen megszünteti a Rh reaktivitását a CO irányában, ezért kritikus, hogy felületi koncentrációja 1 MR alatt maradjon.

A Rh(111) hordozó felületén kialakuló Au-Rh felületi ötvöződést vizsgálták különböző struktúrák DFT-vel számolt teljes energiáinak összehasonlításával, és STM mérésekből javasolt modell szerkezetekkel vetették össze. 0,5 ML Au borítottságnál egy 2x1-es felületi cellát véve az egyik kísérletileg javasolt 1-1 csíkozott atomi modell az energetikailag legkedvezőbb, a másik javaslat, a Rh atomi láncok energetikailag kedvezőtlenebbek. STM számítások arra utalnak, hogy a két struktúra megkülönböztethető az alagútfeszültség változtatásával. Egy Rh atom diffúzióját is vizsgálták mindkét felület felett, és az eredmények szerint az 1-1 csíkozott struktúra esetén "on-top-Rh", míg a Rh atomi láncok esetén "hollow-Rh" adszorpciós pozíció a kedvező.

A grafén/Ni(111) és grafén/Ir(111) határfelületet vizsgálták DFT és STM modellszámításokkal. A grafén rácsállandója nagyon hasonló a Ni(111) felület rácsállandójához, és a grafén réteg *erősen* kötődik a Ni(111)-hez. A grafén-Ni átlagos távolság 2,12 Å-nak adódott a Gr(9x9)/Ni(9x9)(111) szupercellában, és a grafén réteg atomilag lapos. Az STM képeken "s"-tűvel 5 Å minta-tű távolságnál minden 3. C atom látszik egy sorban (3x3-as szuperstruktúra), míg közelebbi (kb. 3 Å) minta-tű távolságnál a 9x9-es struktúra látszik. Az "s+pz" tű esetén hasonló a tapasztalat pozitív alagútfeszültségre, míg negatív feszültségnél mindig a 9x9-es struktúra látszik.

A grafén rácsállandója kb. 10%-kal eltér az Ir(111) felület rácsállandójától, és a grafén réteg *gyengén* kötődik az Ir(111)-hez. A grafén-Ir átlagos távolság 3,45 Å-nak adódott a Gr(10x10)/Ir(9x9)(111) szupercellában, és a grafén réteg hullámos (ún. nanomesh) szerkezetet mutat, melynek korrugációja 0,294 Å. Az STM képeken jól látszik a "nanomesh" szerkezet a rá-szuperponált 10x10-es grafén struktúrával. Kontraszt-inverzió is megfigyelhető -1,8 V feszültségnél, jól egyezésben az irodalommal.

A University College London nanotechnológiai laboratóriumában végzett STM, LEED és Auger méréseik alapján bizonyították, hogy a TiO_2(110) felületen hordozott Pd nanorészecsék redukált TiO_x ultra vékony réteggel történő dekorációja nagyon érzékenyen befolyásolható a fémtartalom Au-val történő ötvözésének a mértékétől. A Rh-mal kapcsolatos hasonló

eredmények a két nemesfém közös és eltérő katalitikus viselkedésének elemzésére adnak lehetőséget és a katalizátorok finomhangolásához nyújtanak támpontot.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport tagjai részt vettek számos kari és egyetemi rendezvényen, ahol bemutatták a tevékenységüket, közelebb hozva azt az embereket érintő mindennapi problémákhoz. Különösen jelentősen hozzájárultak ahhoz, hogy 2017-ben sikeresen megrendezésre kerüljön hazánkban a „33rd European Surface Science Conference (ECOSS-33)".

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A kutatócsoport tagjai számos hazai és külföldi egyetemmel állnak szoros munkakapcsolatban, melyekből 2017-ben is közös publikációk születtek.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport tagjai számos projektben vesznek részt, melyekben a Szegedi Tudományegyetem a fő pályázó (pl. GINOP, EFOP pályázatok), erősítve ezzel betagozódásukat az egyetem oktatási és szakmai munkájába. A csoport tagjai OTKA-pályázatok témavezetői/résztvevői (NK106234, K120115, FK124100) és részt vesznek a CM1301, MP1306 és CA15107 COST programokban.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Sápi A, Varga A, Samu GF, Dobó D, Juhász KL, Takács B, Varga E, Kukovecz Á, Kónya Z, Janáky C: Photoelectrochemistry by Design: Tailoring the Nanoscale Structure of Pt/NiO Composites Leads to Enhanced Photoelectrochemical Hydrogen Evolution Performance. J. Phys. Chem. C, 121: 12148-12158 (2017)
   Link(ek): WoS, SZTE Publicatio, DOI, Scopus, Egyéb URL
2. Sápi A, Dobó D, Sebok D, Halasi G, Juhász KL, Szamosvölgyi A, Pusztai P, Varga E, Kálomista I, Galbács G, Kukovecz A, Kónya Z: Silica Based Catalyst Supports Are Inert, Aren't They? – Striking Differences in Ethanol Decomposition Reaction Originated from Meso- & Surface Fine Structure Evidenced by Small Angle X-ray Scattering. J. Phys. Chem. C, 121:(9) 5130-5136 (2017) Link(ek): SZTE Publicatio, DOI, WoS
3. Szenti I, Bugyi L, Kónya Z: The promotion of CO dissociation by molybdenum oxide overlayers on rhodium, Surf. Sci. 657:1-9 (2017) Link(ek): SZTE Publicatio, DOI, Scopus
4. Kovács I, Farkas AP, Szitás Á, Kónya Z, Kiss J: Adsorption, polymerization and decomposition of acetaldehyde on clean and carbon-covered Rh(111) surfaces. Surf. Sci., 664:129-136 (2017) Link(ek): SZTE Publicatio, ScienceDirect, DOI, Scopus
5. Tu F, Drost M, Szenti I, Kiss J, Kónya Z, Marbach H: Localized growth of carbon nanotubes via lithographic fabrication of metallic deposits. Beilstein Journal of Nanotechnology, 8: 2592-2605 (2017) Link(ek): SZTE Publicatio, DOI
6. Buchholcz B, Varga E, Varga T, Plank K, Kiss J, Kónya Z: Structure and stability of boron doped titanate nanotubes and nanowires. Vacuum, 138:120-124 (2017) Link(ek): SZTE Publicatio, DOI

MTA–SZTE SZTEREOKÉMIAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Fülöp Ferenc, az MTA rendes tagja
6720 Szeged, Eötvös u. 6.
tel: (62) 545 564; fax: (62) 545 705
e-mail: fulop@pharm.u-szeged.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A kutatócsoport öt évre megfogalmazott feladatai közé tartoznak: (*i*) változatosan szubsztituált ciklusos β-aminosav származékok sztereoszelektív szintézise, (*ii*) bioaktív anyagok és prekurzoraik enzim-katalizált szintézisei, (*iii*) heterogén katalitikus enantioszelektív hidrogénezések, továbbá (*iv*) új szén–szén és szén–heteroatom kötések kialakítása organokatalitikus és átmenetifém-katalizált reakciók által szakaszos és folyamatos áramú üzemmódban. Munkájuk során összetett aszimmetrikus szintézisek kidolgozását, a részlépések optimalizációját és a jelenlegi módszerek fenntarthatóságának és környezettudatosságának növelését tűzték ki célul. A 2017-es évben a heterogén katalízis, a sztereokontrollált szintézisek valamint az enzim- és organokatalízis terén sikerült kiemelkedő eredményeket elérniük. Munkájuk során különös hangsúlyt fektettek áramlásos kémiai módszerek fejlesztésre a kibővült kémiai paramétertér (magas nyomás és hőmérséklet) és a precíz reakciókontroll kiaknázásával.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Kifejlesztettek egy réztartalmú réteges kettős hidroxid (LDH) típusú anyagot, amelyet olyan kapcsolási reakciók katalizátoraként kíséreltek meg alkalmazni, melyek jellemzően hozzáadott bázis és/vagy ligandum jelenlétében játszódnak le hatékonyan. A reakciókörülmények körültekintő optimalizációja után terminális alkinek és anilin származékok oxidatív homokapcsolási reakcióit sikeresen hajtották végre hozzáadott bázis és ligandum jelenléte nélkül, amire az irodalomban eddig nagyon kevés példa született. Korábbi katalizátorokkal ellentétben a réz-tartalmú LDH kellően robosztusnak bizonyult, ugyanis szerkezeti változás nélkül alkalmazhatták akár grammnyi mennyiségű anyagok folyamatos előállítására is. Az LDH katalizátor további szintetikus felhasználását elősegítendő, széleskörű szerkezetvizsgáló módszerek alkalmazásával vizsgálták annak oldószer-kompatibilitását.

Új, általánosan kiterjeszthető illetve alkalmazható sztereokontrollált technikát dolgoztak ki fluortartalmú, funkcionalizált N-heterociklusok szintéziseire. Az eljárás telítetlen aliciklusok oxidatív gyűrűnyitásával nyert diformil-intermedierek fluorozott építőelemekkel történő átalakításain alapult. Tanulmányozták különböző funkcionalizált aliciklusos diolszármazékok szelektív fluorozásait, miközben szubsztrát irányító hatást tapasztaltak és több sztereogén centrumot is tartalmazó fluorozott telített heterociklusokhoz, fluorhidrinekhez illetve aminoészterekhez jutottak. Kutatómunkájuk egy másik irányvonala a szelektív metatézissel történő funkcionalizáláson alapult. A szeterokontrollált funkcionalizálások első lépése a telítetlen, ciklusos béta-aminosavak gyűrűnyitó metatézise volt. A divinil-szubsztituált származékok szén-szén kettős kötésének keresztmetatézissel kemodiszkriminációval történő átalakításaival számos értékes funkcionalizált építőelemekhez jutottak.

Cinkona alkaloid származékokat alkalmaztak királis katalizátorként eddig nem vizsgált aszimmetrikus Michael addíciókban. Optikailag tiszta szukcinimid származékok előállítására

királis 1,2-diamin származékokat illetve ezek szilárd hordozón rögzített változatait tanulmányozták. Sikeres kísérleteket tettünk kitozán, mint természetes biopolimer, királis ligandumként történő használatára prokirális ketonok transzfer hidrogénezései során. Karbonil vegyületek aszimmetrikus addíciójában sikerült kiemelkedő enantio-szelektivitásokat elérniünk egyszerű prolinnal és más természetes aminosavakkal szilárd adalékok jelenlétében. Kimutatták, hogy a rendszerben keletkező szervetlen-szerves hibrid katalizátor felületén lejátszódó reakciók felelősek az enantio-szelektivitás jelentős növeléséért a homogén katalitikus reakciókhoz képest, megközelítve a bonyolult királis organokatalizátorokkal elért eredményeket. Az új aszimmetrikus heterogén katalitikus rendszer további alkalmazási lehetőségek felé nyit utat.

Összefoglaló tanulmányokat közöltek gyűrűs β-aminosav származékok szintézismódszereivel és peptidkémiai alkalmazási lehetőségeivel kapcsolatban. Összeállítottak egy átfogó ismertetőt cikloalkánokkal kondenzált oxiránok és aziridinek szintetikus átalakítási lehetőségeivel kapcsolatban.

b) Tudomány és társadalom

Az előállított új vegyületek a szintetikus szerves vegyiparban fontos multifunkciós királis anyagok előállításában játszhatnak szerepet, továbbá a kidolgozott áramlásos és klasszikus szintetikus módszerek a gyógyszeripar érdeklődését is felkelthetik. Az eredményeik ipari együttműködések alapjául szolgálhatnak.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

Sikeres együttműködés folyik a tajvani Kaohsiung Orvosi Egyetemmel, a spanyol Valenciai Egyetem és a finn Turkui Egyetem egy-egy jelentősebb kutatócsoportjával. A közös munkákból idén is számos publikáció született. A kutatócsoport aktívan részt vett az SZTE Gyógyszerkémiai és a Szerves Kémiai Tanszékeken folyó oktató munkában, projektmunkák irányításában, valamint a doktori képzésben.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport vezetője a GINOP-2.3.2-15-2016-00012 és a GINOP-2.3.2-15-2016-00012 nyertes pályázatok koordinátora. A kutatócsoport egyik tudományos munkatársa Lise Meitner posztdoktori ösztöndíjat nyert. A csoport kutatásait az Országos Tudományos Kutatási Alap támogatta (K 119282).

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Ötvös S B, Georgiádes Á, Mészáros R, Kis K, Pálinkó I, Fülöp F: Continuous-flow oxidative homocouplings without auxiliary substances: Exploiting a solid base catalyst. J. Catal., 348: 90-99 (2017) Link(ek): SZTE Publicatio, DOI, WoS, Scopus
2. Mészáros R, Ötvös S B, Kónya Z, Kukovecz Á, Sipos P, Fülöp F, Pálinkó I: Potential solvents in coupling reactions catalyzed by Cu(II)Fe(III)-layered double hydroxide in a continuous-flow reactor. Reac. Kinet. Mech. Cat., 121: 345-351 (2017) Link(ek): SZTE Publicatio, DOI, WoS
3. Ábrahámi R, Kiss L, Fustero S, Fülöp F: Functionalized Dialdehydes as Promising Scaffolds for Access to Heterocycles and β-Amino Acids: Synthesis of Fluorinated

Piperidine and Azepane Derivatives. Synthesis-Stuttgart, 49:(6) 1206-1213 (2017) Link(ek): SZTE Publicatio, DOI, WoS

4. Remete A M, Nonn M, Fustero S, Haukka M, Fülöp F, Kiss L; Fluorination of some highly functionalized cycloalkanes: chemoselectivity and substrate dependence; Beilstein J. Org. Chem., 13: 2364–2371 (2017) Link(ek): DOI, SZTE Publicatio, PubMed, WoS
5. Kardos M, Kiss L, Haukka M, Fustero S, Fülöp F: Olefin-Bond Chemodifferentiation through Cross-Metathesis Reactions: A Stereocontrolled Approach to Functionalized β-2,3-Amino Acid Derivatives. Eur. J. Org. Chem., 2017(14): 1894–1901 (2017) Link(ek): SZTE Publicatio, DOI, WoS
6. Kiss L, Mándity I M, Fülöp F: Highly functionalized cyclic β‑amino acid moieties as promising scaffolds in peptide research and drug design. Amino Acids, 49: 1441–1455 (2017) Link(ek): SZTE Publicatio, DOI, PubMed, WoS, Scopus
7. Nonn M, Remete A M, Fülöp F, Kiss L: Recent advances in the transformations of cycloalkane-fused oxiranes and aziridines. Tetrahedron, 73: 5461–5483 (2017) Link(ek): SZTE Publicatio, DOI, WoS
8. Forró E, Kiss L, Árva J, Fülöp F: Efficient Enzymatic Routes for the Synthesis of New Eight-membered Cyclic β-Amino Acid and β-Lactam Enantiomers. Molecules, 22 (12): 2211 (2017) Link(ek): DOI, WoS
9. Megyesi R, Mándi A, Kurtán T, Forró E, Fülöp F: Dynamic Kinetic Resolution of Ethyl 1,2,3,4-Tetrahydro-β-carboline-1-carboxylate: Use of Different Hydrolases for Stereocomplementary Processes., Eur. J. Org. Chem. 2017(32): 4713–4718 (2017) Link(ek): DOI, WoS
10. Szőllősi G, Kovács L, Kozma V, Kolcsár V J: Asymmetric Michael addition catalyzed by a cinchona alkaloid derivative non-covalently immobilized on layered inorganic supports; Reac. Kinet. Mech. Cat., 121 (1): 293-306 (2017) Link(ek): DOI
11. Gurka A A, Szőri K, Szőri M, Bartók M, London G: Application of hydroxyproline derivatives in enantioselective α-amination reactions in organic and aqueous environments: a structure-activity relationship study. Struct. Chem., 28: 415–421 (2017) Link(ek): REAL, DOI, WoS
12. Dékány A, Lázár E, Szabó B, Havasi V, Halasi G, Sápi A, Kukovecz Á, Kónya Z, Szőri K, London G: Exploring Pd/Al_2O_3 Catalysed Redox Isomerisation of Allyl Alcohol as a Platform to Create Structural Diversity. Catal. Lett., 147: 1834–1843 (2017) Link(ek): SZTE Publicatio, DOI

MTA–SZTE BIOMIMETIKUS RENDSZEREK KUTATÓCSOPORT

(2017.07.01–2017.12.31.)

MTA–SZTE SZUPRAMOLEKULÁRIS ÉS NANOSZERKEZETŰ ANYAGOK KUTATÓCSOPORT

(2017.01.01–2017.06.30.)

kutatócsoport-vezető: Tóth Gábor, az MTA doktora
6720 Szeged, Dóm tér 8.
telefon: (62) 545 139, fax: (62) 545 971
e-mail: toth.gabor@med.u-szeged.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A kutatócsoport 5 éves kutatási tervének legfőbb koncepciója: komplex fehérje rendszerek tanulmányozása, a protein-protein kölcsönhatások (PPI) modulálása; molekuláris kölcsönhatások szimulálása; optikai bioszenzorok (főként arany nanohibrid rendszerek) fejlesztése és számítógépes gyógyszertervezés.

Eddig sikeresen megvalósult: Arany nanohibrid rendszerek előállítása és felhasználásuk fluoreszcens jelölés és szenzorikai célokra. Albumin-kis molekula kölcsönhatás SPR spektroszkópiás vizsgálata.

A beszámolóév legfontosabb feladatai: bioszenzorok fejlesztése, fehérje-kismolekula kölcsönhatás kinetikai és termodinamikai jellemzése, a szigma-1 (Sig-1R) receptor számítógépes modelljének előállítása.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Sigma-1 receptor agonisták tervezése

Számítógépes tervezéséhez felhasználható szigma-1 receptor szerkezetet előállítottak elő molekuladinamikai számítások segítségével, amit dúsulási tesztek segítségével validáltak. Az így kapott modell olyan új Sig-1R ligandumok kiválasztására alkalmas, amelyek a neurodegeneratív betegségek gyógyszerjelöltjei lehetnek.

Amiloid-β1-42 monomer és dimer állapotának számítógépes vizsgálata

Számítógépes szimulációval olyan konformációs sokaság karakterizálását végeztük el, mely az aggregációs út kezdeti állapotát modellezi. A másodlagos szerkezeti elemek tekintetében nem találtunk semmilyen kitüntetett szerkezeti elemet, vagy kölcsönhatást, ami konstansan végig megmaradt volna a két esetben. Ez összhangban van a peptid belsőleg rendezetlen karakterével. Másoldalról, sikerült kimutatni néhány jellemző kölcsönhatást az Aβ(1-10) kezdeti szakaszán, melyeket eddig nem vizsgáltak, mivel a korábbi tanulmányok elsősorban a középső, hidrofób mag részre koncentráltak. Végül meg lehet említeni, hogy a dimer esetben a két monomer szál közötti kapcsolat elsősorban hidrofób kölcsönhatáson alapul, nem pedig ionos vagy egyéb másodrendű kötésen.

Receptor-ligandum valamint fehérje-gyógyszer molekula kölcsönhatások kvantitatív, kinetikai és termodinamikai jellemzése kétdimenziós méréstechnikák felhasználásával

Az SPR spektroszkópia alkalmazása révén, kvázi kétdimenziós modellrendszerben vizsgálták a neuromodulációban meghatározó szerepű kinurénsav (KYNA) szérum fehérjékhez történő kötődését. Az említett fehérjékkel funkcionalizált szenzorfelületen, változó koncentrációjú

KYNA oldatok felhasználásával, több hőmérsékleten rögzítették a kötési folyamatot jellemző szenzorgramokat. A szenzorgramok alkalmasan megválasztott kinetikai modellel történő illesztése, majd a sebességi és kötési állandók meghatározása után utóbbi hőmérsékletfüggését vizsgálva határozták meg a kötési folyamathoz rendelhető entalpia-, entrópia- és hőkapacitás változás értékét.

Plazmonikus és fluoreszcens arany nanostruktúrák előállítása és vizsgálata
AMP-stabilizált kolloid arany nanorészecskék és fluoreszkáló nanoklaszterek előállítását és szerkezeti analízisét végezték. A fluoreszcens klasztereket felhasználva vas(III) ionok vizes közegben történő kvantitatív és szelektív kimutatására alkalmas eljárást dolgoztak ki, melynek detektálási határértéke 2,0 μM. Az alkalmazott kioltási mechanizmus megismerésének érdekében a folyamat Stern-Volmer konstansának hőmérsékletfüggését vizsgálva sikerült megállapítani a kioltást kísérő termodinamikai paraméterek (ΔG, $\Delta H°$, $\Delta S°$, ΔC_p) változásának mértékét. Sikeresen állítottak elő a tetrakloro-aurát-anionok és *L*-hisztidin valamint *L*-triptofán kölcsönhatása révén kéken és zölden emittáló arany nanostruktúrákat. Felderítették a nanorészecskék és klaszterek kialakulását meghatározó arany/aminosav-moláris arányának és az oldat kémhatásának szerepét. Bizonyították, hogy az említett aminosavak különböző redukciós viselkedést mutatnak az aurát-ionokkal szemben, ami eltérő struktúrák kialakulását eredményezi. Az *L*-hisztidinnel redukált nanoméretű hibrid struktúrát sikeresen használták fel albumin és kitozán alapú hordozó részecskék fluoreszcens jelölése által képalkotásra.

MTA-SZTE Biomimetikus Rendszerek Kutatócsoport (2017. 07.01-12.31.)

Antimikrobiális rendszerek alprogram
E. coli expressziós rendszerben termeltettek jelöletlen és ^{15}N-, ^{13}C- jelzett RecQ-WH domént (K408- M573) N-terminálisán His-affinitás csoporttal. A fehérjét először Ni-oszlopon affinitás kromatográfiával, majd a His-tag enzimatikus lehasítását követően méretkizárásos kromatográfiával tisztították. Ezzel párhuzamosan előállították az SSB fehérje C-terminális fragmensét (SSB-Ct; YMDFDDDIPF) szilárd fázisú peptidszintézissel Fmoc/tBu kémiával, a nyers peptidet fordított fázisú HPLC-n tisztították. Igazolták a RecQ-WH kölcsönhatását az SSB-Ct peptiddel ^{15}N HSQC spektrumok felvételével. Egy 256-tagú foldamer könyvtárból nagy áteresztőképességű szűréssel meghatározták a fehérjével komplexet képző foldamer fragmenseket. Mindezeken felül PGLa peptid analógokat, sejtpenetráló peptidfragmenseket, aza-béta-aminosav tartalmú peptideket is terveztek és szintetizáltak. Emellett 12 különböző, ciszteinben gazdag növényi polipeptidet, két defenzint és valamint rövidebb darabjait is előállították. A fenti származékok biológiai vizsgálata részben megtörtént, részben folyamatban van. Több esetben sikerült az antimikrobiális hatásért felelős rövidebb peptidszakaszt azonosítani.

Protein kölcsönhatás modulátorok alprogram
A kutatócsoport munkatársai elvégezték a szintéziseket ioncsatorna blokkoló charybdotoxin peptid és egy analógjára valamint a tenascin fehérje egy, az ioncsatorna gátlókkal homológiát mutató fragmensére vonatkozóan. Jelenleg a kooperáló partnerekkel a biológiai vizsgálatok zajlanak. Az általuk készített számítógépes Sig-1R modell segítségével elvégezték egy közel 5000 molekulából álló molekula könyvtár virtuális szűrését és olyan molekulákat választottak ki kísérleti tesztelésre, amelyek a neurodegeneratív betegségek gyógyszerjelöltjei lehetnek. Ezek hidrofób vegyületek, amelyek Si-1R kötődése radioligand assay-vel jól mérhetők.

Optikai bioszenzorok fejlesztése
Plazmonikus biológiai érzékelő chipeket állítottak elő polimer réteggel bevont fémrétegeken, amelyen lizozim biomolekulákat és a fehérje arany nanorészecskékkel alkotott konjugátumait vizsgálták. A módosított Kretschmann-elrendezésben mért és numerikusan számított reflexiós

görbék összehasonlítása bizonyította, hogy lehetőség adódhat a biológiai detektálás érzékenységének növelésére az arany nanorészecskékhez kapcsolódó lokalizált rezonanciák következtében. Gömb- és a rúd alakú arany nanorészecskék nagy időbeli felbontással rögzített ICP-MS jelprofilok statisztikai kiértékelése által analitikai módszert dolgoztak ki a különböző alakú nemesfém nanorészecskék morfológiai és méret elemzésére. Az eljárást bemutató publikáció az irodalomban egyedi és elsőként közölt, nanométer méretskálán belül alkalmazhatón, nagy pontosságú (a részecskék jellemző hossza és szélessége 6%-nál kisebb hiba mellett határozható meg) karakterizációs módszert mutat be, amely kizárólag az ICP-MS méréseken alapul.

Kozmotróp és kaotróp ionok hatása a protein szerkezetre

Az utóbbi időszak kutatásai nyilvánvalóvá tették, hogy a víz alapvető szerepet játszik a fehérjék szerkezetének meghatározásában, ugyanúgy, mint más molekulákkal, ionokkal létrejövő kölcsönhatásában is. A kutatócsoport munkatársai újabb számítógépes modellezés segítségével rávilágítottak a fehérjék szerkezetében kozmotróp ionok hatására bekövetkező szerkezeti stabilizáció illetve a kaotróp ionok által előidézett destabilizáció molekuláris mechanizmusának részleteire.

b) Tudomány és társadalom

Ezen a területen a kutatócsoport átmeneti időszakában nem történt további előrelépés 2017-ben.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A University Twente (Hollandia) egyetem Materials Science and Technology of Polymers kutatócsoportjával történt együttműködés a biokompatibilis polimerek előállítása és jellemzése témájában.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

- GINOP 2.3.2-15-201600014: Evolúciósan optimalizált antibakteriális foldamerek: a kémiai építőelemektől a rendszerbiológiáig EVOMER.
- EFOP-3.6.2-16-2017-00006: LIVE LONGER - Modern orvostudományi diagnosztikus eljárások és terápiák fejlesztése transzlációs megközelítésben: a laboratóriumtól a betegágyig.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Ungor D, Csapó E, Kismárton B, Juhász Á, Dékány I: Nucleotide-directed syntheses of gold nanohybrid systems with structure-dependent optical features: Selective fluorescence sensing of Fe^{3+} ions. Coll. Surf. B., 155: 135-141 (2017) Link(ek): SZTE Publicatio, DOI, Egyéb URL
2. Tóth E, Szalai A, Somogyi A, Bánhelyi B, Csapó E, Dékány I, Csendes T, Csete M: Detection of biomolecules and bioconjugates by monitoring grating-coupled surface plasmon resonance. Optical Materials Express, 7: 3181-3203 (2017) Link(ek): DOI, SZTE Publicatio, WoS, Scopus
3. Penke B, Bogár F, Fülöp L: β-Amyloid and the Pathomechanisms of Alzheimer's Disease: A Comprehensive View. Molecules, 22:1692 (2017) http://www.mdpi.com/1420-3049/22/10/1692

4. Násztor Z, Dér A, Bogár F: Ion-induced alterations of the local hydration environment elucidate Hofmeister effect in a simple classical model of Trp-cage miniprotein. Journal of Molecular Modeling, 23:298 (2017) DOI: 10.1007/s00894-017-3471-0
5. Mandity IM, Nekkaa I, Paragi G, Fulop F: Homochirality of beta-Peptides: A Significant Biomimetic Property of Unnatural Systems. ChemistryOpen, 6:492-496 (2017) http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/open.201700078/full

MTA–BME SZÁMÍTÁSOK VEZÉRELTE KÉMIA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Nyulászi László, az MTA doktora
1111 Budapest, Szt. Gellért tér 4.
telefon: (1) 463 3281; e-mail: nyulaszi@mail.bme.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

Beszámoló a 2017. július 1 – 2017. december 31 közötti időszakról
A 2017-es évben a feladatuk volt az elméleti számításokkal megjósolni és szintetikus munkával (részben a kutatócsoportban, részben kooperációs partnerek bevonásával) előállítani kedvező tulajdonságú vegyületeket. A vizsgált vegyületek egyik fontos köre a π-konjugált Si- illetve P-heterociklusos rendszerek rendszerek közé tartozik, itt sikerült a legtöbb eredményt is elérni. További terület a molekuláris lenyomatú polimerek vizsgálata, ahol a gyenge sav – gyenge bázis kölcsönhatásokat tanulmányozva a savdimerek és trimerek jelentőségét állapították meg. Ezek IR spektroszkópiás kimutatására együttműködést kezdeményeztek.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A legfontosabb eredmény a korábbi számításaik alapján megjósolt sík szerkezetű, aromás szilolid előállítása és szerencsésen gyors röntgenszerkezeti jellemzése (Chem. Comm. 2017). A szerkezet alátámasztotta a számítások által megjósolt nem-klasszikus rezonanciaszerkezet túlsúlyát. Mindez az aromásság elméletében bír számottevő jelentőséggel. A másik kiemelt eredmény az aromásság által stabilizált aNHC analóg diazafoszfolénium só (együttműködés Müller Group, Freie Universität Berlin) szerkezeti jellemzése (Angew. Chem 2017 belső címlap).

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A legfontosabb együttműködésük a foszfor, illetve szilícium heteroatomokat tartalmazó konjugált π-rendszerek vizsgálatával kapcsolatos, melynek során a szintetikus munkát partnereink végzik. Így a francia Institut des Sciences Chimiques de Rennes, és a német Müller Group, (Freie Universität Berlin) továbbá Institut für Anorganische Chemie (Universität Bonn) kutatócsoportjaival való folyamatos együttműködésből születtek eredmények 2017-ben. Humboldt ösztöndíj visszahívással a kutatócsoport egy munkatársa 2017. júliusban egy hónapot töltött a Bonn Egyetemen.

IV. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. M. Papke, L. Dettling, J. A. W. Sklorz, D. Szieberth, L. Nyulászi, C. Müller: Triazaphospholenium Tetrafluoroborate: A Phosphorus Analogue of a 1,2,3-Triazole-Derived Carbene. Angew. Chem. Int. Ed., 56(52): 16484-16489 (2017) Link(ek): REAL, DOI, PubMed, WoS
2. Cs. Fekete, I. Kovacs, L. Nyulaszi, T. Holczbauer. Planar lithium silolide: aromaticity, with significant contribution of non-classical resonance structures. Chem. Commun., 53: 11064-11067 (2017) Link(ek): DOI, PubMed, WoS

MTA–BME SZILÁRD TESTEK MORFODINAMIKÁJA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Domokos Gábor, az MTA rendes tagja
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 1–3.
telefon: (1) 463 1493
e-mail: domokos@iit.bme.hu; honlap: www.morph.bme.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A kutatócsoport 5 éves célkitűzése az élettelen természetben zajló alakfejlődési folyamatok matematikai, fizikai modellezése és ezen modellek verifikálása. A beszámolási időszakban legfontosabb feladatnak a diszkrét alakfejlődési modellek mélyebb matematikai megértését, valamint a korábban felállított folytonos kopásmodellek természeti példán történő illusztrációját tekintették.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A kutatócsoport (együttműködve az ELTE Gothard Asztrofizikai Obszervatóriummal) elsőként publikált tudományosan megalapozott magyarázatot a 2017 novemberében észlelt első csillagközi aszteroida, az *'Oumuamua* rendkívül elnyúlt formájára. A tudományos közösség meghatározó szereplői, köztük a Harvard Egyetem csillagászati tanszéke is komolyan foglalkozott azzal a gondolattal, hogy az aszteroida egy űrhajó lehet. A Kutatócsoport munkája rámutatott arra, hogy az elnyúlt formát egy ismert alakfejlődési modell magyarázhatja, mely az aszteroida kopási folyamatát írja le.

b) Tudomány és társadalom

A jelzett eredmény olyan kérdésre kínált magyarázatot, mely nem csak Magyarországon, de világszerte sok, kutatással nem foglalkozó embert tartott izgalomban. Az aszteroida alakjára vonatkozó találgatások többek között a Washington Post, a Guardian és a Newsweek hasábjain is megjelentek. Éppen ezért különösen örvendetes, hogy a kutatócsoport eredménye nem csak a szélesebb hazai sajtóban (MTI, Index, hvg.hu, hirado.hu stb.) hanem meghatározó nemzetközi médiumokban is megjelenhetett, így a Newsweek hasábjain illetve a BBC.com címlapján szereplő cikkek foglalkoztak vele.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A kutatócsoport által szervezett, hetente megtartott szemináriumon vendégelőadója volt a Lipcsei Egyetem matematika tanszékének egyik egyetemi tanára, illetve a kanadai Center for Arctic Resource Development jégmechanikával foglalkozó vezető kutatója.

IV. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

Domokos G, Sipos AA, Szabó GyM, Várkonyi PL: Explaining the Elongated Shape of 'Oumuamua by the Eikonal Abrasion Model. Research Notes Of The Aas, 1:50 (2017) https://arxiv.org/abs/1712.04409

MTA–ELTE EXTRAGALAKTIKUS ASZTROFIZIKAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Frei Zsolt, az MTA doktora
ELTE Fizikai Intézet, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A
telefon: (1) 372 2767; fax: (1) 372 2753
e-mail: frei@alcyone.elte.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

A ***kutatócsoport kialakítása*** 2017 nyarának végén kezdődött meg. A pályázatban foglalt vállalásoknak megfelelően ez a csoport fiatal, elsősorban posztdoktor korú kutatókból, és két közreműködő kutatóból áll. Ketten posztdoktorként 2017. szeptember 1-től, illetve 2017. november 1-től alkalmazottja a csoportnak. A harmadik tag főmunkatárs 2018. április 1-től kezdi majd meg a munkát, és ekkor fog teljessé válni a csoport személyi állománya. Átlagosan kb. fél évet vett igénybe a munkatársak felvétele. 2018 elejétől félállású adminisztrátor is segíti munkájukat.

A pályázatban részletezett kutatási programot *három* motívum fogja egybe: *extragalaktikus asztrofizikai* kutatásokat végeznek; *nemzetközi megfigyelő nagyprojektekhez* csatlakoztak, illetve terveznek csatlakozni; és - főleg a gravitációs hullámok észlelésével rendelkezésre álló információ segítségével - *többcsatornás csillagászatot* („multi-messenger astronomy") művelnek.

2017 őszén egy kutató az új csoportban is folytatta a korábban megkezdett kollaborációját a NANOGrav kísérletben. A kísérlet célja gravitációs hullámok észlelése a PTA (Pulsar Timing Array) módszerrel. Kifejezetten ő felelt a NANOGrav legújabb adatbázisának létrehozásáért. Az új adatbázisban százszor gyorsabban lehet gravitációs hullámok jeleit keresni, mint a hagyományos struktúrában.

Másik kutatójuk a Chandra és az XMM-Newton műholdak adatait tanulmányozta, hogy felderítse, hogyan fejlődnek a galaxisok és velük együtt a bennük elhelyezkedő szupermasszív fekete lyukak. A munka eredményei alapján 2017 júliusától 23 cikk készült (egy cikk a Nature-ben volt publikálva), 9 előadás hangzott el konferenciákon és kutató intézetekben/egyetemeken, és számos új cikk van előkészítés alatt. Két megjelent cikk alapján az MTA és az ELTE sajtóhírt is közölt és az eredményekről széleskörűen beszámolt a magyar és a nemzetközi sajtó.

2017 második felében a LIGO számára módszert dolgoztak ki (i) a gravitációshullám-kitörések forrásainak modell független paraméterbecslésére, (ii) az elnyúlt pályájú feketelyuk-kettősök formálódási modelljeinek tesztelésére gravitációshullám megfigyelésekkel, valamint részt vettek (iii) az első olyan gravitációshullám-jel kiértékelési munkálataiban, amelyet a LIGO-Virgo detektorok összeolvadó neutroncsillagokból észleltek. A munkákból 3 db kevésszerzős szakcikk kézirat, 3 db megjelent LVC kollaborációs szakcikk (köztük egy Nature publikáció), valamint egy, a félév során elért kari TDK első helyezés született.

Beküldött cikkek:

1. Lam MT, et al. (NANOGrav): A Second Chromatic Timing Event of Interstellar Origin toward PSR J1713+0747. (under review)
2. Arzoumanian Z, et al. (NANOGrav): The NANOGrav Eleven-year Data Set: High-precision timing of 45 Millisecond Pulsars. (under final review)

3. Arzoumanian Z, et al. (NANOGrav): The NANOGrav 11-year Data Set: Pulsar-timing Constraints on the Stochastic Gravitational-wave Background. (under final review)
4. Zhu WW, et al. (NANOGrav): Tests of Gravitational Symmetries with Pulsar Binary J1713+0747. (under review)

Jelentősebb előadások:

– Invited colloquium on NANOGrav experiment, Masaryk University, Brno, Czechia, October 13, 2017

– Invited lecture on pulsar timing arrays for MTA's "A Pulzárok 50 Éve", MTA, Budapest, Hungary, November 06, 2017

Konferenciákon való részvétel:

– International Astronomical Union Symposium 337 -- Pulsar Astrophysics: The Next Fifty Years, Jodrell Bank Observatory, Macclesfield, UK, September 4-8, 2017

– International Pulsar Timing Array Busyweek, Flatiron Research Institute, New York, NY, December 11-15, 2017

A MATEMATIKAI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁMOGATOTT KUTATÓCSOPORTOK FŐBB MUTATÓI ÉS PÉNZÜGYI ADATAI 2017-BEN

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–BME Irányítástechnikai Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	0,9			Ebből kutató[2]:	0,7
PhD, kandidátus:	0,0	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					3,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					0,2

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				22
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				22
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				1
Ebből impaktfaktoros publikáció				1
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	1,95	Összes független hivatkozás száma (2016):	143
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			161

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			22
		poszterek száma:	1
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	5	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	4
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			1

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			0,7
Témavezetések száma: TDK munka:	3	Diplomamunka (BSc):	4
Diplomamunka (MSc):	2	PhD:	6

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	9792	E Ft
Teljes saját bevétel:	0	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–BME Műszaki Analitikai Kémiai Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	1,32			Ebből kutató[2]:	1,32
PhD, kandidátus:	0,62	MTA doktora:	0,2	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					0,5

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				24
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				24
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				2
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				20
Ebből impaktfaktoros publikáció				22
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	1

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	73,36	Összes független hivatkozás száma (2016):	585
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			783

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	1	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			14
		poszterek száma:	13
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	3	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	5
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			1
Témavezetések száma: TDK munka:	4	Diplomamunka (BSc):	3
Diplomamunka (MSc):	8	PhD:	2

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	14 240	E Ft
Teljes saját bevétel:	20 928	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		3
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	12 903	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		5
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	3957	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	1068	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	3000	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–BME Szerves Kémiai Technológia Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	2,6			Ebből kutató[2]:	2,6
PhD, kandidátus:	2,4	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					1,2

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				8
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				8
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				8
Ebből impaktfaktoros publikáció				8
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	17,1	Összes független hivatkozás száma (2016):	277
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			443

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	3	külföldi oltalmak száma[11]:	4

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			2
		poszterek száma:	6
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			7

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			2
Témavezetések száma: TDK munka:	3	Diplomamunka (BSc):	10
Diplomamunka (MSc):	13	PhD:	4

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	12 819	E Ft
Teljes saját bevétel:	10 000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		4
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	4000	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		3
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	6000	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–SZTE Bioszervetlen Kémiai Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	1,5			Ebből kutató[2]:	1,5
PhD, kandidátus:	0,5	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					2,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				5
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				5
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				2
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				3
Ebből impaktfaktoros publikáció				3
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	8,62	Összes független hivatkozás száma (2016):	238
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			284

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	1	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			5
		poszterek száma:	8
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	3	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	3
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			1
Témavezetések száma: TDK munka:	0	Diplomamunka (BSc):	0
Diplomamunka (MSc):	0	PhD:	0

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	9964	E Ft
Teljes saját bevétel:	26 933	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		5
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	26 933	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–BME Gépek és Járművek Dinamikája Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	4,62			Ebből kutató[2]:	4,62
PhD, kandidátus:	4,5	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,12
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					3,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				12
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				12
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				7
Ebből impaktfaktoros publikáció				6
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	17,18	Összes független hivatkozás száma (2016):	77
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			129

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	1	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			15
		poszterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	1	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	4
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			4
Témavezetések száma: TDK munka:	10	Diplomamunka (BSc):	3
Diplomamunka (MSc):	12	PhD:	3

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	23 327	E Ft
Teljes saját bevétel:	9000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	9000	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–BME Informatikai Rendszerek Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	6,0			Ebből kutató[2]:	6,0
PhD, kandidátus:	4,0	MTA doktora:	0,25	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					4,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				29
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				29
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				11
Ebből impaktfaktoros publikáció				11
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	1

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	43,38	Összes független hivatkozás száma (2016):	71
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			99

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			15
		poszterek száma:	3
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	7	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	6
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			1

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			6
Témavezetések száma: TDK munka:	2	Diplomamunka (BSc):	11
Diplomamunka (MSc):	7	PhD:	5

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	24 652	E Ft
Teljes saját bevétel:	3700	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	3700	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–BME Kompozittechnológiai Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	7,0			Ebből kutató[2]:	7,0
PhD, kandidátus:	6,0	MTA doktora:	1,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					1,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					4,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				41
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				41
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				3
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				3
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				19
Ebből impaktfaktoros publikáció				17
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	1

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	49,86	Összes független hivatkozás száma (2016):	273
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			328

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			13
		poszterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	2	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	5
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			7
Témavezetések száma: TDK munka:	14	Diplomamunka (BSc):	21
Diplomamunka (MSc):	31	PhD:	13

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	31 487	E Ft
Teljes saját bevétel:	29 503	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		6
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	29 503	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–BME Kondenzált Anyagok Fizikája Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	7,75			Ebből kutató[2]:	6,56
PhD, kandidátus:	4,14	MTA doktora:	1,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					1,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					3,17

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				22
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				21
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				21
Ebből impaktfaktoros publikáció				21
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	88,94	Összes független hivatkozás száma (2016):	532
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			645

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	1	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			8
		poszterek száma:	12
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	1	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			1

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			6
Témavezetések száma: TDK munka:	8	Diplomamunka (BSc):	12
Diplomamunka (MSc):	7	PhD:	10

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	37 240	E Ft
Teljes saját bevétel:	22 684	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	22 684	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–BME Sztochasztika Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	2,96			Ebből kutató[2]:	3,47
PhD, kandidátus:	3,34	MTA doktora:	0,13	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					1,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					1,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				6
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				6
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				6
Ebből impaktfaktoros publikáció				5
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	4,65	Összes független hivatkozás száma (2016):	112
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			124

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			11
		poszterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			3
Témavezetések száma: TDK munka:	1	Diplomamunka (BSc):	2
Diplomamunka (MSc):	3	PhD:	3

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	25 570	E Ft
Teljes saját bevétel:	0	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–BME Vízgazdálkodási Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	5,5			Ebből kutató[2]:	5,5
PhD, kandidátus:	3,0	MTA doktora:	1,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					1,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					3,5

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				5
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				5
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				4
Ebből impaktfaktoros publikáció				5
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	12,02	Összes független hivatkozás száma (2016):	84
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			121

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			3
		poszterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	3	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			8

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			4
Témavezetések száma: TDK munka:	3	Diplomamunka (BSc):	4
Diplomamunka (MSc):	2	PhD:	0

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	31 947	E Ft
Teljes saját bevétel:	0	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–DE Egyenletek, függvények, görbék Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	5,0			Ebből kutató[2]:	5,0
PhD, kandidátus:	2,0	MTA doktora:	0,25	Rendes tag és levelező tag:	0,0

A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]: 2,0

35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]: 5,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				6
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				6
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				2
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				4
Ebből impaktfaktoros publikáció				4
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	1,84	Összes független hivatkozás száma (2016):	20
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			26

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	1	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]: 0 külföldi oltalmak száma[11]: 0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			10
	poszterek száma:		0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	2
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			5
Témavezetések száma: TDK munka:	0	Diplomamunka (BSc):	2
Diplomamunka (MSc):	0	PhD:	1

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	23 117	E Ft
Teljes saját bevétel:	1200	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		3
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	1200	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–DE Redoxi és Homogén Katalítikus Reakciók Mechanizmusa Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	3,72			Ebből kutató[2]:	3,72
PhD, kandidátus:	2,86	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					1,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					1,72

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				7
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				7
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				1
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				6
Ebből impaktfaktoros publikáció				5
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	14,41	Összes független hivatkozás száma (2016):	288
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			339

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			4
		poszterek száma:	12
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	4
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			3
Témavezetések száma: TDK munka:	3	Diplomamunka (BSc):	9
Diplomamunka (MSc):	3	PhD:	7

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	26 590	E Ft
Teljes saját bevétel:	7200	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	2700	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		3
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	4500	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–DE Részecskefizikai Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	2,96			Ebből kutató[2]:	2,96
PhD, kandidátus:	2,5	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,12
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					1,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					0,34

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				7
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				6
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				1
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				5
Ebből impaktfaktoros publikáció				5
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	14,68	Összes független hivatkozás száma (2016):	96
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			132

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	2	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			8
		poszterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	5	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			5

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			2
Témavezetések száma: TDK munka:	0	Diplomamunka (BSc):	2
Diplomamunka (MSc):	0	PhD:	5

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	24 784	E Ft
Teljes saját bevétel:	4500	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	1000	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	1000	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	2500	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–ELTE Egerváry Jenõ Kombinatorikus Optimalizálási Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	4,53			Ebből kutató[2]:	4,53
PhD, kandidátus:	2,03	MTA doktora:	0,25	Rendes tag és levelező tag:	0,25
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					1,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					2,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				15
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				15
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				10
Ebből impaktfaktoros publikáció				9
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	7,77	Összes független hivatkozás száma (2016):	152
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			175

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	1	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			29
		poszterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	2
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			4
Témavezetések száma: TDK munka:	1	Diplomamunka (BSc):	2
Diplomamunka (MSc):	1	PhD:	1

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	22 959	E Ft
Teljes saját bevétel:	78 600	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		3
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	78 600	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–ELTE Elméleti Fizikai Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	6,93			Ebből kutató[2]:	6,43
PhD, kandidátus:	5,84	MTA doktora:	5,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					1,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					0,5

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				11
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				11
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				1
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				9
Ebből impaktfaktoros publikáció				9
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	1

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	23,6	Összes független hivatkozás száma (2016):	380
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			485

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	2	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			6
		poszterek száma:	5
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	1	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	2
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			3

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			6
Témavezetések száma: TDK munka:	0	Diplomamunka (BSc):	2
Diplomamunka (MSc):	2	PhD:	7

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	42 485	E Ft
Teljes saját bevétel:	9199	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		4
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	9199	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–ELTE Fehérjemodellezõ Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	5,27			Ebből kutató[2]:	5,27
PhD, kandidátus:	3,4	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					2,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					1,87

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				7
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				7
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				7
Ebből impaktfaktoros publikáció				7
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	26,13	Összes független hivatkozás száma (2016):	174
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			251

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			13
		poszterek száma:	3
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	2	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			5
Témavezetések száma: TDK munka:	0	Diplomamunka (BSc):	4
Diplomamunka (MSc):	2	PhD:	1

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	26 586	E Ft
Teljes saját bevétel:	276 430	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	4669	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		3
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	247 561	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	6200	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	18 000	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–ELTE Geológiai, Geofizikai és Ûrtudományi Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	5,62			Ebből kutató[2]:	5,62
PhD, kandidátus:	5,0	MTA doktora:	0,62	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					1,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					2,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				17
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				16
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				3
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				8
Ebből impaktfaktoros publikáció				8
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	18,39	Összes független hivatkozás száma (2016):	335
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			403

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			30
		poszterek száma:	9
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	1	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	4
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			2

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			5
Témavezetések száma: TDK munka:	4	Diplomamunka (BSc):	3
Diplomamunka (MSc):	9	PhD:	6

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	36 796	E Ft
Teljes saját bevétel:	0	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–ELTE Geometriai és Algebrai Kombinatórika Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	6,0			Ebből kutató[2]:	6,0
PhD, kandidátus:	5,0	MTA doktora:	1,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					4,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				15
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				15
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				14
Ebből impaktfaktoros publikáció				13
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	9,65	Összes független hivatkozás száma (2016):	23
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			26

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			19
		poszterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	9
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			6
Témavezetések száma: TDK munka:	0	Diplomamunka (BSc):	8
Diplomamunka (MSc):	1	PhD:	4

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	32 838	E Ft
Teljes saját bevétel:	2769	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	2769	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–ELTE Komplex Kémiai Rendszerek Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	7,0			Ebből kutató[2]:	7,0
PhD, kandidátus:	4,0	MTA doktora:	0,25	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					3,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				14
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				14
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				14
Ebből impaktfaktoros publikáció				13
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	47,17	Összes független hivatkozás száma (2016):	92
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			170

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	2	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			10
		poszterek száma:	4
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	4	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	3
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			6
Témavezetések száma: TDK munka:	1	Diplomamunka (BSc):	3
Diplomamunka (MSc):	1	PhD:	2

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	33 303	E Ft
Teljes saját bevétel:	10 000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	10 000	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–ELTE Numerikus Analízis és Nagy Hálózatok Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	4,0			Ebből kutató[2]:	3,0
PhD, kandidátus:	2,0	MTA doktora:	0,3	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					1,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				22
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				22
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				12
Ebből impaktfaktoros publikáció				11
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	2
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	1

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	13,99	Összes független hivatkozás száma (2016):	21
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			36

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	1	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			15
		poszterek száma:	3
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	1	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	11
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			2

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			3
Témavezetések száma: TDK munka:	1	Diplomamunka (BSc):	14
Diplomamunka (MSc):	5	PhD:	6

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	25 552	E Ft
Teljes saját bevétel:	50 600	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		7
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	50 000	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	600	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–ELTE Peptidkémiai Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	7,1			Ebből kutató[2]:	6,1
PhD, kandidátus:	4,35	MTA doktora:	0,25	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					2,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					1,5

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				22
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				21
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				3
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				18
Ebből impaktfaktoros publikáció				16
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	54,65	Összes független hivatkozás száma (2016):	302
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			434

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	1	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			7
		poszterek száma:	4
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	9	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	2
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			6
Témavezetések száma: TDK munka:	4	Diplomamunka (BSc):	12
Diplomamunka (MSc):	6	PhD:	13

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	35 685	E Ft
Teljes saját bevétel:	60 900	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		3
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	20 200	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		4
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	4890	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	35 000	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–ELTE Statisztikus és Biológiai Fizika Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	4,72			Ebből kutató[2]:	3,97
PhD, kandidátus:	3,84	MTA doktora:	0,13	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					1,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					0,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				9
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				9
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				1
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				8
Ebből impaktfaktoros publikáció				9
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	23,09	Összes független hivatkozás száma (2016):	1046
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			1098

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			9
		poszterek száma:	2
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	1	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			3
Témavezetések száma: TDK munka:	6	Diplomamunka (BSc):	2
Diplomamunka (MSc):	4	PhD:	4

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	38 861	E Ft
Teljes saját bevétel:	72 000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	12 000	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	2000	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	30 000	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	30 000	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	6,0			Ebből kutató[2]:	5,0
PhD, kandidátus:	3,0	MTA doktora:	0,5	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					2,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				20
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				16
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				3
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				4
Ebből impaktfaktoros publikáció				3
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	7,31	Összes független hivatkozás száma (2016):	43
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			56

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			13
		poszterek száma:	9
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	4	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			5
Témavezetések száma: TDK munka:	2	Diplomamunka (BSc):	0
Diplomamunka (MSc):	1	PhD:	2

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	30 383	E Ft
Teljes saját bevétel:	23 801	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	13 916	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		3
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	9885	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–ME Anyagtudományi Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	8,0			Ebből kutató[2]:	7,0
PhD, kandidátus:	5,0	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					2,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					1,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				24
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				24
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				2
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				13
Ebből impaktfaktoros publikáció				12
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	26,32	Összes független hivatkozás száma (2016):	49
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			54

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			9
		poszterek száma:	3
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			5
Témavezetések száma: TDK munka:	1	Diplomamunka (BSc):	1
Diplomamunka (MSc):	2	PhD:	1

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	38 299	E Ft
Teljes saját bevétel:	65 500	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	13 000	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	52 500	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	5,0			Ebből kutató[2]:	4,0
PhD, kandidátus:	2,0	MTA doktora:	0,25	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					2,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					2,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				25
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				25
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				6
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				4
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				4
Ebből impaktfaktoros publikáció				4
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	8,56	Összes független hivatkozás száma (2016):	7
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			8

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	1	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			12
		poszterek száma:	3
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	2	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	5
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			4
Témavezetések száma: TDK munka:	2	Diplomamunka (BSc):	2
Diplomamunka (MSc):	3	PhD:	1

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	23 024	E Ft
Teljes saját bevétel:	17 500	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	4500	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	5000	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	8000	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–MTM–ELTE Paleontológiai Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	5,0			Ebből kutató[2]:	6,0
PhD, kandidátus:	3,0	MTA doktora:	1,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					1,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					1,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				19
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				19
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				2
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				16
Ebből impaktfaktoros publikáció				14
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	31,86	Összes független hivatkozás száma (2016):	466
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			612

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			10
		poszterek száma:	9
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			4
Témavezetések száma: TDK munka:	3	Diplomamunka (BSc):	2
Diplomamunka (MSc):	8	PhD:	7

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	24 101	E Ft
Teljes saját bevétel:	9377	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		4
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	9377	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–PE Levegőkémiai Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	8,0			Ebből kutató[2]:	6,0
PhD, kandidátus:	4,0	MTA doktora:	1,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					1,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				4
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				4
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				4
Ebből impaktfaktoros publikáció				4
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	14,1	Összes független hivatkozás száma (2016):	700
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			823

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			1
		poszterek száma:	4
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			5
Témavezetések száma: TDK munka:	0	Diplomamunka (BSc):	0
Diplomamunka (MSc):	1	PhD:	0

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	35 081	E Ft
Teljes saját bevétel:	9400	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	6400	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	3000	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–PTE Molekuláris Kölcsönhatások az Elválasztás-tudományban Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	4,0			Ebből kutató[2]:	4,0
PhD, kandidátus:	1,0	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,25
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					1,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					3,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				5
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				5
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				3
Ebből impaktfaktoros publikáció				3
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	2

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	10,27	Összes független hivatkozás száma (2016):	23
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			31

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			6
		poszterek száma:	4
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	3	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	3
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			2
Témavezetések száma: TDK munka:	1	Diplomamunka (BSc):	1
Diplomamunka (MSc):	2	PhD:	6

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	27 334	E Ft
Teljes saját bevétel:	10 000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	10 000	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–PTE Nagyintenzitású Terahertzes Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	6,0			Ebből kutató[2]:	6,0
PhD, kandidátus:	4,0	MTA doktora:	0,25	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					1,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				7
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				7
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				1
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				6
Ebből impaktfaktoros publikáció				7
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	23,52	Összes független hivatkozás száma (2016):	60
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			129

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	4

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			2
		poszterek száma:	6
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	1	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			6
Témavezetések száma: TDK munka:	0	Diplomamunka (BSc):	3
Diplomamunka (MSc):	2	PhD:	3

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	31 060	E Ft
Teljes saját bevétel:	4390	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	4390	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–PTE Szelektív Kémiai Szintézisek Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	4,0			Ebből kutató[2]:	4,0
PhD, kandidátus:	3,0	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,25

A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]: 1,0

35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]: 1,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				19
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				19
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				2
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				17
Ebből impaktfaktoros publikáció				15
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	44,82	Összes független hivatkozás száma (2016):	42
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			74

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]: 0 külföldi oltalmak száma[11]: 0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			2
	poszterek száma:		4
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	1	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	2
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			4
Témavezetések száma: TDK munka:	2	Diplomamunka (BSc):	2
Diplomamunka (MSc):	0	PhD:	4

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	24 491	E Ft
Teljes saját bevétel:	8000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	8000	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–SZTE Analízis és Sztochasztika Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	5,0			Ebből kutató[2]:	5,0
PhD, kandidátus:	4,0	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,1
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					3,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				13
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				13
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				12
Ebből impaktfaktoros publikáció				11
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	13,87	Összes független hivatkozás száma (2016):	95
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			129

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:				26
		poszterek száma:		0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	2	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:		10
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:				0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			5
Témavezetések száma: TDK munka:	1	Diplomamunka (BSc):	2
Diplomamunka (MSc):	1	PhD:	0

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	24 524	E Ft
Teljes saját bevétel:	5328	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	5328	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–SZTE Fotoakusztikus Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	6,0			Ebből kutató[2]:	6,0
PhD, kandidátus:	3,0	MTA doktora:	1,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					1,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				11
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				11
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				11
Ebből impaktfaktoros publikáció				10
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	28,77	Összes független hivatkozás száma (2016):	55
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			87

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			1
		poszterek száma:	5
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	1	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			5

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			5
Témavezetések száma: TDK munka:	0	Diplomamunka (BSc):	5
Diplomamunka (MSc):	0	PhD:	0

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	35 120	E Ft
Teljes saját bevétel:	131 281	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	7146	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		4
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	11 635	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		3
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	112 500	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–SZTE Mesterséges Intelligencia Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	7,0			Ebből kutató[2]:	7,0
PhD, kandidátus:	5,0	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					2,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				31
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				29
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				6
Ebből impaktfaktoros publikáció				4
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	2

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	6,61	Összes független hivatkozás száma (2016):	409
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			480

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			10
		poszterek száma:	6
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	10	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	2
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			6
Témavezetések száma: TDK munka:	1	Diplomamunka (BSc):	20
Diplomamunka (MSc):	5	PhD:	5

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	33 059	E Ft
Teljes saját bevétel:	0	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–SZTE Reakciókinetikai és Felületkémiai Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	5,0			Ebből kutató[2]:	3,0
PhD, kandidátus:	2,0	MTA doktora:	1,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					1,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					0,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				36
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				36
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				1
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				35
Ebből impaktfaktoros publikáció				33
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	106,15	Összes független hivatkozás száma (2016):	407
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			516

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			9
		poszterek száma:	11
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	4	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	4
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			1

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			3
Témavezetések száma: TDK munka:	4	Diplomamunka (BSc):	3
Diplomamunka (MSc):	2	PhD:	6

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	30 767	E Ft
Teljes saját bevétel:	21 100	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	21 100	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–SZTE Sztereokémiai Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	4,0			Ebből kutató[2]:	4,0
PhD, kandidátus:	2,0	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,1
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					2,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					2,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				24
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				24
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				24
Ebből impaktfaktoros publikáció				21
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	53,74	Összes független hivatkozás száma (2016):	439
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			643

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	2

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			4
		poszterek száma:	10
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	3	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	2
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			3
Témavezetések száma: TDK munka:	8	Diplomamunka (BSc):	2
Diplomamunka (MSc):	2	PhD:	8

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	26 286	E Ft
Teljes saját bevétel:	16 000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		3
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	11 000	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	5000	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–SZTE Biometikus Rendszerek Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	5,0			Ebből kutató[2]:	5,0
PhD, kandidátus:	3,0	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					2,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					3,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				13
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				13
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				12
Ebből impaktfaktoros publikáció				13
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	38,2	Összes független hivatkozás száma (2016):	771
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			860

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			3
		poszterek száma:	6
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			4
Témavezetések száma: TDK munka:	1	Diplomamunka (BSc):	3
Diplomamunka (MSc):	1	PhD:	2

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	29 390	E Ft
Teljes saját bevétel:	10 000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		4
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	10 000	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–BME Számítások Vezérelte Kémia Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	2,13			Ebből kutató[2]:	1,88
PhD, kandidátus:	1,75	MTA doktora:	0,13	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					1,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					0,5

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				3
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				3
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				3
Ebből impaktfaktoros publikáció				3
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	18,94	Összes független hivatkozás száma (2016):	0
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			0

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	1	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			0
		poszterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	2	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			1
Témavezetések száma: TDK munka:	3	Diplomamunka (BSc):	4
Diplomamunka (MSc):	4	PhD:	2

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	12 050	E Ft
Teljes saját bevétel:	9674	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	9674	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–BME Szilárd testek morfodinamikája Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	1,87			Ebből kutató[2]:	1,87
PhD, kandidátus:	1,25	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,12
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					1,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					0,5

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				2
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				2
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				2
Ebből impaktfaktoros publikáció				1
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	0,87	Összes független hivatkozás száma (2016):	0
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			0

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			2
		poszterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			1
Témavezetések száma: TDK munka:	6	Diplomamunka (BSc):	1
Diplomamunka (MSc):	0	PhD:	2

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	12 050	E Ft
Teljes saját bevétel:	34 600	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		7
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	34 600	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–ELTE Extragalaktikus Asztrofizikai Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	1,03			Ebből kutató[2]:	1,03
PhD, kandidátus:	0,66	MTA doktora:	0,37	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					0,66

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				0
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				0
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
Ebből impaktfaktoros publikáció				0
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	0,0	Összes független hivatkozás száma (2016):	0
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			0

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			2
		poszterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	2	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			1
Témavezetések száma: TDK munka:	0	Diplomamunka (BSc):	0
Diplomamunka (MSc):	0	PhD:	1

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	12 050	E Ft
Teljes saját bevétel:	11 500	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	11 500	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

MATEMATIKAI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYETEMI LENDÜLET KUTATÓCSOPORTOK

MTA–BME LENDÜLET JÖVŐ INTERNET KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Tapolcai János, az MTA doktora
1117 Budapest, Magyar tudósok krt. 2.
telefon: (1) 463 1498; fax: (1) 5323107
e-mail: tapolcai@tmit.bme.hu
honlap: http://lendulet.tmit.bme.hu/
a kutatócsoport működési ideje: 2012–2017

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

Az MTA-BME Lendület Jövő Internet Kutatócsoport öt éves kutatási célja az Internet megbízható működésének kutatása. Főként az Internet világhálózat és a gerinchálózatok megbízható és hatékony működtetéséhez szükséges mechanizmusokat kutatják. Az elmúlt évben 3 cikkük jelent meg a távközlés rangos konferenciáin továbbá 2 elfogadást nyert: *IEEE INFOCOM* [1,2,3,4,5], *IFIP NETWORKING* [7]. Kutatási eredményeik a hibavédelem, az Internet és adatközpont architektúrákhoz kapcsolódtak. A csoportnak lehetősége nyílt a legkiválóbb európai és amerikai egyetemek ismert kutatóival való együttműködésre (MIT, Izraeli Héber Egyetem).

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Új eljárásokat dolgoztak ki katasztrófák által okozott hálózati hibák védelmére [1,5,14,]. A katasztrófa hibák jellemzője, hogy egy nem túl nagy földrajzi területen több hálózati eszköz hirtelen kiesik. Sajnos az ilyen hibákra még nincsenek felkészülve a szolgáltatók. Erre példa, hogy 2016 decemberében a Vardah ciklon komoly Internet kieséseket okozott Indiában. Az ilyen hibák ellen azért nehéz felkészülni, mert viszonylag ritkák és a hálózat logikai struktúrájában látszólag távol jelentkeznek. Javasolt módszerük alapja, hogy a kapcsolódó geometriai problémát teljesen kombinatorikus problémává transzformálják, amely így már kezelhető a hagyományos hálózat tervező eszközökkel. Egy megjelent és egy elfogadott *IEEE INFOCOM* cikkben a kapcsolódó kérdésekre adnak megoldási javaslatokat [1,5], amelyekhez még egy további cikk is kapcsolódik [14].

Egy elfogadott *INFOCOM* cikkükben [2] kis valószínűséggel hibázást megengedő véletlen adatstruktúrát (Bloom filtereket) fejlesztettek tovább úgy, hogy bizonyos tartományban hibamentesen is tudjon működni. Módszerük kombinatorikus csoporttesztelésen alapul és számelméleti technikákat használ. Harmadik, elfogadott *INFOCOM* cikkükben az 5G mobil rendszerekhez javasolnak új és jelenleginél hatékonyabb hálózati architektúrát [3]. Valamint egy megjelent *INFOCOM* cikkükben az IoT alkalmazás felhőből való irányíthatóságát tanulmányozták [4].

Vizsgálták még hogyan lehetne fákkal lefedni egy gráf legrövidebb útjait [7]. Az *IEEE/ACM Transactions on Networking (ToN)* [8] cikkükben hálózati kódolás segítségével biztosították a hálózat hibatűrő képességét. Kombinatorikus csoporttesztelésen alapuló új beltéri helymeghatározó módszert dolgoztak ki, amely az *IEEE Internet of Things Journal*-ban (impact factor 7.5) jelent meg [13]. Optikai hiba lokalizációhoz és hálózati kódoláshoz kapcsolódó eredményeikből két *Elsevier Optical Switching and Networking* folyóirat cikk került elfogadásra [15,16]. Javasoltak egy játékelméletei modellt 5G hálózatok árazásával kapcsolatban, amely az *IEEE GLOBECOM* konferencián jelent meg [12]. Továbbá folytatták hálózatelméleti kutatásaikat, amelyből két cikkük a *Nature Scientific Report*-ban jelent meg

[6,11]. Tanulmányozták még a jövő programozható hálózatokra (SDN) való költséghatékony áttérés módjait is [9,10].

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport tagjai rendszeresen tartanak szakmai és szemináriumi előadásokat az ország különböző egyetemein. Létrehozták a kutatócsoport saját honlapját is. Az új ipari trendek és kutatási eredményeik alapján kidolgoztak két új BSc és MSc szakirányt a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen, amelyen már az első évfolyam hallgatói sikeresen végeztek.

A kutatói gondolkodás és életpálya népszerűsítésére folyamatosan hívnak meg külföldi előadókat az MTA-BME Lendület Jövő Internet Kutatócsoport szemináriumára.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

2018-ra megkapták a nagyhírű ACM SIGCOMM konferencia szervezését Budapestre. A konferencia híres az alacsony elfogadási rátájáról (~10%), és hogy a hálózatok és a kommunikáció szakterületének legmeghatározóbb publikációi közül sok itt jelent meg.

Szélesítették a magyar és nemzetközi együttműködéseiket: több dolgozat született együttműködésből MTA SZTAKI Számítástudományi kutatócsoport valamint az ELTE Operációkutatási Tanszék munkatársaival közösen. Továbbá elkészült közel tíz új kézirat külföldi egyetemek kutatóival, mint

- Massachusetts Institute of Technology, Dept. of Electrical Engineering & Computer Science [8],
- Hebrew University (Izrael) [1],
- University of Waterloo (Kanada): Pin-Han Ho [13,15].

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

2017-ben a csoport egy korábbi tagja célzott Lendület pályázatot nyert és elkezdte önálló csapatát kialakítani. Jelenleg a korábbi évben nyert projektjeiket zárják le, amelyekben közel 20 MSc és Bsc hallgató vett részt.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

A cikkek a http://lendulet.tmit.bme.hu/lendulet_website/?page_id=21 oldalról letölthetők.

1. Tapolcai J, Vass B, Heszberger Z, Biró J, Hay D, Kuipers F A, Rónyai L: A Tractable Stochastic Model of Correlated Link Failures Caused by Disasters. Proc. IEEE Infocom, (2018)
2. Kiss S, Hosszu É, Tapolcai J, Rónyai L, Rottenstreich O: Bloom Filter with a False Positive Free Zone. Proc. IEEE Infocom, (2018)
3. Sonkoly B, Szabó M, Németh B, Majdán A, Pongrácz G, Toka L, FERO: Fast and Efficient Resource Orchestrator for a Data Plane Built on Docker and DPDK. Proc. IEEE Infocom, (2018)
4. Toka L, Lajtha A, Hosszu É, Formanek B, Géhberger D, Tapolcai J: A Resource-Aware and Time-Critical IoT Framework, Proc. IEEE Infocom, (2017)

5. Tapolcai J, Rónyai L, Vass B, Gyimóthi L List of Shared Risk Link Groups Representing Regional Failures with Limited Size. Proc. IEEE Infocom, (2017)
6. Csoma A, Kőrösi A, Rétvári G, Heszberger Z, Bíró J, Slíz M, Avena-Koenigsberger A, Griffa A, Hagmann P, Gulyás A: Routes Obey Hierarchy in Complex Network. Nature Scientific Reports, 7: 7243 (2017)
7. Yallouz J, Tapolcai J, Kőrösi A, Berczi K, Gyimóthi L, Orda A: Packing Strictly-Shortest Paths in a Tree for QoS-Aware Routing. IFIP Networking Conference (Networking), (2017)
8. Babarczi P, Tapolcai J, Pašić A, Rónyai L, Bérczi-Kovács E, Médard M: Diversity Coding in Two-Connected Networks. IEEE/ACM Transactions on Networking, pp(99): 1-1 (2017)
9. Szalay M, Toka L, Rétvári G, Pongrácz G, Csikor L, Pezaros D P: HARMLESS: Cost-Effective Transitioning to SDN. Proceedings of the SIGCOMM Posters and Demos, 91-93 (2017)
10. Csikor L, Pezaros D P: End-host Driven Troubleshooting Architecture for Software-Defined Networking. IEEE Globecom, 1-7 (2017)
11. Csigi M, Kőrösi A, Bíró J, Heszberger Z, Malkov Y, Gulyás A: Geometric explanation of the rich-club phenomenon in complex networks. Nature Scientific Reports, 7: 1730 (2017)
12. Toka L, Tapolcai J, Darzanos G, Sonkoly B: On Pricing of 5G Services. Proc. IEEE Global Telecommunications Conference (GLOBECOM), (2017)
13. W. He, P. Ho, Tapolcai J: Beacon Deployment for Unambiguous Positioning. IEEE Internet of Things Journal, (2017)
14. Vass B, Bérczi-Kovács E, Tapolcai J: Enumerating Shared Risk Link Groups of Circular Disk Failures Hitting k nodes". Proc. International Workshop on Design Of Reliable Communication Networks (DRCN), (2017)
15. Ali M L, P. Ho, Tapolcai J: A Novel M-Trail Allocation Method for SRLG Fault Localization in All-Optical Networks. Elsevier Optical Switching and Networking (OSN), 23: 179-188 (2017)
16. Pašić A, Babarczi P, Kőrösi A: "Diversity coding-based survivable routing with QoS and differential delay bounds", Optical Switching and Networking, 23: 118-128 (2017)

MTA–BME LENDÜLET STATISZTIKUS TÉRELMÉLETI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Takács Gábor, az MTA doktora
BME Elméleti Fizika Tanszék, 1111 Budapest, Budafoki út 8.
telefon: (1) 463 4110; fax: (1) 463 3567
e-mail: takacsg@eik.bme.hu
a kutatócsoport működési ideje: 2012–2017

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A kutatócsoport a 2012-ben elnyert Lendület pályázat alapján jött létre, fő feladata elméleti fizikai kutatások folytatása a statisztikus térelmélet területén. Ezen kívül a csoport részt vesz az oktatásban, valamint MSc és PhD diákok témavezetésében. Az MTA finanszírozás 2017. június 30-án lezárult, a csoport zárójelentésének „kiváló" minősítésével; 2017. július elsejével egyetemi „Lendület" csoportként működnek tovább.

Az ötéves kutatási tervben alacsony-dimenziós térelméleti megközelítések, valamint az integrálhatóságon alapuló módszerek fejlesztését, illetve alkalmazását irányozták elő a statisztikus fizika, illetve a kondenzált anyagok fizikája időszerű problémáira, további működésük során is erre fókuszálnak.

A 2017-re vonatkozó éves munkatervben megfogalmazott főbb célok és teljesülésük:

- *Nemegyensúlyi időfejlődés csonkolt Hamiltoni megközelítésben*

Az ezen a területen folytatott kutatásuk eredményeinek egy rész megjelent [5], a további eredményekből egy publikáció hamarosan elkészül, egy pedig előkészítés alatt van.

- *Dinamikus bezárás (confinement)*

A kutatás során érdekes összefüggésre bukkantak az entrópia növekedés és a kvázirészecske spektrum között a nem bezáró tartományban, amiből egy kéziratot publikálásra benyújtottak. A bezáró tartományban elért korábbi eredményeik megjelentek a Nature Physics folyóiratban [9].

- *Véges hőmérsékletű korrelátorok spektrális kifejtésének vizsgálata*

Sikerült megalkotni egy bilokális operátorokon alapuló kifejtést, a kézirat hamarosan elkészül.

- *Kvencsek szemiklasszikus leírásának kiterjesztése*

Túlléptek a szigorúan szemiklasszikus tartományon, az eredmények a Physical Review Lettersben jelentek meg [2].

- *Kvantum kvencsek XXX és XXZ spinláncon*

Formulát származtattak korrelátorokra véges térfogatban [7], jelentős haladás értek el az általánosított Gibbs sokaság vizsgálatában [5] és az időfejlődés egzakt meghatározásában [6]. Tisztázták azt, milyen feltétek mellett nevezhető egy kvencs integrálhatónak [1].

- *Peremes szabadenergia az XXZ láncon*

A kitűzött célokat elérték, az eredmények publikálása a közeljövőben várható.

Eredetileg nem tervezett eredmények

1. Az Ising spinláncon sikerült meghatározni a frontok dinamikáját inhomogén kvencsekben [3].
2. Az Ising modellben megmutatták, hogy a Rényi entrópiára épített kölcsönös információ értéke meglepő módon negatív is lehet [8].

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A Nature Physics-ben a bezárásnak a kvencs dinamikájára gyakorolt hatásáról megjelent publikáció [9], ami elnyerte a „BME 2016. évi legjelentősebb tudományos közleménye" díjat (online előzetes publikációként 2016 végén jelent meg). Kiemelkedő kutatási eredmény a szemiklasszikus dinamika kiterjesztéséről a Physical Review Lettersben publikált cikk [2].

b) Tudomány és társadalom

Elméleti kutatás révén a fenti eredmények önmagukban nincsenek közvetlen társadalmi hatással. A csoportvezető ismeretterjesztő előadást tartott részecskefizikáról gépészmérnök hallgatók számára, valamint a BME TTK Nyílt Napon a Fizikai Intézet ismeretterjesztő előadását „Alice Csodaországban: a részecskék világa" címmel.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

Kutatásaik során együttműködtek a BME „Lendület" Egzotikus Kvantumfázisok Kutatócsoporttal (közös publikációk [2,4]). Nemzetközi téren aktív együttműködéseik: a trieszti SISSA (közös publikációk [1,4,6,9]), valamint az oxfordi és a ljubljanai egyetem kutatóival (publikációk előkészületben).

Meghívott nemzetközi előadások

Wonders of Broken Integrability 2-6 October 2017, Simons Center for Geometry and Physics, SUNY Stony Brook, NY USA	*Quenches in quantum field theory* *Integrable quenches of integrable spin chains*
Integrability in Low-Dimensional Quantum Systems 26 June - 21 July 2017, MATRIX Mathematical Research Institute, Melbourne/Creswick, Australia	*Quenches in quantum field theory*
Seminar 26th May 2017, Department of Physics, University of Ljubljana	*Dynamical confinement in non-equilibrium quantum systems*
String Theory Seminar 2nd February 2017 Department of Physics, Queen Mary University of London	*Particle formation and ordering in strongly correlated systems: a 1+1D model of QCD*
Seminar 14th November 2017 Tokyo University,Tokyo	*Integrable initial states of integrable spin chains*
Cargèse Summer School „Exact methods in low dimensional statistical physics" 31st July – 1st August 2017 Cargèse, Corsica, France	*Non-equilibrium dynamics of the Heisenberg spin chain: Exact methods*
Seminar 20th January 2017 Strathclyde University, Glasgow	Non-equilibrium dynamics of low dimensional quantum systems

A csoport tagjai számos további előadást tartottak az ELTE-n, a BME-n, valamint az MTA Filozófia Intézetében.

A csoportvezető a BME-n „Kvantumtérelmélet” címmel a tavaszi félévben heti 3 órás, az őszi félévben „Elektrodinamika 1” és „Részecskefizika” címmel heti 2 órás egyetemi kurzusokat tartott, ezekhez a csoport tagjai tartottak gyakorlatokat. Ezen kívül az őszi félévben tartott még egy speciális kurzust „Haladó kvantumtérelmélet” címmel”, heti 2 órában. A csoport tagjai további gyakorlatok tartásával is részt vettek az egyetemi oktatásban.

Az év folyamán a BME Doktori Iskola egy PhD hallgatója, valamint a BME egy MSc és egy BSc hallgatója, az ELTE két MSc diákja, valamint a bologna-i egyetem egy MSc hallgatója dolgozott témavezetésük alatt. Ezek ebben az évben egy BSc és két MSc diploma megszerzéséhez vezettek, két MSc munka 2018-ban fejeződik be. A fentieken kívül egy PhD eljárás zárult sikeres védéssel és a fokozat odaítélésével.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

2017-ben elnyertek egy KH-17 pályázatot 2 éves futamidővel, 19.896 E Ft összköltségvetéssel. A csoport két tagja MTA Prémium Posztdoktori ösztöndíjas, 29.720, illetve 29.178 E Ft összköltségvetéssel, 3 éves futamidővel (2016-2019). A csoport futó pályázatai még: a csoportvezető vezetésével egy NKFIH K2016 kutatási pályázat 29.851 E Ft összköltségvetéssel, 4 éves futamidővel, valamint részt vesznek egy 2016-ban elnyert OTKA-SNN magyar-szlovén kétoldalú pályázatban, amelynek összköltségvetése 31.001 E Ft, futamideje 3 év.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Piroli L, Pozsgay B, Vernier E: What is an integrable quench?, Nucl. Phys. B, 925: 362-402 (2017)
2. Moca CP, Kormos M, Zaránd G: Hybrid Semiclassical Theory of Quantum Quenches in One-Dimensional Systems. Phys. Rev. Lett., 119: 100603 (2017)
3. Kormos M: Inhomogeneous quenches in the transverse field Ising chain: scaling and front dynamics. Scipost Physics, 3: 020 (2017)
4. Pozsgay B, Vernier E, Werner MA: On Generalized Gibbs Ensembles with an infinite set of conserved charges. J. Stat. Mech., 1709: 093103 (2017)
5. Horváth DX, Takács G: Overlaps after quantum quenches in the sine-Gordon model. Phys. Lett. B, 771: 539-545 (2017)
6. Piroli L, Pozsgay B, Vernier E: From the quantum transfer matrix to the quench action: the Loschmidt echo in XXZ Heisenberg spin chains. J. Stat. Phys., 2017: 023106 (2017)
7. Pozsgay B: Excited state correlations of the finite Heisenberg chain. J. Phys. A, 50: 074006 (2017)
8. Kormos M, Zimborás Z: Temperature driven quenches in the Ising model: appearance of negative Renyi mutual information. J. Phys. A, 50: 264005 (2017)
9. Kormos M, Collura M, Takács G, Calabrese P: Real-time confinement following a quantum quench to a non-integrable model. Nature Physics, 13: 246-249 (2017)

MTA–ELTE LENDÜLET EIRSA ASZTROFIZIKAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Frei Zsolt, az MTA doktora
ELTE Fizikai Intézet, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A
telefon: (1) 372 2767; fax: (1) 372 2753
e-mail: frei@alcyone.elte.hu
a kutatócsoport működési ideje: 2012–2017

A 2012-ben indult Lendület-kutatócsoport 2017. június 30-án befejezte működését. Az öt év eredményeiről szóló záróbeszámolót 2017. február 15-re elkészítették. A záróbeszámoló értékelési folyamatának része volt a csoportvezető szóbeli meghallgatása az MTA tudományterületi szakbizottsága előtt 2017. május 3-án. A meghallgatáson Frei Zsolt kiemelte, hogy nagy nemzetközi asztrofizikai projektekben vettek részt, százmillió - egymilliárd dolláros berendezést használnak közösen. A tényleges magyar részvétel keretében hardvert építettek és az adatfeldolgozásban (galaxis-katalógus készítés) is részt vettek. Most már rendszeresen mérnek és a földet veszélyeztető kisbolygók katalogizálásában is részt vesznek. Időközben más kutatási infrastruktúrákhoz is csatlakoztak. Több neves kutatót sikerült Magyarországra csábítaniuk.

A Matematikai és Természettudományi Szakbizottság a kutatócsoport teljesítményét kiválóra értékelte, a Lendület pályázaton kívül számos egyéb, ezt többszörösen meghaladó bevételt szereztek, három stabil vezető kutatójuk van, egy nagyon jelentős publikációjuk is volt. Frei Zsolt sokat oktat és Széchenyi díjat is kapott. Kiváló a csoportmenedzselése. A szakbizottság az egész csoportot nagyra értékelte, mert a csoport két tagjának csoportvezetőjével összemérhetően jelentős a publikációs teljesítménye.

2017. július 1-től a kutatócsoport MTA–ELTE Extragalaktikus Asztrofizikai Kutatócsoport néven, támogatott kutatócsoportként folytatja működését. Az azóta elért eredményeik e csoport beszámolójánál szerepelnek.

MTA–ELTE LENDÜLET KATALÍZIS ÉS SZERVES SZINTÉZISEK KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Novák Zoltán, PhD
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A
telefon: (1) 372 2500/1610; fax: (1) 372 2592
e-mail: novakz@elte.hu
a kutatócsoport működési ideje: 2012–2017

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

5 éves kutatási terv: A kutatócsoport elsődleges feladata a szerves kémia területén végzett kutatások kivitelezése. A kutatócsoport munkája főleg az átmenetifém-katalizált átalakítások vizsgálatára irányul. Ezen a területen a keresztkapcsolási és oxidatív kapcsolási reakciók kifejlesztése, működésük és alkalmazhatóságuk vizsgálata az elsődleges cél. Az öt éves kutatási projekt keretein belül számos C-H aktiváláson alapuló eljárást és átmenetifém-katalizált eljárást kívánnak kidolgozni, valamint a reakciók megértéséhez mechanizmus vizsgálatokat folytatni. Az átalakításokhoz hipervalens jódvegyületeket állítottak elő és használtak.

A kutatás fontos eleme, hogy gyógyszeripari igényeknek megfelelően a kutatócsoport olyan eszközöket fejlesszen, amelyek közvetlenül is felhasználhatóak gyógyszermolekulák szintézisében. Ennek megfelelően a gyógyszeripari megbízások és együttműködések stratégiai fontosságúak. Egyetemi környezetben működő kutatócsoportként a másik jelentős feladat az oktatásban való részvétel, a kutatói utánpótlás biztosítása érdekében. A kutatócsoport munkájában ez a BSc. MSc. alaplaborok és speciális laborok megtartásában, tudományos diákköri, szakdolgozati és doktori kutatómunkák irányításában nyilvánul meg. A 2017-es évben 2 PhD, 6 BSc. és 2 MSc. védésre került sor kutatócsoportunkban és 4 TDK dolgozat készült, melyek közül egy első helyezést ért el az ELTE házi TDK illetve az OTDK versenyén.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Az általuk korábban vizsgált oxidatív kapcsolási reakcióban aldehidből képződő benzoil gyökök reaktivitását használták ki a karbopalladálás során kialakuló palládium-komplexszel. Ennek analógiájára, olyan orto arilezési eljárást kívántak kidolgozni, amelyben a kapcsoláshoz szükséges aril gyökök aril diazónium sókból kiindulva látható fénnyel aktivált fotoredox-katalízis segítségével generálhatóak. A vizsgálatok során feltérképezték az acetanilidek és a diazónium sók reaktivitását, különös tekintettel az aromás gyűrűkön elhelyezkedő funkciós csoportok pozíciójára és elektronikus sajátságaira. Az eredmények azt mutatják, hogy a kapcsolási reakció mind etil-eozin mind pedig Ru-komplex esetében jó funkciós csoport toleranciával rendelkezik, és jó konverzióval keletkeztek a kívánt biaril-származékok.

A kísérletek kivitelezése során feltárták a fotoredox katalízis alkalmazása során felmerülő technikai nehézségeket, és a katalízist befolyásoló tényezőket, de sajnos szintetikus szempontból hatékony átalakítást ezzel a megközelítéssel nem tudtak kidolgozni. A későbbiekben ezt az új katalitikus aktiválási lehetőségeket alkalmazták heterociklusos molekulák kialakítására C-H funkcionalizáláson keresztül. Ennek megfelelően eljárást dolgoztak ki oxindolok szintézisére. Ez a heterociklusos váz biológiai aktivitás szempontjából

kiemelkedő fontosságú. Az általunk kifejlesztett eljárásban diazónium sók segítségével, eritrozin B fotokatalizátort használva sikeresen állítottak elő 27 különböző oxindol származékot [1].

Kutatásaik során folytatták a palládiumkatalizált C-H aktiválási reakció segítségével történő trifluoretilezési reakciók vizsgálatát, és a reakciót kiterjesztettük aromás ureaszármazékokra is. A palládiumkatalizált reakció körülményeinek optimálását követően a C-H aktiválási reakció kiterjeszthetőségét vizsgálták elsőként anilid származékokon. A szintézisek során 29 különböző anilidszármazék orto helyzetű trifluoretilezését valósították meg, és szinte minden esetben kiváló termeléssel sikerült izolálni a megfelelő trifluoretilezett származékokat. A vizsgálatok megmutatták, hogy a reakció jól tolerálja a halogének (F, Cl, Br, I), alkil csoportok, észter és éter funkciós csoportok jelenlétét. Az urea részleten pedig alkil és aril csoportok is egyaránt alkalmazhatóak, mint irányító csoportok. A vizsgálatok során feltételezték, hogy a reakció ebben az esetben is dimer, acetáthidas palládiumkomplex kialakulásán keresztül játszódik le. Megmutatták, hogy az izolált palládiumkomplex pillanatszerűen reagál a hipervalens jódvegyülettel már -10°C-on is. A dimer komplex reakció közbeni kialakulását, illetve reaktivitását in situ IR mérések segítségével is alátámasztották. A szintézisek kivitelezésén kívül együttműködésben javaslatot tettek a palládiumkatalizált reakció mechanizmusára is kvantumkémiai számítások segítségével [2].

A C-H aktiválási reakciók témakörében kidolgoztak egy aranykatalizált eljárást, amelynek segítségével azulénszármazékok közvetlenül alkinilezhetőek, hipervalens jódvegyületek segítségével. Az általuk kifejlesztett átalakításban TIPS-acetilén csoport építhető be a speciális karbociklusos molekulába, amely a későbbiekben tovább alakítható. A kifejlesztett eljárás kiterjeszthetőségét 18 példán mutatták be (32-79% termelés, [3]).

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport tagjai aktívan részt vettek a 2017. évi „Kutatók éjszakája” című program lebonyolításában az ELTE TTK Kémiai Intézetében.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A kutatócsoport az ELTE Kémiai intézetében a következő oktatási tevékenységeket folytatja: A kutatócsoport vezetője a 2017 évben 24 kredit oktatási tevékenységet folytatott, amely 4 gyakorlati kurzust és 2 elméleti kurzust foglal magába. A kutatócsoport munkatársai (5 fő, tudományos segédmunkatársak és PhD hallgatók) szintén részt vettek a gyakorlati oktatásban. A 2017-évben 2 PhD, 5 BSc. 1 MSc. dolgozat készült.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport a 2017 évben három NKFIH kutatási pályázatot el összesen 70.936.000 HUF értékben.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Gonda Zs, Béke F, Tischler O, Petró M, Novák Z, Tóth B L: Erythrosine B catalyzed visible-light photoredox arylation-cyclization of N-alkyl-N-aryl-2-(trifluoromethyl)-acrylamides to 3-(trifluoromethyl)indolin-2-one derivatives. Eur. J. Org. Chem., 15: 2112-2117 (2017) Link(ek): DOI, WoS, Scopus, Egyéb URL

2. Kovács S, Tóth B L, Borsik G, Bihari T, May N V, Stirling A, Novák Z: Direct ortho-Trifluoroethylation of Aromatic Ureas by Palladium Catalyzed C-H activation: A Missing Piece of Aromatic Substitutions. Adv. Synth. Catal., 359:(3) pp. 527-532 (2017) Link(ek): DOI, WoS, Scopus
3. Székely A, Péter Á, Aradi K, Tolnai G L, Novák Z: Gold-Catalyzed Direct Alkynylation of Azulenes. Org. Lett., 19: 954-957 (2017) Link(ek): DOI, PubMed, WoS, Scopus.
4. Kovács S, Tóth BL, Borsik G, Bihari T, May NV, Stirling A, Novák Z: Direct ortho-Trifluoroethylation of Aromatic Ureas by Palladium Catalyzed C-H activation: A Missing Piece of Aromatic Substitutions. Advanced Synthesis & Catalysis, 359: 527-532 (2017) http://real.mtak.hu/cgi/users/home?screen=EPrint::View&eprintid=74138

MTA–ELTE LENDÜLET RÁCSTÉRELMÉLETI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Katz Sándor, az MTA levelező tagja
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A
telefon: (1) 372 2546; fax: (1) 372 2509
e-mail: katz@bodri.elte.hu
a kutatócsoport működési ideje: 2012–2017

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

Ötéves kutatási terv:

QCD átmeneti hőmérséklet meghatározása Wilson fermionokkal,
Statikus kvark-antikvark szabadenergia meghatározása,
Spektrálfüggvények meghatározása,
Nemnulla kémiai potenciál vizsgálata staggered fermionokkal,
Wilson termodinamika a fizikai pontban,
Állapotegyenlet,
Megmaradó töltések fluktuációi,
Első vizsgálatok királis fermionokkal,
Nemnulla kémiai potenciál vizsgálata Wilson fermionokkal,
Nemnulla kémiai potenciál vizsgálata kontinuum limeszben,
Új módszerek.

Korábban elért eredmények:

1. T_c meghatározása Wilson fermionokkal,
2. Statikus szabadenergia meghatározása,
3. Spektrálfüggvények meghatározása izotróp rácsokon,
4. Fluktuációk meghatározása staggered fermionokkal,
5. Állapotegyenlet meghatározása,
6. Izospin felhasadás vizsgálata,
7. Termodinamika királis fermionokkal,
8. Fluktuációk magas hőmérsékleten,
9. Fázisdiagram és állapotegyenlet véges kémiai potenciálnál.

A Lendület pályázatnak a 2017. évben három fő célkitűzése volt:

– 2D O(3) modell vizsgálata véges kémiai potenciálnál,
– QCD fázisdiagram állapotsűrűség módszerrel,
– Anderson lokalizáció és a QCD átmenet kapcsolata.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

2D O(3) modell vizsgálata

A véges kémiai potenciál vizsgálatára az egyik legígéretesebb javasolt módszer a komplex Langevin dinamika. Céljuk az volt, hogy egy olyan modellen teszteljék a módszert, ahol egyrészt tudnak egzakt módszerekkel referencia eredményeket kapni, másrészt a QCD-hez

hasonlóan létezik kontinuum limesz, és ez a gyenge csupasz csatolás limeszben valósul meg (aszimptotikus szabadság). Ennek megfelelően a 2D nemlineáris O(3) modellben vizsgálták a komplex-Langevin eljárás alkalmazhatóságát. Referenciaként az előjelproblémával nem rendelkező worm algoritmust implementálták és használták. Az eredmények azt mutatják, hogy a komplex-Langevin eljárás alacsony hőmérsékleten nem működik, de az alkalmazhatóság határa nagyban függ az alkalmazott diszkretizációtól. Ennek a ténynek nagy jelentősége van a QCD-re nézve is.

QCD fázisdiagram állapotsűrűség módszerrel

Kis rácsokon megkezdték a QCD fázisdiagram vizsgálatát alacsony hőmérsékleten. Az állapotsűrűség módszer során a pion kondenzátumot rögzítik különböző értékekre, majd a rögzített kondenzátum mellett kapott eredmények integrálásával kapják meg a teljes eredményeket. Mivel véges izospin kémiai potenciál mellett végeznek szimulációkat és innen súlyoznak át barion kémiai potenciálra, így a (barionikus kémiai potenciál esetén nem megjelenő) pion kondenzáció problémát jelenthet. Ezen segít az állapotsűrűség módszer, melynek segítségével olyan konfigurációkat is generálnak, melyeken nincs pion kondenzátum

Anderson lokalizáció és a QCD átmenet kapcsolata

Megvizsgálták, milyen kapcsolatban áll egymással a véges hőmérsékletű QCD átmenet és a Dirac operátorok alsó módusainak lokalizációja. Magas hőmérsékleten a QCD Dirac operátor alsó sajátértékei Poisson statisztikát követnek, mely azzal kapcsolatos, hogy a megfelelő sajátvektorok lokalizáltak. A jelenség teljesen analóg a kondenzált anyagok fizikájából ismert Anderson lokalizációval. A lokalizált és delokalizált módusokat elválasztó pont a spektrumban (mobility edge) hőmérsékletfüggő: a hőmérséklet csökkenésével a spektrum alja felé tolódik, majd eltűnik. Ez az eltűnés a korábbi eredmények alapján a QCD átmeneti hőmérséklet környékén következik be. Ahhoz, hogy ezt a kapcsolatot pontosítani tudják, egy olyan modellt vizsgáltak (rács QCD durva rácson), ahol elsőrendű fázisátalakulás van, ezáltal T_c nagyon precízen definiálható. Azt találták, nagy pontossággal teljesül, hogy a lokalizáció határa is T_c , tehát a két jelenség (QCD fázisátmenet, ill. lokalizáció megjelenése a spektrumban) valószínűleg szoros kapcsolatban áll egymással.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

Két houstoni kutatóval közösen nyertek el gépidőt az USA DOE INCITE pályázatán (2016. január – 2017. december).
A következő munkahelyek kutatóival vannak kapcsolatban: MTA Atomki, Marseille CPT, Wuppertal University, Wuppertal, Németország (négy kutatóval), Frankfurt, Regensburg, Bonn.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A csoport vezetője elnyerte az NKFIH élvonal pályázatát (298 millió Ft) a csoport tevékenységének folytatására, mely 2018. január 1-től indul.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Katz S, Niedermayer F, Nogradi D, Torok C: Comparison of algorithms for solving the sign problem in the O(3) model in 1+1 dimensions at finite chemical potential. Phys. Rev. D, 95:(5) 054506 (2017)
https://journals.aps.org/prd/abstract/10.1103/PhysRevD.95.054506

2. Vovchenko V, Pasztor A, Fodor Z, Katz SD, Stoecker H: Repulsive baryonic interactions and lattice QCD observables at imaginary chemical potential. Phys. Lett. B, 775: 71 (2017) https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0370269317308547
3. Bruckmann F, Endrodi G, Giordano M, Katz SD, Kovacs TG, Pittler F, Wellnhofer J: Landau levels in QCD. Phys. Rev. D,96:(7) 074506 (2017) https://journals.aps.org/prd/abstract/10.1103/PhysRevD.96.074506
4. Alba P, et al.: Constraining the hadronic spectrum through QCD thermodynamics on the lattice. Phys. Rev. D, 96:(3) 034517 (2017) https://arxiv.org/abs/1702.01113
5. Giordano M, Katz SD, Kovacs TG, Pittler F: Deconfinement, chiral transition and localisation in a QCD-like model. JHEP, 1702: 055 (2017)

MTA–PE LENDÜLET TRANSZLÁCIÓS GLIKOMIKA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Guttman András, az MTA külső tagja
8200 Veszprém, Egyetem u 10.
telefon: (88) 624 063; fax: (94) 999 695
e-mail: lendulet@lendulet.uni-pannon.hu
a kutatócsoport működési ideje: 2012–2017

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

Az MTA-PE Transzlációs Glikomika kutatócsoport 5 éves kutatási célja új, integrált eszközök és módszerek kifejlesztése illetve alkalmazása volt olyan speciális glikomikai kutatásokban, ahol a rendelkezésre álló minta csak nagyon limitált mennyiségben állt rendelkezésre, pl. keringő ráksejtek esetében. A csoport megalapítása óta a rákos folyamatban a sejtek felszíni kommunikációjában lényeges szerepet játszó glikoproteinek komplex cukorszerkezetének nagy érzékenységű vizsgálatához fejlesztett ki mikrofluidikai módszereket és bioinformatikai eszközöket. Az 5 éves támogatási időszak végére a terveknek megfelelően az új, integrált módszereket fejlesztését befejezték és alkalmazták nagy érzékenységű glikomikai kutatásainkban limitált mennyiségű minták esetén (kevesebb, mint ezer ráksejtből). A projekt futamideje alatt 265 biológiailag fontos glikán struktúrát sikerült azonosítaniuk kapilláris elektroforézis és elektrokromatográfiás módszerekkel, melynek nagy részét mennyiségileg is meghatározták.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A projektet a munkatervnek megfelelően befejezték. A kutatócsoport munkájának eredményeit rendszeresen közölte a szakterület vezető folyóirataiban, melyek közül az alábbiakat emelik ki:

- A mintaveszteség minimalizálásának érdekében optimálták a CE-MS glikomikai célú kapcsolását, különös tekintettel a minták kihígulásának elkerülésére (pl. kisszámú keringő ráksejtből származó glikánok). A munka magában foglalta a mintaelőkészítés és CE-ESI-MS lépések során jelentősen eltérő reakciókörülmények és reagens térfogatok összehangolását beleértve a minták töményítését, valamint az ESI interface és intergált online/offline csatlakozás kidolgozását [1].
- A fehérjebefogással kiegészített kétkompartmentes rendszer kapcsolásának kialakítása valamint egy egységbe való integrációjának megvalósítása is befejeződött. Az integrált rendszerben előkészített mintákból kapott eredmények folyamatosan összevetésre kerültek a hagyományos, külön részegységben történő mintaelőkészítés eredményeivel. A CE-ESI-MS méréshez szükséges mágneses gyöngy alapú mintakoncentráló rendszer is tervezésre, valamint megvalósításra került, mely alkalmas volt kis mintakoncentráció (<1000 sejt) esetén is a detektáláshoz szükséges mintamennyiség elválasztó kapillárisba juttatására [2].
- A kialakított integrált mintaelőkészítő és analízis rendszerrel klinikai mintákból elvégezték a kis sejtszám esetén a glikán profil meghatározását különböző daganatos megbetegedések esetén (myeloma multiplex és tüdőrák). Összehasonlításra és kiértékelésre kerültek a különböző daganatos megbetegedések közötti (és ezek eltérő fázisai) valamint a sejtvonalakból kapott glikozilációs különbségek [4,7].
- Komplex cukrok hidrofil interakciós kapilláris elektrokromatográfiás (HI-CEC) folyamatának megértése érdekében különböző hőmérsékleteken vizsgálták az aktiválási energia hatását szénhidrátok elekromigrációjára az Arrhenius összefüggés alapján. A viszkozitás (etilén glikol adalék esetén), valamint a hidrofil polimer pszeudo-stacionáris fázis (poliakrilamid és polietilén-oxid adalék esetén) hatását vizsgálták lineáris cukorstruktúrák (α1-4 kötésű glükóz oligomerek), továbbá elágazó láncú immunoglobulin

oligoszaharidok elektroforetikus vándorlására, növekvő acetonitril koncentrációjú elektrolitokban. Monomer és polimer adalék koncentráció-függő aktiválási energiaváltozást tapasztaltak lineáris maltooligoszaharidok esetén, mely molekuláris konformáció változásokhoz volt köthető. A Ferguson egyenletből számított retardációs koefficiensről megállapították, hogy a viszkozitási komponens és a szénhidrát mintának az adalék polimerrel való kölcsönhatására jellemző komponens összegének tekinthető. Ezen eredményeink alapján új kapilláris elektrokromatográfiás eljárást dolgoztunk ki nagyhatékonyságú és nagy felbontóképességű karbohidrát analízisre [5, 6, 8].

- Megvalósították az integrált mintaelőkészítési módszer egymást követő lépéseinek összehangolását a sejtbefogástól a minta előkésztésen át a CE valamint CE-ESI-MS rendszerhez történő közvetlen kapcsolásig. Mivel kereskedelmi forgalomban nem kapható olyan CE berendezés, mely a projekt céljainak megfelelő technikai változtatásokra alkalmas lett volna, ezért a mérések kivitelezéséhez saját fejlesztésű CE berendezés megépítésére került sor, mely hatékonyan kapcsolható volt mind a kifejlesztett integrált mintaelőkészítési rendszerhez, mind a tömegspektrométerhez. A CCD technológiára épülő digitális jelfeldolgozási rendszert fluoreszcenciás detektálásra fejlesztették ki. Továbbá a kifejlesztett képfeldolgozó algoritmusainkkal valós idejű, koncentráció-reszponzív feldolgozást tették lehetővé, ezáltal a fluoreszcensen jelölt minta elektroferogramja digitálisan újra feldolgozható volt injektálás/elválasztás nélkül. Ez a tulajdonság a kis koncentrációban (pl. keringő ráksejtek) rendelkezésre álló minták esetében kulcsfontosságú volt [9].
- Munkájuk során folyamatos volt a kapilláris elektroforézissel meghatározott nagyszámú komplex cukorminta migrációs tulajdonságainak és tömegspektrometriás jellemzőinek adatbázisba foglalása, melynek segítségével a ráksejtekből kinyert glikánok szerkezete ezen jellemzők alapján egyszerűen és gyorsan visszakereshető, valamint értékelhető volt. A glükóz egység (glucose unit – GU) értékeket az elektroferogramok feldolgozása alapján kiszámító program kifejlesztése után sor került a kibővített adatbázis felállítására két és három sztenderdes nagypontosságú megoldással, valamint a normál elválasztó gélen kívül egy új nagyfelbontású gél segítségével (www.gucal.hu) [12].

b) Tudomány és társadalom

A csoport több ismeretterjesztő előadással – többek között beiskolázási és pályaorientációs céllal – mutatta be, hogy a Lendület program által támogatott kutatások hogyan járulnak hozzá a rákos betegségek korai felismerésével kapcsolatos kérdések megválaszolásához, ezzel is felkeltve a nem szakmabeliek érdeklődését. A Kutatók Éjszakája rendezvénysorozat keretein belül a sejtbefogást bemutató tudomány-népszerűsítő program került bemutatásra főként középiskolás diákok és szüleik számára. Továbbá a csoport tagjai ismeretterjesztő előadásokat tartottak az év során középiskolás diákok számára (Gyógyítható-e a rák? címmel a Noszlopy Gáspár Gimnázium és Kollégiumban; Vérben keringő ráksejtek vizsgálata a gyógyítás szolgálatában – avagy rákdiagnosztikai kutatások címmel a Pannon Egyetemen, Vetési Albert Gimnáziumban.)

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A csoport elismert hazai és nemzetközi kutatóintézetekkel valamint vállalatokkal alakított ki, illetve tart fenn szoros együttműködést. A Sciex és Beckman (Brea, CA) cégek kapilláris elektroforézis és tömegspektrometriás készülékekkel támogatta a csoport munkáját. Folytatódtak a csoport korábban megkezdett együttműködései a Cseh Tudományos Akadémia brnói Analitikai Kémiai Intézetével, a párizsi Curie Intézettel és az Innsbrucki Orvosi Egyetemmel. Az Országos Onkológiai Intézet és a Debreceni Egyetem MMKK biztosított megfelelő orvosi hátteret a csoport analitikai glikomikai vizsgálataihoz. A mikrochipek

prototipizálása a debreceni MTA-ATOMKI és a budapesti MTA-KFKI laboratóriumaiban történt. A Lendület program keretében 2017-ben új PhD programok kerültek meghirdetésre valamint az év során a kutatócsoport vezetője Orvosi Genombiológia, Analitikai Rendszerbiológia és Glikomika tárgyakból tartott MSc és PhD szintű kurzusokat.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A folyó évben elnyert és megkezdett pályázatok: A csoport jelentős ipari támogatásra tett szert a Sciex (Brea CA, USA; 10 M HUF – fogyóeszközök és vegyszerek), Prozyme Inc (Hayward CA, USA; 2,7 M HUF - enzimek) és PhyNexus (San Jose CA: 3 M HUF - mikrokolonnák) cégektől.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Jarvas G, Fonslow B, Yates JR, Foret F, Guttman A: Characterization of a porous nano-electrospray capillary emitter at ultra-low flow rates. J. Chrom. Sci., 55: 47-51 (2017) Link
2. Szigeti M, Guttman A: High-throughput N-glycan analysis with rapid magnetic bead-based sample preparation. Methods Mol. Biol., 1503: 265-272 (2017) Link
3. Hajba L, Guttman A: Recent advances in column coatings for capillary electrophoresis of proteins. Trac-Trends in Analytical Chemistry 90: 38-44 (2017) Link
4. Donczo B, Szarka M, Tovari J, Ostoros Gy, Csanky E, Guttman A: Molecular glycopathology by capillary electrophoresis: Analysis of the N-glycome of formalin-fixed paraffin-embedded mouse tissue samples. Electrophoresis, 38:(12) 1602-1608 (2017) Link
5. Szigeti M, Guttman A: High-Resolution Glycan Analysis by Temperature Gradient Capillary Electrophoresis. Anal. Chem., 89:(4) 2201–2204 (2017) Link
6. Kovács Zs, Papp G, Horváth H, Joó F, Guttman A: A novel carbohydrate labeling method utilizing transfer hydrogenation-mediated reductive amination. J. Pharm. Biomed. Anal., 142: 324-327 (2017) Link
7. Kovacs Zs, Simon A, Szabo Z, Nagy Zs, Varoczy L, Pal I, Csanky E, Guttman A: Capillary electrophoresis analysis of N-glycosylation changes of serum paraproteins in multiple myeloma. Electrophoresis, 38: (17) 2115-2123 (2017) Link
8. Szigeti M, Guttman A: Automated N-Glycosylation Sequencing Of Biopharmaceuticals By Capillary Electrophoresis. Sci Rep., 7: (1) 11663 (2017) Link
9. Szarka M, Guttman A: Smartphone Cortex Controlled Real-Time Image Processing and Reprocessing for Concentration Independent LED Induced Fluorescence Detection in Capillary Electrophoresis. Anal. Chem., 89: (20) 10673-10678 (2017) Link
10. Hajba L, Guttman A: Continuous flow based microfluidic systems for therapeutic monoclonal antibody production and organ-on-a-chip drug testing. J. Flow Chem., 7: (3-4) 118-123 (2017) Link
11. Járvás G, Varga T, Szigeti MG, Hajba L, Fürjes P, Rajta I, Guttman A: Tilted pillar array fabrication by the combination of proton beam writing and soft lithography for microfluidic cell capture Part 2: Image sequence analysis based evaluation and biological application. Electrophoresis, (2017) DOI: 10.1002/elps.201700268. Link
12. Járvás G, Szigeti M, Guttman A: Structural identification of N-linked carbohydrates using the GUcal application: A tutorial. J. Proteomics, 171: 107-115 (2018), Accepted in 2017. Link

MTA–SZTE LENDÜLET PÓRUSOS NANOKOMPOZITOK KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Kukovecz Ákos, PhD
6720 Szeged, Rerrich Béla tér 1.
telefon: (62) 544 620; fax: (62) 544 619
e-mail: kakos@chem.u-szeged.hu; honlap: http://www.porousnanocomposites.com
a kutatócsoport működési ideje: 2012–2017

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A kutatócsoport 2012. július 1-én kezdte meg működését. Céljuk a nanopórusos szilárd anyagok (különösen az egydimenziós nanoszerkezetekből felépülő hálózatok) és a fluidumok kölcsönhatásainak, a nano- és a mikrovilág határán zajló fizikai-kémiai folyamatoknak a jobb megértése. Öt éves kutatási tervük három alappillére az új pórusos nanokompozit anyagok fejlesztése, a párolgási profil nevű analitikai kémiai módszer elméleti és gyakorlati fejlesztése, valamint szelektív gázérzékelők készítése volt. A beszámolási időszakban ezeket a kutatási irányokat sikeresen lezárták. A csoport 2017. június 30-án a terveknek megfelelően befejezte az MTA keretei között végzett működését, és munkáját a Szegedi Tudományegyetem támogatásával folytatja tovább.

A csoport tevékenységét a benyújtott záróbeszámoló alapján az MTA elnöke "kiváló" minőségűre értékelte.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A csoport munkájának kiemelt gyakorlati célja volt a szenzorfejlesztés. Ebben az utolsó évi szakmai beszámolóban ezért kifejezetten ilyen jellegű kutatási eredmények ismertetése szerepel.

Az irodalomban elsőként sikerült titanát nanocsöveket antimon oxihalogenidekkel módosítaniuk. Részletesen elemezték az így nyert nanokompozit anyag morfológiai és kristálytani jellemzőit, majd jellemezték fotokatalitikus tulajdonságait. A mérések alapján sikerült felállítaniuk a nanokompozit anyag sávszerkezeti modelljét. Ennek alapján valószínűnek tűnik, hogy az antimon oxihalogeniddel módosított titanát nanocsövek a jövőben sikeresen lesznek bevonhatók szenzorikai fejlesztésekbe is.

P-típusú félvezető mezopórusos nikkel-oxid hordozót készítettek, amelyre szigorúan kontrollált méretű, 1,6 nm, 6,4 nm és 7,9 nm átmérőjű platina nanorészecskéket rögzítettek. Az így kapott pórusos nanokompozit anyag 30 Celsius fokon kiváló fotoelektromos választ mutatott, amit a felvitt platina nanorészecskékkel tovább lehetett javítani. A kompozit képes volt oxigénszenzorként is működni, amit a fotoelektromos válasz oxigén- és argonatmoszférában mért különbségével bizonyítottak. A platina nanorészecskék érzékenyítő hatását sikerült a kísérleti eredményekkel összhangban értelmezniük sávelméleti alapon.

Szobahőmérsékleten működő etanol szenzorként használható vékony hibrid filmet készítettek cink-peroxid, poliakrilsav és mezopórusos szilika részecskék rétegenkénti egymásra építésével. A reflektometriás interferencia spektroszkópiai elven működő szenzor kimutatási határa 500 ppb-nél is jobb volt, és a 0,5-12 ppm koncentrációtartományban lineáris választ adott. Sikerült megtalálniuk és bizonyítaniuk a felépített réteg tulajdonságai és a kiváló szenzorműködés közötti ok-okozati kapcsolatot is. Ebben döntő szerepe van a rétegbe épített

mezopórusos szilika részecskék nagy fajlagos felületének, ami kiválóan illeszkedik a Pórusos Nanokompozitok kutatócsoport elsődleges kutatási irányához.

A kutatócsoport vezetője főszerkesztője a Nanopages című tudományos, Scopus által referált folyóiratnak, valamint tagja a szegedi EUCMOS nemzetközi konferencia helyi szervező bizottságának, és társelnöke a SIWAN konferenciának, és meghívott előadást tartott több nemzetközi konferencián is.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport a kezdetektől nagy hangsúlyt fektetett a tájékoztatására és az ismeretterjesztésre. A csoport honlapján (http://www.porousnanocomposites.com) és közösségi média oldalán is folyamatosan tájékoztatta az érdeklődőket a csoport életét érintő eseményekről, eredményekről, műszerbeszerzésekről stb.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A csoport tagjai több, mint 20 európai egyetemmel, kutatóintézettel és vállalattal tartanak élő kapcsolatot. Legfontosabb külföldi együttműködő partnereik: Oului Egyetem (Finnország), Rice Egyetem (USA), Újvidéki Egyetem (Szerbia), Bakui Állami Egyetem (Azerbajdzsán), Kolozsvári Egyetem Románia), National Taiwan University (Taiwan). A beszámolási évben két új partnerrel bővítették kapcsolati hálózatukat: Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek (TNO) (Hollandia), és FrontMaterials Co. Ltd. (Taiwan).

A csoport legfontosabb hazai partnerei az MTA-SZTE Reakciókinetikai és Felületkémiai Kutatócsoport, az SZTE FKAT Nemlineáris Dinamika és Kinetika Kutatócsoport és az SZTE SZKT Anyag és Oldatszerkezeti Kutatócsoport. Mellettük többek közt az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont és a BME munkatársaival ápolnak jó munkakapcsolatot. 2016-ban a Pannon Egyetemről egyik kutatójával kezdtek együtt dolgozni a párolgási profilok modellezése területén.

A csoport valamennyi diplomás tagja részt vett az SZTE oktatásában. A csoport vezetője több főkollégiumi kurzus előadója és az anyagmérnök alapszak szakfelelőse, a csoport tagjai pedig számolási és laboratóriumi gyakorlatokat, valamint hallgatói munkákat vezetnek.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A beszámolási időszakban a csoport egy új pályázatot nyert el. Ez a M-ERA.Net 2 nemzetközi kutatási rendszerbe benyújtott CLEARPV pályázat volt, ami átlátszó perovszkit napelemek fejlesztésére irányul taiwani-holland-magyar együttműködés keretében. A pályázatot még a csoport munkájának zárása előtt megnyerték, de a hazai implementálására szolgáló NKFIH OTKA NN pályázatban a szerződéskötés elhúzódása miatt csak 2017 szeptemberében kezdődött meg a tényleges munka.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Buchholcz B, Haspel H, Boldizsár T, Kukovecz Á, Kónya Z: pH-regulated Antimony Oxychloride Nanoparticle Formation on Titanium Oxide Nanostructures: A Photocatalytically Active Heterojunction. Crystengcomm, 19: 1408-1416 (2017)
   Link(ek): SZTE Publicatio, REAL, DOI

2. Gómez-Pérez J, Dobó DG, Juhász KL, Sápi A, Haspel H, Kukovecz Á, Kónya Z: Photoelectrical response of mesoporous nickel oxide decorated with size controlled platinum nanoparticles under argon and oxygen gas. Catalysis Today, 284: 37-43 (2017) Link(ek): SZTE Publicatio, DOI
3. Sebők D, Janovák L, Kovács D, Sápi A, Dobó DG, Kukovecz Á, Kónya Z, Dékány I: Room temperature ethanol sensor with sub-ppm detection limit: Improving the optical response by using mesoporous silica foam. Sensors And Actuators B-Chemical, 243: 1205-1213 (2017) Link(ek): SZTE Publicatio, DOI, Scopus

MTA–BME LENDÜLET EMBERI EGYENSÚLYOZÁS KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Insperger Tamás, az MTA doktora
1111 Budapest, BME, Műszaki Mechanikai Tanszék , Műegyetem rkp. 5.
telefon: (1) 463 1227; e-mail: insperger@mm.bme.hu
honlap: http://hbrg.mm.bme.hu
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2016

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

Az MTA-BME Lendület Emberi Egyensúlyozás Kutatócsoport 2016 júliusában alakult. A kutatás célja az emberi egyensúlyozás folyamatának megértése, határainak kiterjesztése a reflexkésés és az érzékelési bizonytalanságok figyelembevételével. A kutatócsoport feladatai 2017-ben a kutatási tervhez szükséges mérőeszközök beszerzése, a kísérleti berendezések megépítése és összeállítása, a tervezett mérések elrendezésének, lebonyolításának megtervezése, próbája volt. Emellett feladat volt különböző egyensúlyozási feladatok kidolgozása és mechanikai modelljének a megépítése. Az alapvető célkitűzés két egyensúlyozási feladat részletes elméleti és kísérleti vizsgálata volt: az ujjhegyen vagy pingpong ütőn való rúdegyensúlyozás, ahol elsősorban a vizuális visszacsatolás játszik központi szerepet; illetve az egy helyben (vagy egyensúlyozó deszkán vagy gördeszkán) való egyensúlyozás, ahol az egyensúlyozó szervek valamint a mechanoreceptorok és a proprioceptorok által szolgáltatott információt is felhasználják. Az ujjhegyen való egyensúlyozáshoz beszereztek egy mozgáskövető kamerarendszert, amely 240Hz-es frekvenciával 0,1 mm-es pontossággal rögzíti a rúdra rögzített markerpontok helyzetét. Egy speciális esete a térbeli rúdegyensúlyozásnak a lineárisan megvezetett kocsira szerelt inverz inga egyensúlyozása kézzel, amelyhez a sín-kocsi rendszer és a mozgásérzékelő enkóder is elkészült. Az egyensúlyozó deszkán való egyensúlyozásra végül három esetet különítettek el: dupla lábas egyensúlyozó deszkát a frontális és a sagittális síkban, amikor minkét láb ugyanazon a deszkán támaszkodik meg; illetve különlábas egyensúlyozó deszkát, amikor a két láb külön el tud gördülni. A kutatócsoport összeállított egy gyorsulásérzékelőkből és giroszkópokból álló egységes rendszert, amivel egyszerűen lehet Matlab környezetben mérni adott pontok gyorsulását, illetve merev testek szögsebességét. Ezt a rendszert mind a rúdegyensúlyozás esetén, mind az egyensúlyozó deszkán való egyensúlyozás esetén használják a kamerarendszerrel mért jel kiegészítéseként. A tervezett modellek mellett más egyensúlyozási feladatokat is kidolgozott a kutatócsoport, mint a mérleghintán való golyó egyensúlyozása; a mérleghintán való lineárisan megvezetett kocsira szerelt inverz inga egyensúlyozása; valamint számítógépen megvalósított virtuális rúdegyensúlyozás. A kutatócsoport összeállított egy reakció időmérő rendszert is, amellyel a vizsgálati személyek reakcióját lehet mérni különböző vizuális ingerek esetén.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

2017-ben elért elméleti eredmények közül kiemelendő a kvantálás illetve az érzékelési holtsáv hatásának a vizsgálata késleltetett szabályozási folyamatokra. A matematikai modell jól leírja az emberi egyensúlyozás során az érzékszervek által észlelt jelek és a kiadott motorikus utasítások bizonytalanságának a hatását az egyensúlyozási folyamatra. A kvantálás javíthatja a szabályozott rendszer tulajdonságait: olyan egyensúlyozási folyamat, ahol pl. a folytonos (kvantálás nélküli) visszacsatolás instabil, stabilizálható a kvantálás bevezetésével. A kvantálás eredményeképp tranziens káosz jelenléte is kimutatható, ami jól modellezi az

egyensúlyozási folyamat során gyakorlatban tapasztalható véletlenszerűnek tűnő eleséseket, rúdleejtéseket. Az eredményeket a Chaos folyóiratban publikálták.
A kutatócsoport megmutatta, hogy a szabályozó erő szaturálása korlátozza a gyorsulás jel visszacsatolása miatti javulást a lineáris stabilitási tulajdonságokban. Az eredményeket a Royal Society Interface folyóiratban publikálták.
Egy mérnökileg megvalósítható egyensúlyozási feladaton keresztül megmutatták, hogy ha az egyensúlyozott test függőlegestől való eltérését gyorsulásérzékelőkkel mérik, akkor a mechanikai modell részleteitől függően a mozgásegyenlet lehet késleltetett vagy neutrális differenciálegyenlet, illetve siettetett argumentumú egyenlet. Ez azért meglepő, mert amíg a késleltetett differenciálegyenleteknek mindig véges sok instabil gyöke lehet csak, a siettetett argumentumú egyenleteknek mindig végtelen sok instabil gyöke van, azaz ezek a rendszerek mindig instabilak. Egy részletes modellel megmutatták, hogy ezek a modellezési eltérések valóban lényegesen különböző modellegyenletekre vezetnek. A modell finomításával azonban mindig késleltetett differenciálegyenletet kaptak. Megmutatták továbbá, hogy neutrális differenciálegyenlet illetve siettetett argumentumú egyenlet esetén a digitális szabályozó mintavételezésének mindig stabilizáló hatása van. Azaz ha a folytonos idejű rendszer végtelenül instabil bármilyen paraméter kombinációra, a digitálisan szabályozott rendszert lehet mégis stabilizálni. Az eredményekből egy folyóiratcikk készült.
A 2017-es évben elkészült a virtuális rúdegyensúlyozó berendezés. A monitoron látható kocsira helyezett inverz ingát kell egyensúlyozni a számítógépes egér mozgatásával. A megvalósítás során tapasztaltak szerint a számítógépes egér mozgása és a monitoron megjelenő mozgás között jelentős, 40-120ms időkésést lépett fel, ami a ~230ms-os emberi reakció időkéséshez képest nem elhanyagolható. Vizsgálati alanyokkal végzett tesztek azt mutatják, hogy a számítógép okozta többlet időkésés miatt a legrövidebb egyensúlyozható inga lényegesen hosszabb, mint a tényleges (ujjhegyen vagy kiskocsin) való rúdegyensúlyozás során egyensúlyozott rudak. Az eredményekről első lépésben konferencia cikk készül, de a 2018-as évben több folyóiratcikk benyújtása is várható.
Az egyensúlyozási képességeket jól szemlélteti, hogy az egyes vizsgálati alanyok milyen hosszú rudat tudnak az ujjhegyükön egyensúlyozni. Általában egy 30-40 cm-nél rövidebb rudat senki nem tud az ujjhegyén hosszabb ideig (pl. egy percig) egyensúlyozni. A kutatócsoport feltételezése szerint az időskori elesések oka hasonló az ujjhegyen való rúdegyensúlyozás során tapasztalt rúdesések okaihoz. Ezért a cél egy olyan egyensúlyozó rendszer kidolgozása volt, ahol az egyensúlyozás során a vizuális visszacsatolás mellett a vestibuláris rendszer által szolgáltatott jelekre is hagyatkozni kell (ujjhegyen való rúdegyensúlyozásnál elsősorban a vizuális visszacsatolás a meghatározó). Ez alapján jutott el a kutatócsoport az egyensúlyozó deszka koncepciójáig, ahol a deszka kerekének a sugara illetve a deszkának a talajtól vett távolsága állítható paraméter (úgy, mint az egyensúlyozott rúd hossza). E két paraméter különböző kombinációi mellett a vizsgálati személyek egyensúlyozási képessége különböző. Tipikusan minél távolabb van a talajtól a deszka, illetve minél kisebb a lekerekítési sugár, annál nehezebb az egyensúlyozási feladat. A vizsgálat célja különböző paraméter beállítások esetén való egyensúlyozások mérése az OptiTrack kamerarendszerrel illetve az erre a célra kifejlesztett gyorsulásérzékelőket és giroszkópot tartalmazó mérőberendezéssel, majd a mérések összehasonlítása különböző szabályozási algoritmust tartalmazó mechanikai modellekkel. A projekt 2017. évében már néhány előzetes mérést elvégeztünk, illetve egy egyszerű (késleltetett PD szabályozót tartalmazó) mechanikai modellel való összehasonlítás is megtörtént. Az eredményekről első lépésben konferencia cikkek születtek (IASTED, OGÉT, ENOC), de a 2018-as évben több folyóiratcikk benyújtása is várható.
A kutatócsoport vizsgálta a gördeszkán való egyensúlyozás mechanikai modelljét az emberi reakció időkésés figyelembe vételével. A stabilizálhatósági feltételt a gördeszka sebességének

és a gördeszkázó személy pozíciójának a függvényében adták meg. Az elméleti eredményekből (állandó sebességű gördeszka, illetve gyorsuló gördeszka) két folyóiratcikk született.
Gyakorlati és társadalmi szempontból is fontos eredmény, hogy a kutatócsoport (egyelőre informális) együttműködést kezdett el a Gézengúz Alapítvánnyal az általuk gyermekek mozgásfejlesztésére kifejlesztett Huple mozgásterápiás eszköz alkalmazásának méréstechnikai támogatásáról. A Huple félgömb mechanikai és matematikai modellje sok egyezést mutat a kutatócsoport által használt egyensúlyozó deszka modelljeivel.
A kutatócsoport tagjai közül ketten szereztek PhD fokozatot a 2017-es évben.

b) Tudomány és társadalom

A kutatásba több egyetemi hallgató is be lett vonva TDK dolgozat, szakdolgozat, MSc diplomamunka illetve projektmunka keretében. A kutatócsoport vezetője több helyen adott interjút (M1: Minden Tudás Egyeteme, M5: Magyar Krónika, Kossuth Rádió: Tér-idő, NKFIH, BME, Szabad Föld, Szertár Podcast, Klub Rádió) a kutatási téma népszerűsítése érdekében.
A kutatócsoport vezetője új tantárgyat vezetett be a BME gépészmérnöki karán „Egyensúlyozás dinamikája” címmel. A tárgy 2018 tavaszán indul először.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A kutatócsoport 2017-ben benyújtott és elnyert egy kétoldalú pályázatot francia partnerekkel, akikkel a különböző holtidőt tartalmazó szabályozási rendszerek kritikus paraméterkombinációt fogják vizsgálni.
A kutatócsoport vezetője egy 6 szekcióból és összesen 35 előadásból álló „Systems with Time Delay” című miniszimpóziumot szervezett a 9th European Nonlinear Dynamics Conference (ENOC 2017) rendezvényen (2017. június 25-30, Budapest). 2017-ben hivatalosan is elkezdte szervezni a 2018 nyarán tartandó IFAC Workshop on Time Delay Systems (IFAC TDS 2018) rendezvényt, amelyre eddig 160 cikket illetve absztraktot nyújtottak be a leendő résztvevők.
A kutatócsoport vezetője heti rendszerességgel konzultál a The Claremont Colleges, USA dolgozó neurológus professzorral informális jelleggel.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

TÉT-FR - Magyar-francia kétoldalú tudományos és technológiai (TéT) együttműködés
Cím: Analysis of stabilizability of delayed dynamical system as function of the system parameters and the time delays with applications to human balancing
Francia partner: Dr. Islam BOUSSAADA, Laboratory of Signals and Systems (L2S), CNRS-Centrale Supelec-U PSUD, University Paris Saclay
Igényelt támogatás: 1,91mFt

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Stepan G, Milton JG, Insperger T: Quantization improves stabilization of dynamical systems with delayed feedback. Chaos, 27:114306 (2017)
2. Varszegi B, Takacs D, Stepan G: Stability of damped skateboards under human control. ASME Journal of Computational and Nonlinear Dynamics, 12(5):051014-051014 (2017)

MTA–BME KÉMIAI NANOÉRZÉKELŐK KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Gyurcsányi Ervin Róbert, PhD
1111 Budapest, Szent Gellért tér 4.
telefon: (1) 463 1592; fax: (1) 463 3408
e-mail: robertgy@mail.bme.hu; honlap: http://biochemsens.bme.hu/
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2013

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A Lendület kutatócsoport elsődleges feladata orvosdiagnosztikai szempontból fontos vírusok, fehérjék, nukleinsavak, és ionok költséghatékony meghatározását lehetővé tevő új kémiai nanoérzékelők és érzékelési elvek felfedezése, elméleti leírása és alkalmazása. A 2017-es év fő feladatait képezte a futó kutatási témák befejezése, releváns publikációk megírása, illetve beküldése. A Lendület pályázat végéhez érkezve a felfedező kutatás jelentősen kiegészült a felhalmozott tudásbázis ipari jellegű hasznosításával. Így egy K+F VKSZ pályázat keretében, a 77 Elektronika cég által koordinált konzorciumban a kutatócsoport multiparaméteres point of care *in vitro* diagnosztikai rendszerek fejlesztéséhez szükséges kémiai funkcionalitású nanoszerkezetek és szintetikus receptorok fejlesztését végzi. Emellett a Volkswagen AG megbízásából is végez kutatást, pl. Li-ion akkumulátorok elektródok elméleti és kísérleti vizsgálatát az öregedési folyamatok értelmezéséhez. A szerződésük 2017 végén újabb 3 évvel lett meghosszabbítva. Összefoglalásként elmondható, hogy minden fontos célkitűzés esetében az alapelvek bizonyítása megtörtént és olyan témában is sikerült jelentős új eredményeket elérni, amely korábban kísérletileg megvalósíthatatlannak tűnt.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

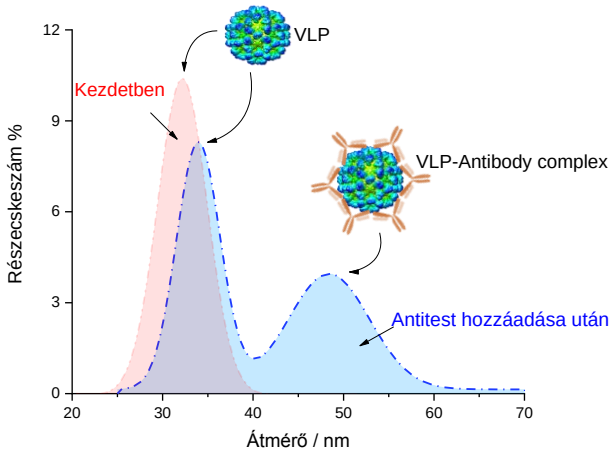
Az előző tárgyévben már megvalósították a légúti óriássejtes vírus (Respiratory Synctial Virus-RSV) szelektív meghatározását SE csoporttal együttműködésben, ami 2017-ben a Nature *Scientific Reports* folyóiratban jelent meg. A szelektív számláláshoz fluoreszcens RSV-aptamerrel kezelték a vírusmintákat, amelyek csak az RSV vírushoz kötődnek, és az egyedi részecskéket fluoreszcens üzemmódban detektálták nanorészecskék optikai nyomkövetéses analízisén alapuló módszerrel. A tárgyévben ennek a módszernek a kidolgozása fejeződött be. A módszer kalibráció nélkül egyszerre biztosítja a vírusrészecskék azonosítását, illetve méretük és koncentrációjuk meghatározását. Ez az eredmény azért is jelentős, mert a részecskék mérete alapján a vírusban integrált G-glikoprotein (intakt vírus) a szabad forma jelenlétében is meghatározható, illetve felismerhetővé válnak a vírusok esetleges aggregátumai is. A módszer alkalmasnak bizonyult sejttenyészetekből centrifugálással tisztított RSV preparátumok vizsgálatára, ahol a teljes részecskeszám mindössze 2%-a bizonyult vírusnak. Az intakt vírusra nézve akár 10^{-13} M koncentráció is könnyen meghatározható volt. Az eredményekről beszámoló közlemény jelenleg bírálat alatt van a *Nanoscale* folyóiratnál.

Ionszelektív peptidekkel módosított nanopórusok előállításához három különböző ionra szelektív peptidet terveztek, amelyek tiol végződéssel lettek szintetizálva az arany nanopórusokra történő egy-lépéses immobilizálás céljából. A későbbi elválasztási alkalmazásokra való tekintettel 10 nm-nél kisebb átlagos pórusátmérőjű, nagy pórussűrűségű, véletlen elrendezésű arany nanopórusos membránokat használtak hordozóként. A peptideket, kationcserélővel és hidrofób tiolvegyületekkel együtt immobilizálták a nanopórusokba, önrendeződő monoréteg kialakításával. Áttörést a Cu^{2+}-szelektív peptid (CGGGH) esetében

értek el, amellyel mikromólos kimutatási határt, illetve három és hat nagyságrend közötti szelektivitást sikerült elérni a legtöbb vizsgált ionra.

Kidolgoztak egy új potenciometriás érzékelési mechanizmust mikroRNS-ek nanopórusos érzékelőkkel való meghatározására. Eredményeiket a *Nanoscale* folyóiratban jelentették meg. Kifejlesztettek egy, a klinikai gyakorlatban is alkalmazható, molekuláris lenyomatú polimer (MIP) nanofilmen alapuló elektrokémiai érzékelőt humán szérum albumin mennyiségi meghatározására vizeletből. A kifejlesztett szenzor alkalmasnak bizonyult diabéteszes betegek vizelet-albuminjának meghatározására, a klinikumban használt immunoturbidimetriás módszerrel jó egyezést mutatva. Az eredményeket az *Analytica Chimica Acta* folyóirat címlapon közölte. Ugyancsak a fehérjék szelektív felismerésére alkalmas molekuláris lenyomatú polimerek területén kísérletileg bizonyították, hogy a felületi lenyomatú nanofilmek esetében a nanofilmet hordozó anyag (pl. arany elektród) is hozzájárulhat a fehérje kötődéshez. Mindeddig ezt a folyamatot nem vették figyelembe, bár ezzel a tapasztalt fehérjeaffinitások egyes anomáliát meg lehet magyarázni. Eredményeiket a *Biosensors&Bioelectronics* folyóiratban közölték.

Áttörést értek el a szelektív azonosítással megvalósított vírusszámlálás területén nanopipetta számlálók és rezisztív impulzus módszer alkalmazásával. Modellként vírusszerű részecskéket (VLP) alkalmaztak, amelyek önrendeződéssel alakulnak ki a vírust (nyulak vérzéses betegségét okozó vírus) felépítő fehérjékből. A burokfehérjére szelektív antitest hozzáadása a kb. 35 nm átmérőjű VLP esetében jelentős méretnövekedést okozott (~15 nm) amelynek időbeni nyomon követésére is kiválóan alkalmasnak bizonyult a Kutatócsoport által korábban kifejlesztett nanopórusos számláló (1. ábra). Ez a módszer lehetőséget ad vírusrészecskék szelektív felismerésére és az antitest-vírusrészecskék közötti kölcsönhatás vizsgálatára.



1. ábra: Vírusszerű részecskék méreteloszlásának meghatározása nanopipetta számlálón alapuló rezisztív impulzus módszerrel az antitest hozzáadása előtt (piros) és után (kék).

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport intenzív oktatási tevékenységet folytat a BME-n, sok hallgató kap lehetőséget a kutatásokba való bekapcsolódásba. Társadalmilag is jelentős eredmény, hogy kifejlesztettek a csecsemők számára akár halálos szövődményekkel járó RSV vírusok szelektív meghatározásához használható aptamer receptorokat (oligonukleotid szekvenciák), amelyeket fluoreszcens jelöléssel ellátva sikeresen alkalmaztak a vírusok szelektív számlálásához, olyan komplex biológiai mintában is, mint a garatváladék.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A vírusszerű részecskék vizsgálatában az Oviedo Egyetemmel működnek együtt. Az egyedi RSV vírusok szelektív detektálásában a holland Radboud Egyetemmel alakítottak ki együttműködést, amelyben a partner intézmény az inaktivált RSV vírusokat szolgáltatja a vírusszámlálók fejlesztéséhez. Ebbe a projektbe bevonták a Semmelweis Egyetem, Orvosi Vegytani, Molekuláris Biológiai és Patobiokémiai Intézetét, akikkel együtt az RSV aptamer szelekcióját és jellemzését végzik. A molekuláris lenyomatú polimerek előállításában nemzetközi Era Chemistry pályázat keretében a Potsdami Egyetemmel, az ion-szelektív elektródok fejlesztésében pedig az Abo Akademi University kutatócsoportjával van együttműködésük. Ezen együttműködések keretében Potsdami Egyetemről és az Abo Akademi University-ről dolgoztak a kollégák a kutatócsoportban vendégkutatóként. A nanopórusos detektálás és mikrofluidikában integrált érzékelők területén az MTA EK Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézettel (MTA EK MFA) működnek együtt. 2017-ben a kutatócsoport megszervezte az immár 45 éves múltra visszatekintő „Mátrafüred 2017 International Conference on Electrochemical Sensors" konferenciát amelyen több mint 150 kutató vett részt 27 ország képviseletében.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Alkalmazott kutatás a Volkswagen AG konszern megbízásában a Li-ion akkumulátorok területén.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Makra I, Brajnovits A, Jágerszki Gy, Fürjes P, Gyurcsányi RE: Potentiometric sensing of nucleic acids using chemically modified nanopores. Nanoscale, 9(2): 739-747 (2017) http://real.mtak.hu/54550/
2. He N, Papp S, Lindfors T, Höfler L, Latonen RM, Gyurcsányi RE: Pre-Polarized Hydrophobic Conducting Polymer Solid-Contact Ion-Selective Electrodes with Improved Potential Reproducibility. Analytical Chemistry, 89(4): 2598-2605 (2017) http://real.mtak.hu/46805/
3. Olajos G, Bartus É, Schuster I, Lautner G, Gyurcsányi RE, Szögi T et al. (8): Multivalent foldamer-based affinity assay for selective recognition of Aβ oligomers. Analytica Chimica Acta, 960: 131-137 (2017) http://real.mtak.hu/47581/
4. Percze K, Szakács Z, Scholz E, András J, Szeitner Z, Gyurcsányi RE et al. (10): Aptamers for respiratory syncytial virus detection. Scientific Reports, 7 (42794): 11 (2017) http://real.mtak.hu/49668/
5. Stojanovic Z, Erdőssy J, Keltai K, Scheller FW, Gyurcsányi RE: Electrosynthesized molecularly imprinted polyscopoletin nanofilms for human serum albumin detection. Analytica Chimica Acta, 977: 1-9 (2017) Cover page article http://real.mtak.hu/56430/
6. Szeitner Zs, Doleschall A, Varga M, Keltai K, Révész K, Gyurcsányi RE, et al. (7): Spiegelmers as potential receptors for cTnI diagnostics. Analytical Methods: Advancing Methods And Applications, 9(35): 5091-5093 (2017) Cover page article

MTA–BME LENDÜLET KIBER-FIZIKAI RENDSZEREK KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Varró Dániel, az MTA doktora
1117 Budapest Magyar tudósok krt. 2.
telefon: (1) 463 3586; fax: (1) 463 2667
e-mail: varro@mit.bme.hu
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2015

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

Az *MTA-BME Kiber-fizikai rendszerek kutatócsoport* célja olyan modellezési, ellenőrzési és felderítési módszerek és algoritmusok kidolgozása, amelyek segítik a dinamikus, adaptív és nyílt kiber-fizikai rendszerek tervezését valamint hatékony és biztonságos működtetését.
A projekt 2. évében

- Befejezték és rangos, impakt faktoros nemzetközi folyóiratban publikálták a különféle gráflekérdezési technikák összehasonlító teljesítményelemzését.
- A MONDO FP7 EU projektben megkezdett kutatások folytatásaként kidolgoztak egy kétirányú transzformációkon alapuló módszert a kollaboratív modellezés hozzáférés-kezelésének hatékony támogatására. Az eredményeiket bemutató cikk *ACM Distinguished Paper Awardban* részesült az IEEE/ACM MODELS 2016 konferencián.
- Kidolgozták a szoftver- és rendszertervezés területén használatos gráfmodellek karakterizálását különféle tudományterületeken bevezetett gráfmetrikák felhasználásával. A doktorjelölt fiatal kutató első helyezést ért el az IEEE/ACM MODELS 2016 nemzetközi konferencia Student Research Competition versenyén.
- A többcél-függvényű optimalizáláson alapuló tervezésitér-felderítési megoldásukon alapuló szoftverprototípus 1. helyezést ért el a nemzetközi Transformation Tool Contest versenyen.
- Számos további kutatási irányban értek el jelentős eredményeket, melyek publikálása azonban legtöbbször a projekt 3. évébe csúszott, így azt jövőre közlik.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Gráf-lekérdezések összehasonlító teljesítményelemzése

Befejezve az 1. évben megkezdett kutatómunkát, elvégezték a gráf-lekérdezéseken alapú módszerek összehasonlító teljesítményelemzését 10 különböző, döntően nyílt forráskódú technológia kiértékelésével. E módszereket elterjedten használják mind a modell alapú tervezőeszközökben, de egyre sűrűbben fordulnak elő a kiber-fizikai rendszerek futási idejű komponenseiben is. A projekt 2. évében a Springer rangos nemzetközi Software and Systems Modelling folyóiratában megjelenésre került cikkben és a kutatócsoport vezetője által tartott több meghívott előadásban ismertették az elért eredményeket.

Valósághű szoftver- és rendszermodellek jellemzése

A projektben megkezdett kutatómunka első eredményeként többek között a hálózatkutatásban bevezetett gráfmetrikák felhasználásával kidolgozták a valósághű szoftver- és rendszermodellek statisztikai alapú jellemzését különféle alkalmazásterületeken, amely eredmény a modellvezérelt tervezés legrangosabb nemzetközi fórumán (IEEE/ACM MODELS 2016) került publikálásra. Külön kiemelendő, hogy a cikk első szerzője a

MODELS 2016 konferencia ACM Student Research Contest doktoranduszoknak kiírt nemzetközi versenyén első helyezést ért el.

Biztonságos hozzáférés-kezelés a kollaboratív modellezésben

Folytatva az EU FP7-es keretprogramjában befejeződött MONDO projektben megkezdett munkát, a több fejlesztőcsapat hatékony és biztonságos együttműködésének támogatása céljából kidolgoztak egy nézeti modellek kétirányú szinkronizációján alapuló módszert, amely az IEEE/ACM MODELS 2016 rangos nemzetközi konferencián ACM Distinguished Paper Awardban részesült. A cikk első szerzője további kapcsolódó kutatásainak támogatására elnyerte a Bolyai Ösztöndíjat.

Hatékony tervezési-tér bejárási módszer és szoftver-prototípus

Kiber-fizikai rendszerek optimalizálására egy hatékony tervezésitér-bejárást támogató prototípust készítettek, amely a STAF 2016 (Software Technologies: Applications and Foundations) konferencián megrendezésre került Transformation Tool Contest (TTC 2016) nemzetközi versenyen első helyezést ért el. A prototípust előzőleg bemutatták a NASA Jet Propulsion Lab (JPL) kutatójának is.

További eredmények

További jelentős kutatási eredményeket értek el a *jólformált gráfmodellek automatikus generálása* területén, ahol a kidolgozott szoftverprototípus több nagyságrendnyivel nagyobb modelleket képes előállítani, mint a szakirodalomban elterjedten használt (és az MIT fejlesztett) Alloy eszköz. A kidolgozott módszer publikálása a projekt 3. évében történt meg.
Fontos eredményük a *kiberfizikai rendszerek extrafunkcionális paramétereinek sztochasztikus analízisét* célzó munka, amelyet a Petri hálók szakterületének legnagyobb konferenciáján mutattak be.

A formális verifikációs és validációs eszközök hatékonyságát és teljesítményét konfigurálható absztrakciók bevezetésével kezdték el támogatni. A kidolgozott módszer és szoftver-prototípus bemutatása szintén a projekt 3. évére maradt.

A Lendület projektben futó kutatások előzményeként 2005-ben világszerte is ők végezték el először a modell-transzformációs eszközök összehasonlító teljesítményelemzését, amelyet az IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC) konferencián közöltek. A cikk kiemelt hatásának elismeréseként 2016-ban e cikkük *Most Influential Paper Award* díjban részesült, amely – bár nem Lendület eredmény – szintén kiemelt hír.

b) Tudomány és társadalom

A kritikus kiber-fizikai rendszerek népszerűsítésére folytatták a MoDeS^3 modellvasút demonstrátor fejlesztését (ld. honlap, tumblr), amelyet nagy sikerrel bemutattak a Kutatók Éjszakája 2016 tudománynépszerűsítő rendezvényén, valamint a középiskolai diákok számára 2016 novemberében a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen rendezett nyílt napon, valamint a Nyitott Laborok Délutánján. A budapesti ipari Neo4J meetup-on az openCypher alapú gráflekérdezésekhez kapcsolódó eredményeikről számoltak be. Továbbá a Lendület kutatócsoport munkát bemutató, a kutatócsoport vezetőjével készült interjút közölt a BME honlapja.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

Nemzetközi kapcsolatok: A kutatócsoport vezetője 2016 augusztusában a Domain-Specific Modeling Theory and Practice (DSM-TP 2016) nyári iskolájában, majd 2016 novemberében a

NASA JPL kutatólaborjában tartott 60 perces meghívott előadást, melyben összefoglalta a Lendület projekt és az azt megelőző kutatások főbb eredményeit.

A megkezdett megbeszélések folytatásaként 2017. július 3-án, Budapesten látták vendégül a NASA JPL kutatóját, aki a BME-n tartott nagy sikerű meghívott előadást. Vendégként fogadták továbbá az Egyesült Királyságbeli Yorki Egyetem oktatóját.

Szintén fontos kiemelni, hogy új kutatási együttműködésbe kezdtek a Delfti Műszaki Egyetem "Programming Languages Research Group" munkatársaival hatékony inkrementális analízis módszerek fejlesztésére.

Akadémiai kapcsolatok: A kutatócsoport állandó együttműködésben áll a BME MIT tanszéken működő Hibatűrő Rendszerek Kutatócsoporttal, ahol munkatársaik többsége munkaidejének egy részében oktatóként közreműködik, tovább együttműködtek a BME TMIT Adatbázisok Laboratóriumával is. Doktorandusz munkatársaik ezen csoport tagjaként vesznek részt a doktori képzésen. Négyen a kanadai McGill Egyetemen voltak vendégkutatók.

Ipari kapcsolatok: Fontos ipari K+F kisvállalkozói partnerük volt az IncQuery Labs Kft, a cég által szervezett nyilvános "*IncQuery Labs Akadémia*" rendezvénysorozaton több alkalommal is a kutatócsoport munkatársai szerepeltek előadóként; ismeretterjesztő jelleggel beszámolva aktív kutatási területekről. A cég több munkatársa kiemelt szakmai kontribútora volt a MoDeS^3 kiber-fizikai rendszerek demonstrátorának is. Az openCypher lekérdezőnyelvhez kapcsolódó eredményeiket a FOSDEM 2017 nyílt forráskódú szoftverekre specializálódott ipari konferencián, valamint két openCypher Implementers Meetingen is bemutatták.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport munkatársai és az általuk konzultált kiemelten tehetséges egyetemi hallgatók számos ösztöndíjpályázaton nyertek. Így elnyerték a Nemzeti Tehetség Program Nemzet Fiatal Tehetségeiért Ösztöndíját (NTP-NFTÖ-16), amely támogatta a kiutazást az ETAPS 2017 konferenciára, ahol a kutatócsoport munkájából két workshop cikk is bemutatásra került. Egy kutatójuk 2017-ben megpályázta és három évre elnyerte az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíját. A kutatócsoport munkájához szorosan kapcsolódó témában három hallgató is sikerrel pályázott, akiknek a kutatócsoport munkatársai a konzulensei.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

A projekt második évében a Lendület kutatócsoport munkatársai 1 nemzetközi lektorált folyóiratcikk, továbbá 8 nemzetközi konferencia-kiadványban megjelent publikáció szerzői (vagy társszerzői) voltak. Továbbá 11 hazai lektorált publikáció is készült. A projekt második évének legjelentősebb két közleménye az alábbi:

1. Szárnyas G, Izsó B, Ráth I, Varró D: The Train Benchmark: Cross-Technology Performance Evaluation of Continuous Model Validation. Software and Systems Modeling, 1-29 (2017) http://real.mtak.hu/57491/
2. Bergmann G, Debreceni C, Ráth I, Varró D: Query-based access control for secure collaborative modeling using bidirectional transformations. In Proceedings of the ACM/IEEE 19th International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems 351-361 (2016) ACM. Acceptance rate: 23.7% *ACM Distinguished Paper Award.* http://real.mtak.hu/45141

MTA–BME LENDÜLET KVANTUMKÉMIAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Kállay Mihály, az MTA doktora
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3–9.
telefon: (1) 463 1623; fax: (1) 463 3767
e-mail: kallay@mail.bme.hu
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2013

A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A kutatócsoport ötéves kutatási tervének legfőbb célkitűzései a következők: olyan kvantumkémiai módszerek fejlesztése, amelyek lehetővé teszik molekuláris tulajdonságok és kémiai folyamatok paramétereinek pontos (~1 kcal/mol-os hiba kémiai kötésenként energiakülönbségekre) számítását nagy (több száz atomos) molekulákra; új típusú bázisfüggvények fejlesztése és tesztelése molekuláris tulajdonságok számítására; lokális explicit korrelációs módszerek fejlesztése; kvantumkémiai módszerek fejlesztése nyílthéjú rendszerek (reaktív intermedierek, különböző átmeneti állapotok) tulajdonságainak pontos számítására; új elméleti módszerek fejlesztése nagy molekulák gerjesztett állapotaira, amelyekkel pontosan számíthatjuk a gerjesztett állapotok tulajdonságait és átmeneti mennyiségeket; analitikus deriváltak implementálása a kidolgozott módszerekhez, amelyek lehetővé teszik molekuláris tulajdonságok (pl. dipólusmomentum, geometria) számítását nagy molekulákra a korábbiaknál nagyobb pontossággal; kvantumkémiai módszerek alkalmazása különböző problémák megoldására a szerves kémia, a polimertudomány, a biomolekuláris kémia és a kémia egyéb területein. A kutatócsoport ötéves kutatási tervéből a fent említett első két célkitűzés lényegében megvalósult, illetve közel áll megvalósításhoz, emellett számos kémiai probléma megoldására alkalmaztak kvantumkémiai módszereket.

A kutatócsoport 2017-es kutatási tervének legfőbb célkitűzései a következők voltak: lokális korrelációs módszerek gyorsítása, lineárisan skálázódó CC módszerek fejlesztése, természetes kiegészítő bázis alkalmazása lokális CC módszerek esetében; hatékony integráldirekt algoritmusok fejlesztése; új közelítés kidolgozása a perturbatív háromszoros gerjesztések járulékának számítására; lokális korrelációs módszerek parallelizálása; dupla-hibrid funkcionálok fejlesztése; csökkentett skálázódású korrelációs módszerek fejlesztése gerjesztett állapotokra, átmeneti momentumok implementálása; explicit korrelációs módszerek fejlesztése; három- és kétcentrumos integrálok számítási algoritmusának gyorsítása; fluorogén anyagok fejlesztése; polimerek elméleti modellezése; optikai spektrumok számítása; pontos termokémiai számítások.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A kutatócsoport folytatta a lokális korrelációs módszerek gyorsítását. Korábban kidolgoztak egy közelítést, amellyel a sűrűségillesztésen (density fitting, DF) alapuló módszerek számításideje csökkenthető az ún. természetes kiegészítő bázis alkalmazásával. Megmutatták azt is, hogy a lokális MP2 (másodrendű Møller–Plesset perturbációs módszer) és RPA (random phase approximation) módszerek drasztikusan gyorsíthatók ezzel a közelítéssel. Az elmúlt időszakban a közelítést magasabb rendű CC (coupled-cluster) módszerek esetében tesztelték. Elsősorban az egyszeres és kétszeres gerjesztéseket tartalmazó CC módszerre (CCSD), illetve a perturbatív háromszoros gerjesztéseket tartalmazó CC módszerre [CCSD(T)] koncentráltak, de megvizsgálták, hogy közelítő négyszeres gerjesztések alkalmazása esetén is érhetnek-e el számottevő sebességnövekedést. Lokális CC kódjuk

infrastruktúráját átalakították, hogy a természetes kiegészítő bázist alkalmazni tudják. Egyrészt a lokális CC számítás integráltranszformációs lépéseit gyorsították a közelítés segítségével. Másrészt kihasználták, hogy a természetes kiegészítő bázis segítségével a kiegészítő bázis mérete hozzávetőleg egy nagyságrenddel csökkenthető és így a CC egyenletek megoldásánál alkalmazhatják a DF-CCSD(T) számításokban alkalmazott hatékony algoritmusokat. Emellett kihasználták az elmúlt évben a sűrűségillesztéshez szükséges háromcentrumos integrálok számítására kifejlesztett kódjukat, és az integráltranszformációknál áttértek az integráldirekt algoritmusokra.

Kidolgoztak egy új közelítést a perturbatív háromszoros gerjesztések járulékának számítására. Korábban megmutatták, hogy egy doménen belül az MP2 korrelációs energia járulékának számításához nem szükséges az összes elsőrendű MP2 amplitúdót kiszámítani, hanem Laplace-transzformáció segítségével elegendő csak olyan amplitúdókat számítani, melyek egyik indexe a lokalizált pálya, amihez a domén tartozik. Ezt az algoritmust adaptálták a (T) korrekció doménen belüli járulékának számítására. Ebben az esetben a másodrendű háromszoros gerjesztések amplitúdóinak a számítása a sebesség-meghatározó, a domén méretének hetedik hatványával skálázódó lépés. Ez a Laplace-transzformáció segítségével hatodikonos skálázódásúra csökkenthető, és ezáltal a (T) korrekció számítása jelentősen gyorsítható. Implementálták a közelítést és tesztszámításokat végeztek arra vonatkozóan, hogy milyen típusú és nagyságú integrálási kvadratúrát célszerű használni a numerikus Laplace-transzformációhoz. Emellett kifejlesztettek egy új algoritmust a kanonikus (T) korrekció számítására is. Az új algoritmus a műveletek sorrendjének ésszerűsítésével jelentősen csökkenti a memóriaműveletek számát és így a számításidőt. Ezt az algoritmust adaptálták a Laplace-transzformáción alapuló lokális (T) közelítéshez is. A két új fejlesztés együttes hatásaként a lokális CCSD(T) számítás perturbatív (T) korrekciójának számításideje egy nagyságrenddel csökkent, és így a lokális CCSD(T) számítás sebesség-meghatározó lépése az integráltranszformáció lett a (T) korrekció helyett. Az új programmal a 644 atomból álló crambin fehérje esetében tripla-zéta bázissal a (T) korrekció számítása kevesebb, mint tíz órát igényel egyetlen processzoron, és a teljes CCSD(T) számítás sem tart tovább három napnál.

Folytatták a csökkentett skálázódású korrelációs módszerek fejlesztését gerjesztett állapotokra. Növelték a program hatékonyságát, és ahol lehetett áttértek integráldirekt algoritmusokra a korábban kifejlesztett gyors integrálszámítási rutinok segítségével. A másodrendű CC (CC2) módszer mellett a másodrendű ADC (algebraic diagram construction) közelítések skálázódásának redukálását is megoldották. Részletesen elemezték a különböző stratégiákat a skálázódás csökkentésére. Megvizsgálták, hogy a fenti módszerekkel számított gerjesztési energiák hogyan konvergálnak a természetes pálya, illetve a természetes kiegészítő függvény bázis növelésével. Elkezdték az átmeneti tulajdonságok implementálását is a csökkentett költségű módszerekre. Beprogramozták az átmeneti sűrűségmátrixok és az átmeneti momentumok számításához szükséges egyenleteket. Lehetővé tették oszcillátorerősségek és rotátorerősségek hatékony számítását. Megvizsgálták, hogy a gerjesztési energiákra kidolgozott közelítések, hogyan viselkednek átmeneti tulajdonságok esetén.

Megvizsgálták, hogy a három- és kétcentrumos integrálok deriváltjainak számítása tovább gyorsítható-e a Rys-polinom vagy a Head-Gordon-Pople algoritmusok, illetve ezek kombinációjának az adaptálásával. Optimalizálták a műveletek lehetséges sorrendjét, és a programot automatikusan generáltatták. Az új derivált integrálkód segítségével az eddig implementált analitikus gradiensek számítását gyorsították, és integráldirekt algoritmusokat

alkalmaztak. Megkezdték az analitikus deriváltak fejlesztését a többszintű kvantumkémiai módszerekhez. Levezették a megfelelő egyenleteket és megkezdték az analitikus gradiens program implementálását.

Az ab initio korrelációs módszerek mellett továbbfejlesztették a korábban kidolgozott sűrűségfunkcionál módszereiket is. Megvizsgálták, hogy az általuk javasolt RPA-alapú dupla-hibrid funkcionál (dRPA75) pontossága tovább javítható-e spinkomponens skálázással, illetve az elektronsűrűség második deriváltjait tartalmazó funkcionálok használatával. A spinkomponens skálázási paraméterek értékét meghatározták egyrészről elméleti úton a homogén elektrongázzal való analógia alapján, másrészről empirikusan, pontos atomizációs energiákhoz való illesztéssel. A két módon kapott skálázási paraméterek lényegében megegyeztek. Az új módszer teljesítményének értékeléséhez kiterjedt tesztszámításokat végeztek különböző energiakülönbségekre. A funkcionál alakjának köszönhetően a zárt héjú rendszerek esetében számolt energia megegyezik az eredeti funkcionállal számolt energiával, így az új módszer megtartja az eredeti dRPA75 jó tulajdonságait zárt héjú molekulákra. Nyílt héjú rendszerekre már más az új funkcionállal számított energia, az ilyen rendszerek esetében sokkal jobb eredményeket kaptak. Különösen látványos a javulás atomizációs energiákra.

Kiterjedt tesztszámításokat végeztek a különböző sűrűségfunkcionál közelítésekkel számított elektronsűrűségek minőségének vizsgálatára. Eredményeik új irányt mutatnak a globális hibrid és dupla-hibrid funkcionálok fejlesztésének területén.

Kísérleti kollégákkal együttműködve folytatták a biomolekulák jelölésére alkalmas fluorogén anyagok, elsősorban oxazin-, hidroxikromon- és hidroxiflavonszármazékok fejlesztését. A lehetséges vegyületek kémiai és fotofizikai tulajdonságait elméletileg tesztelték. Felderítették a hidroxiflavon vegyületek fotokémiai reakcióinak mechanizmusát. Folytatták a polimerek és polimer kompozitok modellezését. A kifejlesztett módszerek és más kvantumkémiai modellek segítségével tanulmányozták a polimer láncok és a töltőanyagok közötti kölcsönhatásokat. Kiszámították királis vegyületek abszorpciós és cirkuláris dikroizmus spektrumát, a kísérleti spektrumokkal való összevetés után meghatározták a vegyületek abszolút konfigurációját. Nagy pontosságú számításokat végeztek halogénezett szénhidrogén-származékok termokémiai tulajdonságainak pontos meghatározására. Termokémiai hálózatokat dolgoztak ki. Új, a korábbiaknál gyorsabb eljárásokat fejlesztettek ki kisebb molekulák termokémiai tulajdonságainak pontos meghatározására.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport által kifejlesztett kvantumkémiai programcsomag szabadon elérhető a területen dolgozó szakemberek számára. A szoftver a kémia számos területén alkalmazható, így pl. a szerves kémiában, a gyógyszerkutatásban, vagy az anyagtudományban. Segítségével pl. hatékonyabb gyógyszermolekulák, új típusú anyagok vagy költségkímélőbb vegyipari eljárások tervezhetők.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A kutatócsoport munkatársai aktívan részt vettek a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen folyó vegyész- és biomérnök, valamint fizikus képzésben. Két alapkurzust, egy speciális kollégiumot tartottak és több számítási gyakorlatot vezettek. A csoport kutatási témáihoz kapcsolódva egy szakdolgozat készült. A csoport négy tagja vett részt szervezett doktori képzésben. A kutatócsoport munkatársai öt nemzetközi konferencián vettek részt.

Ezeken a rendezvényeken négy meghívott és egy további előadást valamint több poszterprezentációt tartottak.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A csoport 2017-ben sikeresen szerepelt az NKFI Hivatal által meghirdetett Élvonal Kutatói Kiválósági Pályázaton. 2017-ben a csoport egyik tagja sikeresen pályázott az Új Nemzeti Kiválósági Program ösztöndíjára.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

Mezei DP, Csonka IG, Kállay M: Electron density errors and density-driven exchange-correlation energy errors in approximate density functional calculations. Journal Of Chemical Theory And Computation 13:(10) pp. 4753-4764. (2017) http://real.mtak.hu/62300/

MTA–BME LENDÜLET MAGNETO-OPTIKAI SPEKTROSZKÓPIA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Kézsmárki István, PhD
1111 Budapest, Budafoki út 8.
telefon: (1) 463 3056; e-mail: kezsmark@mail.bme.hu
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2014

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

Kutatócsoport fő célkitűzése intelligens anyagok vizsgálata fotonikai és optikai bioszenzor alkalmazásokhoz. A projekt harmadik évében ehhez kapcsolódóan a következő területeken végeztek kutatásokat:

- A multiferro, azaz egyszerre ferromágneses és ferroelektromos, rendeződést mutató anyagok a mágneses információtárolás egy új generációja előtt nyithatják meg az utat, ahol a mágneses bitek elektromos térrel írhatók. Vizsgálataik azt mutatják, hogy ezen anyagok az optikai kommunikációban is kiválóan alkalmazhatók lehetnek optikai diódaként, mivel különböző mértékben nyelik el az egymással ellentétes irányban terjedő fénynyalábokat. Ezen vizsgálatokat kiterjesztették a multiferro rendeződést mutató anyagok széles körére, szisztematikusan feltárva az optikai egyenirányításért felelős anyagi paramétereket.
- A csoport által kifejlesztett magneto-optikai elven működő malériadiagnosztikai eszközt több lépcsőben tesztelték, az eszköz sikeres klinikai validálásával bezárólag. Az MTA-TTK-val együttműködésben létrehoztak egy malériakutató laboratóriumot, ahol a fenti magneto-optikai diagnosztikai eszközzel végezik antimaláriás hatóanyagok tesztelését parazitakultúrákon illetve újabb, fizikai elven működő diagnosztikai módszereket fejlesztettek ki.
- Újfajta, mezoszkopikus mágneses részecskék, az ún. mágneses skyrmionok megjelenését és tulajdonságait kutatták inverziós szimmetriát sértő kristályokban. A mágneses skyrmionok mérete jóval kisebb lehet a mai mágneses merevlemezeken bitként funkcionáló ferromágneses doméneknél, azaz a skyrmion-bit alapú mágneses adathordozók információsűrűsége nagyságrendekkel meghaladhatja a napjainkban használt merevlemezekét. Az általunk elsőként megfigyelt Néel-típusú skyrmionok a mágneses mintázat mellett elektromos polarizációt is hordoznak. Az ehhez kapcsolódó magnetoelektromos effektust és lehetséges alkalmazásait is vizsgálták számos anyag esetén.
- Összetett mágneses rendeződési formák elméleti leírását és kísérleti vizsgálatát végezték különböző szimmetriaosztályokba tartozó rendszerek esetén, beleértve a királis spinfolyadék és plakett rendeződés kialakulását frusztrált rácsokon illetve erős mágneses anizotrópiával bíró kristályokban és nanopálcikákban.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

- Két alacsony hőmérsékleten multiferro rendeződést mutató anyag, a $CaBaCo_4O_7$ és a $LiCoPO_4$ esetén megmutatták, hogy a bennük ellentétes irányban terjedő fénynyalábok elnyelődésében fellépő különbség oly mértékű lehet, hogy ezen anyagok egyik irányból átlátszóak, míg az ellentétes irányból nézve átlátszatlanok és ezen optikai egyenirányító

funkció mágneses tér segítségével kapcsolható. A $LiCoPO_4$ további érdekessége, hogy az optikai egyenirányító funkció nem csak mágneses, hanem elektromos térrel is kapcsolható és ez az állapot memóriként fennmarad az elektromos és mágneses terek kikapcsolását követően is.

- A malériakutatás a csoport egyik kiemelt kutatási vonala lett. Ehhez kapcsolódóan létrehoztak az MTA TTK-n egy Közép-Európában egyedülálló malériakutató labort, ahol a magneto-optikai diagnosztikai eszközzel végzik antimaláriás hatóanyagok tesztelését parazitakultúrákon illetve újabb, fizikai elven működő diagnosztikai módszereket fejlesztettek ki. A kutatócsoport által kifejlesztett magneto-optikai elven működő malériadiagnosztikai eszköz klinikai tesztelését elvégezték Thaiföldön, mely bizonyította a műszer kiváló érzékenységét: megbízható pozitív diagnosis adható, a betegség korai stádiumában, mikor 1 millióból mindössze néhány vörösvértest fertőzött. Hasonló terepi teszt jelenleg folyamatban van Pápua Új-Guineán.
- Mezoszkopikus periodicitású mágneses vortexrács, ún. skyrmion kristály, megjelenését figyelték meg a multiferro GaV_4S_8 kristályokban. Ezen vizsgálatokat kiterjesztették az anyacsalád másik két tagjára, GaV_4Se_8 és $GaMo_4S_8$, ahol a skyrmion rács állapot zérus hőmérséklet közelében is stabil marad. Elméleti modellel vizsgálták, hogy az általunk elsőként megfigyelt Néel-típusú skyrmionok hogyan deformálhatók a tengelyükkel nem párhuzamosan mutató mágneses terekkel.
- Összetett mágneses rendeződési formák megjelenését vizsgálták elméleti módszerekkel magas szimmetriájú SU(N) Heisenberg spin rendszerekben, különböző kristályrácsokon: háromszögrács, méhsejtrács, lapcentrált köbös rács. Méhsejtrács esetén az SU(6) Heisenberg modellben plakett rendeződést, míg háromszögrács estén az SU(N) Heisenberg modellben királis spinfolyadék állapot megjelenését mutatták meg.

b) Tudomány és társadalom

Az optikai egyenirányító anyagok, a mágneses skyrmionok és a malériakutatás terén elért eredményeik népszerűsítő formában, számos alkalommal megjelentek az MTA és a BME honlapján és más hazai illetve nemzetközi hírportálokon.
A malériakutatásban elért eredményeikért a csoport megkapta a Gran Prize 2016 interdiszciplináris innovációs díjat. Kutatásaikról a Duna televízió (Novum az innováció, a tudomány és a technológia magazinműsora), az Innotéka és az Élet és tudomány folyóiratok számoltak be.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

- Hosszú távú együttműködés kialakítása University of Basel, Svájc, és Institute for Solid State Research, Németország csoportjával mágneses kristályok kutatásának területén.
- Hosszú távú együttműködés kialakítása Tulane University, USA és Mahidol Vivax Research Center of Mahidol University in Bangkok, Thaiföld csoportjával malériakutatás témában.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

- DAAD 152294 német-magyar bilaterális pályázatot nyertek el *Static and dynamic properties of Néel-type skyrmions in multiferroic lacunar spinel compounds* témában (2017-2018).

- Új Nemzeti Kiválósági Program doktorjelölti ösztöndíj (2016).
- Ausztrál résztvevőkkel (University of Western Australia; Walter and Eliza Hall Institute, Melbourne) közösen elnyerték a *National Health and Medical Research* Council APP1127356 kutatási támogatását *Field-based evaluation of a novel magneto-optical technique to diagnose malaria* témában (2017-2019).
- OTKA K124176 pályázatot nyertek el *Mágnesség, topológia és összefonódás kvantumos szigetelőkben* témában (2017-2021)
- A 2017-es Országos Tudományos Diákköri Konferencián kiemelt különdíjat nyert egy kutató a Fizika, Földtudományok és Matematika Szekcióban.
- A kutatócsoport egy kutatója elnyerte a Pro Progressio doktorjelölti ösztöndíjat (2016).
- OTKA NNA122879 pályázatot nyertek el *Electric control of the optical magnetoelectric effect* témában (2017-2020).
- A kutatócsoport egy kutatója elnyerte az MTA Prémium posztdoktori ösztöndíját (2017)

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Bordács S et al.: Equilibrium Skyrmion Lattice Ground State in a Polar Easy-plane Magnet. Scientific Reports, 7, 7584 (2017)
2. Butykai A et al.: Characteristics of ferroelectric-ferroelastic domainsin Néel-type skyrmion host GaV_4S_8. Scientific Reports 7, 44663 (2017)
3. Leonov O, Kézsmárki I: Asymmetric isolated skyrmions in polar magnets with easy-plane anisotropy. Physical Review B 96, 014423 (2017)

MTA–BME LENDÜLET SPINTRONIKAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Simon Ferenc, az MTA doktora
1111 Műegyetem rkp. 3.
telefon: (1) 463 1215; fax: (1) 463 1480; e-mail: f.simon@eik.bme.hu
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2015

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A 2017-es év legfontosabb feladata az optikailag detektált mágneses rezonancia spektrométer kifejlesztése impulzus üzemű lézert használva, ami időfelbontott ODMR méréseket tesz lehetővé. Ezt a feladatot sikeresen megvalósították, jelenleg a berendezéssel mért eredmények kiértékelése, és publikálásra előkészítése zajlik. Az alkáli atomokkal dópolt szén nanoszerkezetek területén kifejlesztettek egy berendezést melynek segítségével in-situ alkáli atommal történő dópolás mellett lehetséges a mikrohullámú ellenállás mérése. A korábban kifejlesztett NMR mérőfejjel méréseket végeztek fekete-foszforon és ezen anyag alkáli atommal történt módosított változatain is. A fekete foszfor a grafénhez hasonló szerkezetű, félvezető tulajdonságokkal rendelkező két dimenziós anyag. Az ac impedancia mérőjükkel kriogenikus méréseket végeztek fekete-foszforon és alkáli atommal dópolt grafénen.

Az elméleti vizsgálataik során a vállalt program igen sikeres volt: sikerült a Dyakonov-Perel relaxációs mechanizmust általánosítaniuk a nagy spin-pálya esetére. E témában cikkük jelent meg a Nature Scientifc Reports folyóiratban és egy címlapos (Editor's suggestion) cikk a Physical Review B-ben. Utóbbi cikkben két látszólag távoli elméleti leírást sikerült közös alapokra helyezniük, ez indokolta a címlapos megjelenést is.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

A legfontosabb eredményekhez tartozóan 4 cikkben publikált eredményeikre térnek ki részletesen:

Negyedi, et al. Rev. Sci. Instrum. 2017: Egy egyedülálló, hangolható lézert és optikai spektrométert kombináló optikailag detektált mágneses rezonancia spektrométert fejlesztettek ki. A berendezés különlegessége, hogy közeli infravörös tartományban működik, ennek megfelelően olyan anyagok magneto-optikai vizsgálatára is lehetőséget ad, melyek a hagyományos ODMR spektrométerekkel nem vizsgálhatóak. A szén nanocsöveken első ízben végeztek ún. kiralitás-felbontott ODMR vizsgálatokat.

Szirmai et al. Phys. Rev. B 2017: Egyfalú szén nanocsöveket dópoltak alkáli atomokkal, miáltal a szén nanocsövek különleges elektronikus szerkezete feltérképezhetővé vált. A töltés-átadással indukált elektronállapotokhoz tartozó állapotsűrűség mérésével megállapították, hogy a szén nanocsövek grafén szalagok modellanyagának tekinthetőek.

Szolnoki et al. Sci. Rep. 2017: Numerikus és analitikus módszerek kombinációjával vizsgálták az elektronok spin-dinamikai tulajdonságait inverziós szimmetriát sértő félvezető anyagokban. A vizsgálatok során a spin-dimanikai viselkedés egy új tartományát tárták fel, nevezetesen a nem-exponenciális spin-relaxációt. A numerikus módszerükről megmutatták, hogy a dinamikus spin-susceptibilitás számolására nagypontosságú eredményeket ad, miáltal új anyagokban a spin-relaxáció jóslására ad lehetőséget.

Szolnoki et al. Phys. Rev. 2017: Régóta fennálló nyitott kérdés, hogy az elektronok spin-relaxációjának két elméleti modellje, az ún. Elliott-Yafet és Dyakonov-Perel elméletek összeegyeztethetőek-e. A közvélekedés szerint nem. Cikkükben bebizonyították, hogy a két elmélet egymásba transzformálható, mégpedig igen elegáns és intuitiv módon. A cikket a PRB „Editor's Suggestion" cikknek választotta (ez lényegében online címlapot jelent).

b) Tudomány és társadalom

A Lendület csoport vezetője igen aktív a tudománynépszerűsítés területén: az ő kezdeményezésére jött létre a BME-n a „BME TTK Sciencecamp" program, ami tehetséges hazai és határon túli magyar fiatalok egyhetes bentlakásos táboroztatását szervezte meg érdekes tudományos programokon keresztül (http://sciencecamp.ttk.bme.hu/). Ezt 2017-ben másodízben is megrendezték. Nagy érdeklődés mellett rendezték meg a Fizika Mindenkié 3.0 programot, melynek Lágymányosi főprogramját a csoportvezető szervezte. Az eseményen mintegy 50 fő a kiállításban segédkező munkáját irányította, és az eseményre kb. 500 fő látogatott el (gyermekek és szüleik). Emellett a BME TTK Kari nyílt napját, és az Educatio programot is ő szervezte 2017-ben is.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

Hazai kapcsolatok: Egy cikken dolgoztak az MTA Wigner Kutatóközpont kutatójával, aki a Lendület csoporthoz csatlakozott is. Nemzetközi kooperációban a University of Erlangen, Németország csoportjával dolgoznak aktívan, egy PhD diák itt töltött 1 hónapot 2017 nyarán. A University of Vienna és az EPFL, Lausanne csoportjával dolgoznak aktívan, közös cikkük is jelent meg. Egy új együttműködés is elindult a Berlini Egyetem kutatócsoportjával alkálival dópolt szén nanoszerkezetek körében. A vezető kutató két hetet töltött a Regensburg-i egyetemen, akivel közösen egy cikket meg is jelentettek. Egy emeritus professor a vendégük volt 2017-ben, előadást tartott szupravezető fulleridek témakörében.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport konzorcium részeként nyertes volt az NKFIH Nemzeti Kiválósági Programnál (azonosító: 2017-1.2.1-NKP-2017-00001), címe: Kvantumbitek előállítása, megosztása és kvantuminformációs hálózatok fejlesztése. A projekt időtartama: 2017. november – 2021. október. Teljes összeg: 3.500.000 E Ft, a jelen Lendület pályázatban is résztvevő kutatók számára megítélt teljes összeg kb. 150.000 E Ft. A konzorcium vezetője az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont, további résztvevői: Eötvös Loránd Tudományegyetem, BME, Nokia Bell Labs, BHE Bonn Hungary, Femtonics Kft., Ericsson Magyarország

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Koltai J, Kuzmany H, Pichler T, Simon F: Arrayed Arrangement of ^{13}C Isotopes During the Growth of Inner Single-Walled Carbon Nanotubes. Physica Status Solidi B-Basic Research, 254: 1700217 (2017)
2. Negyedi M, Palotás J, Gyüre B, Dzsaber S, Kollarics S, Rohringer P, Pichler T, Simon F: An optically detected magnetic resonance spectrometer with tunable laser excitation and wavelength resolved infrared detection. Review of Scientific Instruments, 88: 013902 (2017)

3. Szirmai P, Markus BG, Dora B, Fabian G, Koltai J, Zolyomi V, Kurti J, Nafradi B, Forro L, Pichler T, Simon F: Doped carbon nanotubes as a model system of biased graphene. Physical Review B, 96: 075133 (2017)
4. Szolnoki L, Kiss A, Dora B, Simon F: Spin-relaxation time in materials with broken inversion symmetry and large spin-orbit coupling. Scientific Reports, 7: 9949 (2017)
5. Szolnoki L, Dora B, Kiss A, Fabian J, Simon F: Intuitive approach to the unified theory of spin relaxation. Physical Review B, 96: 45123 (2017)

MTA–DE LENDÜLET FUNKCIONÁLANALÍZIS KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Molnár Lajos, az MTA doktora
4032 Debrecen, Egyetem tér 1.; 4002 Debrecen, Pf. 400
telefon: (52) 544 097; fax: (52) 544 548
e-mail: molnarl@science.unideb.hu; honlap: http://mat.unideb.hu/nagy-gergo/kutatas/a.html
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2016

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A kutatócsoport feladata a beszámolási időszakban (2017.01.01-06.30.) eredmények elérése volt a megőrzési problémák és az operátorközepek területén. A kapcsolódó kutatások folyamán eredmények születtek az alábbi témákban:

- operátorközepek tanulmányozása;
- különféle távolságmértékeket megőrző transzformációk struktúrájának leírása.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

A beszámolási időszakban elért egyik legjelentősebb eredmény a [2] kézirat fő tétele, mely egyfajta általánosított operátor monoton függvényekre vonatkozó integrálformulát ad meg. Az operátor monoton függvények alapvető jelentőségűek az operátorközepek elméletében, mivel bizonyos tulajdonságokkal bíró ilyen közepek (köztük a három legalapvetőbb, a számtani, a geometriai és a harmonikus) előállíthatóak ezen függvények segítségével. Jelentős eredmények találhatók az [1] kéziratban is, melyben operátorközepeknek egy tág osztálya került kiterjesztésre a tetszőleges változószámú esetre. Az elmúlt évtizedekben intenzíven vizsgálták a többváltozós operátorközepeket, több konstrukciójukat is megadva, ám eddig nem született egy egységes fogalom, amely az ilyen közepek kellően nagy osztályára alkalmazható lenne. Az [1] munkában a kutatócsoport egyik tagja megadta speciális típusú operátorok többváltozós operátorközepeinek egy ilyen definícióját, melyhez egy operátorstruktúrákra vonatkozó elmélet felállítására is szükség volt. Külön figyelemre méltó az a tény, hogy a valószínűségszámítás egyik alapvető eredménye, a nagy számok törvénye általánosítható az így definiált közepekre.

Hivatkozások

[1] Existence and uniqueness of the L1-Karcher mean, benyújtott.
[2] Loewner's theorem in several variables II, előkészületben.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A csoport konferenciaszervezési tevékenységéhez tartozott működése záróeseményének, a ’Preservers Everywhere’ konferenciának megrendezése, ami egy nemzetközi találkozó volt 2017 júniusában a csoport kutatási területe legkiválóbb szakembereinek részvételével. Ezen a területen ez volt az első nagyobb konferencia, aminek minden bizonnyal lesz folytatása. A találkozó résztvevőinek lehetőségük nyílt arra, hogy annak témájában készült tudományos publikációkat nyújtsanak be egy nemzetközi folyóiratnak a konferenciához kapcsolódó különszámába.

A csoport 2017 februárjában vendégül látott több kutatóprofesszort (Prága, Bangalore).

MTA–ELTE LENDÜLET CMS RÉSZECSKE- ÉS MAGFIZIKAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Pásztor Gabriella, PhD
ELTE TTK Fizikai Intézet, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A
telefon: (1) 372 2760
e-mail: gpasztor@caesar.elte.hu; honlap: http://cms.elte.hu/
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2013

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A terveknek megfelelően több irányba is folyt a kutatás 2017-ben az LHC 2015-2016-os proton-proton (p-p) ütközéseinek adatait felhasználva, amelyek felvételében a csoport is részt vett a CERN-ben:

- A két-bozon hatáskeresztmetszet mérése 13 TeV tömegközépponti energián, amely hatáskeresztmetszet nagy invariáns tömegű tartománya érzékeny az új fizika esetleges jelenlétére anomális mértékbozon-csatolások megjelenésén keresztül.
- Szuperszimmetrikus részecskék közvetlen keresése, amely pozitív eredmény esetén rávilágíthat a sötét anyag rejtélyére.
- Azonos részecskék között fellépő korrelációk vizsgálata p-p ütközésekben hadronikus végállapotokban.
- Vektor-mezon keletkezés vizsgálata p-p és Pb-Pb ütközésekben.
- Centrális exkluzív pion-pion keletkezés vizsgálata p-p ütközésekben 5,02 TeV és 13 TeV tömegközépponti energián.

A csoport tagjai vezető pozíciókat is betöltöttek a CMS kísérletben:

- Az egyik résztvevő az elektron - foton trigger csoport koordinátora volt, és így felelős a kísérlet elektron és foton triggereinek fejlesztéséért, működtetéséért és minőségéért.
- Egy résztvevő a Standard Model fizikai munkacsoport trigger koordinátora volt, és így felelős a trigger stratégia kidolgozásáért és megvalósításáért.
- A csoport tagjai számos cikk belső ellenőrzésében is részt vettek.

A csoport a CMS detektor működtetéséhez is hozzájárult, különös tekintettel a nulla szögű kaloriméterre, a luminozitás mérő detektorokra, a belső nyomkövető detektorra, a trigger rendszerre és a detektor működési feltételeit rögzítő adatbázisra.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A CMS kísérlet 2016-os adatai lehetővé tették a két-bozon végállapotok tanulmányozását. Publikálásra kerültek a ZZ végállapotok mérésének eredményei.

A szuperszimmetrikus részecskék keresése egyre jobban leszűkíti az elmélet lehetséges paramétereit.

A hadronikus végállapotok tanulmányozásával az erős kölcsönhatásba pillantottak bele extrém körülmények között. Kiemelendő ezek közül a kvark-gluon plazma tulajdonságait feltáró Upsilon-elnyomás és jet-elnyomás vizsgálata.

b) Tudomány és társadalom

A csoport vezető tagjai oktatói munkát végeznek az ELTE TTK-n. A kutatási témához kapcsolódó és egyéb egyetemi előadásokon kívül számos TDK, BSc, MSc és PhD diák munkáját is irányítják. 2017-ben 1 MSc, 7 BSc diploma került megvédésre. Egy diák 1. díjban részesült a 2017-es OTDK-n, míg egy másik kijutott a 2018-as OTDK-ra, miután az ELTE TDK konferenciáján 3. helyezést ért el.

A csoport tagjai ismeretterjesztő előadásokkal, média szereplésekkel is népszerűsítik a tudományt. Szerepelnek a CERN Hungarian Teachers Program oktatói között és a Tarján Imre középiskolai fizika verseny zsűrijében.

A csoport megrendezte a CMS Kollaboráció Luminozitás Csoportjának háromnapos munkakonferenciáját az ELTE-n, és elnyerte a CMS kollaboráció 2018-as konferenciájának a rendezési jogát. Vezető szerepet játszott a QCD@LHC 2017 konferencia, a Zimányi Téli Iskola és a 10. Bolyai-Gauss-Lobachevskiy konferencia szervezésében.

Az egyik résztvevőt beválasztották a Young Academy of Europe tagjai közé.

A csoport vezető kutatói számos bizottság munkájában részt vesznek, pl. Plenary European Committee for Future Accelerators, CERN LHC CMS Collaboration Board, Magyar CERN Bizottság, MTA Részecskefizikai Tudományos Bizottság, NKFIH kutatói kezdeményezésű (OTKA) pályázatait értékelő zsűri, ELTE TTK Fizikai Intézet Tanácsa.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A csoport a nemzetközi CMS Együttműködés tagja. A CMS-nek nagyjából 5300 tagja van 47 ország 201 intézményéből. A kísérleten belül a technikai jellegű ZDC munkát a Kansasi Egyetem, a BRIL tevékenységeket a Princeton Egyetem és a CERN munkatársainak segítségével a trigger feladatokat számos külföldi intézet, a Bose-Einstein analízist a brazil UNESP, míg a $Z\gamma$ mérést a taiwani MCU kutatóival együttműködve végzik.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

2017-ben három pályázatot nyertek az NKFIH-tól (K_17 124845, FK_17 123842, PD_17 124949), kollégáik két ÚNKP és egy Bolyai ösztöndíjat is elnyertek.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

A csoport 115 publikált cikk szerzője a CMS Együttműködéssel 2017-ben. Ezek közül kiemelendők:

1. CMS Collaboration: Measurement of vector boson scattering and constraints on anomalous quartic couplings from events with four leptons and two jets in proton-proton collisions at sqrt(s) = 13 TeV. Phys. Lett. B, 774: 682-705 (2017) CMS-SMP-17-006, CERN-EP-2017-177, DOI: 10.1016/j.physletb.2017.10.020, e-Print: arXiv:1708.02812 [hep-ex].
2. CMS Collaboration: Study of jet quenching with Z+jet correlations in PbPb and pp collisions at sqrt(s_{NN}) = 5,02 TeV. Phys. Rev. Lett., 119:(8) 082301 (2017) CMS-HIN-15-013, CERN-EP-2017-002, DOI: 10.1103/PhysRevLett.119.082301, e-Print: arXiv:1702.01060 [nucl-ex].

3. CMS Collaboration: Measurement of the inclusive energy spectrum in the very forward direction in proton-proton collisions at sqrt(s)=13 TeV. JHEP, 1708: 046 (2017) CMS-FSQ-16-002, CERN-EP-2016-313, DOI: 10.1007/JHEP08(2017)046, e-Print: arXiv:1701.08695 [hep-ex].
4. CMS Collaboration: Suppression of Upsilon (1S), Upsilon(2S) and Upsilon(3S) production in PbPb collisions at sqrt(s_{NN}) = 2,76 TeV. Phys. Lett. B, 770: 357-379 (2017) CMS-HIN-15-001, CERN-EP-2016-248, DOI: 10.1016/j.physletb.2017.04.031, e-Print: arXiv:1611.01510 [nucl-ex].

MTA–ELTE LENDÜLET FORRÓ UNIVERZUM KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Werner Norbert, PhD
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A
telefon: (1) 372 2500 / 6309
e-mail: wernernorbi@caesar.elte.hu
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2016

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A kutatócsoport a *Hitomi* műhold által szerzett új, nagy felbontású röntgenspektrumokat és egyéb megfigyelési adatokat használt a galaxisok közötti teret kitöltő gáz tulajdonságainak vizsgálatára. A pályázat kutatási tervének megfelelően a csoport az év első 8 hónapjában részben a Hitomi műhold által megfigyelt adatok elemzésére koncentrált. A *Hitomi* spektrométere lehetőséget adott, hogy a gáz turbulens mozgását, sebességeloszlását is felmérjék, egyes röntgenszínkép-vonalak eltolódásának megmérésével. A kutatócsoport vezető a Perzeus galaxishalmazban megfigyelt turbulens gáz mozgás kutatását vezette és koordinálta. A *Hitomi* műhold adatai alapján 2017-ben 11 új cikk született (egy cikk a Nature-ben volt publikálva), a kutatócsoport vezető ezeknek a cikkeknek a társszerzője.

A projekt kutatói a *Chandra, XMM-Newton* és *Suzaku* műholdak adatait is tanulmányozzák, hogy felderítsék hogyan fejlődnek a galaxisok és velük együtt a bennük elhelyezkedő szupermasszív fekete lyukak, és hogyan szennyeződik be fémekkel a galaxis közti teret kitöltő anyag. Ezeknek az eredményeknek alapján további 11 kevésszerzős cikk készült és számos új cikk van előkészítés alatt.

A kutatási tervnek megfelelően, szeptemberben két új posztdoktori kutató kapcsolódott be a kutatócsoport munkájába. Egyikük az *XMM-Newton* adatfeldolgozás és a fém dúsítás szakértője, a másik a numerikus szimulációk segítségével kutatja a galaxisközti anyagot. Utóbbi kutatása alapján már meg is jelent egy publikáció és egy másik cikk már közel áll a befejezéshez.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A kutatócsoport 2017-ben 23 cikk létrejöttéhez járult hozzá és a kutatócsoport tagjai 15 előadást tartottak konferenciákon (ezek közül 4 meghívott előadást, beleértve meghívott plenáris előadást az EWASS konferencián) és kutatóintézetekben/egyetemeken. Két megjelent cikk alapján az MTA sajtóhírt is közölt, és az eredményekről széleskörűen beszámolt a magyar és a nemzetközi sajtó.

b) Tudomány és társadalom

A csoportvezető számos ismeretterjesztő, tudománynépszerűsítő programon is részt vett. A teljesség igénye nélkül, felsorolásszerűen:
ismeretterjesztő előadások, ELTE: Az atomoktól a csillagokig, Pozsonyi Természettudományi Múzeum, Rozsnyói gimnázium, Polaris csillagvizsgáló
MTV: Mindentudás, Mindenki akadémiája, Pod Lampu (Szlovákia)
rádió interjú: Kossuth rádió (több alkalommal), Katolikus rádió, Cseh rádió

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A kutatócsoport szoros együttműködésben van több hazai és külföldi kutatóhellyel.
Hazai együttműködések:
- Kutatókkal az alábbi intézményekből: ELTE; MTA CSFK Csillagászati Intézet; C3S Kft

Nemzetközi együttműködések:

Hiroshima University, Japán
Masaryk University, Csehország
Japan Aerospace Exploration Agency, JAXA, Japán
Stanford University, USA
SRON Netherlands Institute for Space Research, Hollandia
Princeton University, USA

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

2017-ben a kutatócsoport 2 nagy NKFIH pályázatot és 1 ESA pályázatot nyújtott be, sajnos sikertelenül (a pályázatok formai okokra hivatkozva lettek elutasítva). Ugyanakkor a csoportvezető jelentős erőfeszítéseket tesz, hogy a csoportot, és ezzel Magyarországot bevonja a legjelentősebb szakmai programokba, illetve konzorciumokba. Ennek érdekében több nemzetközi megbeszélésen is részt vett 2017-ben.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Werner N, Lakhchaura K, Canning R E A, Gaspari M, Simionescu A: Digging for red nuggets: discovery of a hot halo surrounding a massive, compact relic galaxy. MNRAS, submitted, 2017 [arXiv: 1711.09983]
2. Hitomi collaboration [including Werner N.]: Solar abundance ratios of the iron-peak elements in the Perseus cluster. Nature, 551: 478 (2017)
3. de Plaa J, Kaastra J, Werner N, Pinto C, Kosec P, Zhang Y-Y, Mernier F, Lovisari L, Akamatsu H, Schellenberger G, Hofmann F, Reiprich T H, Finoguenov A, Ahoranta J, Sanders J S, Fabian A C, Pols O, Simionescu A, Vink J, Boehringer H: CHEERS: The chemical evolution RGS sample. A&A, 607: 98 (2017)
4. Urban O, Werner N (corresponding author), Allen S W, Simionescu A, Mantz A: A uniform metallicity in the outskirts of massive, nearby galaxy clusters. MNRAS, 470: 4583 (2017)
5. Ogorzalek A, Zhuravleva I, Allen S W, Pinto C, Werner N, Mantz A B, Canning R E A, Fabian A C, Kaastra J S, de Plaa J: Improved measurements of turbulence in the hot gaseous atmospheres of nearby giant elliptical galaxies. MNRAS, 472: 1659 (2017)
6. Simionescu A, Werner N, Mantz A, Allen S W, Urban O: Witnessing the Growth of the Nearest Galaxy Cluster: Thermodynamics of the Virgo Cluster Outskirts. MNRAS, 469: 1476 (2017)

MTA–SZTE LENDÜLET FOTOELEKTROKÉMIAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Janáky Csaba, PhD
6720 Szeged, Rerrich Béla tér 1.
telefon: (62) 532 7433; e-mail: janaky@chem.u-szeged.hu
honlap: http://www2.sci.u-szeged.hu/physchem/MTA_PERG/index.html
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2014

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

Az MTA-SZTE „Lendület" Fotoelektrokémiai Kutatócsoportban olyan szervetlen félvezetőkön és szerves vezető polimereken alapuló összetett anyagokat vizsgálnak, melyek hasznosíthatóak lehetnek tüzelőanyagok közvetlen előállítására, szén-dioxid napfény segítségével történő átalakításával. Céljuk, hogy ezen szabályozott nanoszerkezettel rendelkező összetett anyagok tulajdonságait és viselkedését az összetétellel és az előállítási módszer szabályozásával hangolják. A munkatervben harmadik évre kitűzött szakmai céljaikat maradéktalanul teljesítették, továbbá a munkájuk során további nagyon ígéretes, a témához kapcsolódó kutatási vonalakat tártak fel. Számos új, hosszú távú szakmai együttműködést indítottak és erősítettek meg, valamint új mérési módszerek üzembe állításával tovább erősítették a fotoelektrokémiai laboratórium analitikai hátterét. Végül megemlítjük, hogy sikerült további hazai forrást bevonni (GINOP 2.2.1), amellyel új irányok indulnak meg a tudományos eredmények hasznosítását illetően.

2017-os év során az alábbi konkrét feladatokat végezték el:

- GC-MS rendszer továbbfejlesztése, annak érdekében, hogy izotópjelzéses vizsgálatokat tudjanak végezni.
- Beszereztek és beüzemeltek egy 3D nyomtatót, amellyel lehetővé vált egyedi tervezésű elektrokémiai cellák készítése is.
- Polianilinből, polipirrolból, és PEDOT polimerek valamint szén nanoszerkezetekből álló kompozit elektródok előállítása és jellemzése.
- Oxid nanostruktúrák előállítása, jellemzése, és fotoelektrokémiai vizsgálata ($CuCrO_2$ és $CuFeO_2$).
- CuI /PbI_2 kompozitok előállítása és fotoelektrokémiai vizsgálata
- Szén nanoszerkezetekre (3D grafén, szén-nanocsőköteg) n-, és p-típusú félvezető oxid nanokristályok leválasztása és a kompozitok CO_2 redukciós aktivitásának vizsgálata.
- Szerves/szervetlen hibrid, és szervetlen perovszkitok előállítása és a belőlük készített fotoelektródok jellemzése.
- Hibrid polimer/félvezető nanoszerkezetek előállítása és vizsgálata. Az így kapott hibridek (foto)elektrokémiai CO_2-redukciós vizsgálata.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A kutatási tevékenység talán legjelentősebb eredménye, hogy több polimerre igazolták a korábban felderített azon szerkezet-hatás összefüggéseket, amelyek meghatározzák, hogy milyen szerves félvezetőket lehet alkalmazni a fotoelektrokémiai CO_2-redukcióban.
További fontos eredmény, hogy a különféle szén nanoszerkezeteken alapuló fotoaktív hibridek területén igazolták, hogy a nanokompozit fotoelektródok esetén a fotogenerált töltéshordozók transzportja hatékonyabb lett a nanoszén mátrixoknak köszönhetően, mely a

fotoáramok értékében tapasztalt növekményért is felelős. Ezen megállapítás érvényes mind szerves, mind szervetlen félvezetők esetében.

Ezenkívül sikerült kiépíteniük egy olyan analitikai rendszert, melynek segítségével izotóposan jelzett prekurzorok segítségével tudják vizsgálni a CO_2 redukció folyamatát.

b) Tudomány és társadalom

Folyamatosan frissítjik a kutatócsoport honlapját (http://www2.sci.u-szeged.hu/physchem/MTA_PERG/index.html), amely az érdeklődők számára naprakész információkkal szolgál a csoport tevékenységéről. Kiemelkedően nagyszámú sajtómegjelenésük volt, mind a helyi, mind az országos sajtóban. A Magyar Tudomány Ünnepe kapcsán az MTA SZAB rendezvényének plenáris előadását a kutatócsoport vezetője tartotta, „(Foto)elektrokémia a napenergia hasznosításának szolgálatában: útban egy fenntarthatóbb vegyipar felé" címmel. Az előadás első részében bemutatta az elektrokémiai és a fotoelektrokémiai CO_2-redukció főbb elméleti és gyakorlati aspektusait. Ismertette azon szerkezet–hatás összefüggéseket, amelyeket eddigi munkájuk során sikerült felderíteniük, és amelyek alapján racionálisan tervezett összetett (foto)elektródokat készítenek. Ezen kívül számos helyi és országos TV adásban szerepeltek, többek között az MTVA Tudományünnepi műsorában. A kutatócsoport vezetője előadást tartott az ELTE Alkímia Szabadegyetem sorozatán is.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

Új együttműködést alakítottak a University of Notre Dame egy kutatócsoportjával (USA), amelyben új, környezetbarát módszerrel előállított, nemesfémmentes elektrokatalizátorokat vizsgálnak. Ezen együttműködés valószínűleg hosszú életű lesz, mivel a közös munka során számos további vizsgálatra érdemes jelenségkört sikerült azonosítaniuk. A hazai együttműködések közül fontos kiemelni az MTA Wigner Fizikai Kutatóintézet Elméleti Szilárdtestfizikai Osztály egy kutatócsoportjával, valamint MTA-SZTE Reakciókinetikai és Felületkémiai Kutatócsoporttal való közös munkát. Az előbbi csoport nanoszerkezetű CuI/PbI_2 határfelületek elméleti leírásában segít bennünket. Utóbbi csoporttal együttműködésben azt vizsgáljuk, hogy mennyiben hasonlít, és mennyiben különböznek a termikusan és elektromosan aktivált reakciók, félvezető/fém katalizátorokat használva. Ezek mellett továbbra is szoros kapcsolatot ápolunk University of Texas Arlington (USA) egy kutatócsoportjával.

Fontos megemlíteni azt is, hogy a nemzetközi elektrokémiai társaság (International Society of Electrochemistry, ISE) tematikus konferenciáját (Topical Meeting) 2017 tavaszán Szegeden rendezték meg, a kutatócsoport aktív részvételével. A konferencia témája a fotoelektrokémia volt, így a területük legismertebb szakértőit sikerült Magyarországra hozni.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A 2017-ben hirdették ki a korábban beadott GINOP 2.2.1. K+F versenyképességi és kiválósági együttműködések pályázat eredményét, melynek keretében folyamatos üzemű elektrolizáló berendezéseket fejlesztenek a ThalesNano Zrt-vel együttműködésben. Ezen elektrolizálók alternatív energiaforrások igénybevételével képesek hidrogént előállítani vagy szén-dioxidot átalakítani a vegyipar számára hasznos anyagokká.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

Az elmúlt egy év során 10 nemzetközi publikáció jelent meg (összesített IF=68,88, egy folyóiratnak még nincs elérhető IF-a) (teljes lista az MTMT-n elérhető, azonosító: 10022474). Ezen kívül megjelentettük két rövid Editorial közleményt is. Ezek közül a két legjelentősebb a következő:

1. Endrődi B, Bencsik G, Darvas F, Jones R, Rajeshwar K, Janáky C: Factors governing the continuous-flow electroreduction of carbon dioxide: Benchmarking electrolyzers and their performance. Progress in Energy and Combustion Science, 62: 133-154 (2017) Link(ek): DOI, WoS.
2. Kecsenovity E, Endrődi B, Tóth PS, Zou Y, Dryfe RAW, Rajeshwar K, Janáky C: Enhanced Photoelectrochemical Performance of Cuprous-oxide/Graphene Nanohybrids. Journal of the American Chemical Society, 139: 6682-6692 (2017) Link(ek): DOI, WoS.

MTA–BME LENDÜLET NANOELEKTRONIKA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Csonka Szabolcs, PhD
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.
telefon: (1) 463 1438; fax: (1) 463 4180
e-mail: csonka@mono.eik.bme.hu
honlap: http://nanoelectronics.physics.bme.hu/Quantum_intro
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2017

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

A kutatócsoport munkája 2017. szeptember 1-től indult el. A csoport összeállt, sikerült külföldről hazacsábítani egy kutatót, egy külföldi phd hallgató kapcsolódott októberben a 3 meglévő doktoranduszhoz, 6 MSc hallgató és 2 BSc hallgató mellé. Az 5 éves célkitűzéseknek megfelelően elindult a kutatómunka: InAs nanopálcákon alapuló áramkörökben csatolt kvantum pöttyökben a spin-pálya kölcsönhatás szerepét vizsgálták, valamint InP szakaszok viselkedését tanulmányozták potenciális alagútátmeneteknek. Kétdimenziós vezetők területén: Óriás spin-pálya kölcsönhatással rendelkező BiTeI kristályt sikerült atomi rétegre vékonyítaniuk (együttműködés MTA EK MFA és ELTE-vel), elkezdték vizsgálni indukált spin-pálya kölcsönhatás jelenlétét grafén alapú heteroszerkezetekben, valamint kifejleszteni nanoáramköröket befogadni képes nyomáscella rendszert. Közfeladatok terén, a csoport elkezdett egy új hélium cseppfolyósító telepítését Budapestre, illetve részt vett új tanítási anyagok kidolgozásában BME új Nanotechnológia és anyagtudomány MSc programjához.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Topológikusan védett degenerációk csatolt kvantum pötty rendszerben: Nagy stabilitású dupla kvantum pötty rendszert hoztak létre InAs nanopálcákból és feltárták a rendszer alapállapotának degenerációit B tér függvényben erős spin-pálya kölcsönhatás jelenlétében. A beazonosított két degeneráció elméleti számítások alapján topologikus védelemmel bír (Együttműködés, BME).

Egy rétegű BiTeI létrehozása: BiTeI egy óriás Rashba spin-pálya kölcsönhatással bíró poláros vegyület, aminek tömbi formája az elmúlt években intenzíven vizsgáltak kísérletileg. A 2D rendszerekkel foglalkozó közösségben számos elméleti munka született, ami ennek az anyagnak 2D formájára fokuszál, ugyanakkor ezt eddig nem sikerült előállítani. Egy speciális vékonyítási technikával sikerült 1 réteget előállítaniuk BiTeI-ból MTA EK MFA kutatócsoportjával együttműködve.

b) Tudomány és társadalom

A csoport diákjai (hárman) kiválóan teljesítettek TDK konferencián. A BME TTK Kísérleti fizika szekciójában az I. helyezést, II. helyezést, Dékáni és Kísérleti különdíjakat is elnyerték. Kollégáink részt vettek a Kutatók éjszakáján meghirdetett programok szervezésében, többször tartottak ismeretterjesztő labor bemutatót középiskolás diákok részére.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

A csoport számos hazai (MTA EK MFA, ELTE) és nemzetközi (Uni. Basel, Univ. Copenhagen, NEST Pisa, Univ. Groningen, Chalmers Univ.) együttműködés keretében végezte a munkáját. A kutatócsoport jelenleg koordinátora egy EUs FlagERA networknek (iSpinText), aminek keretében két külföldi phd hallgató járt csoportnál és 1 hazai hallgató volt Univ. Baselben kutatómunkán. A nemzetközi együttműködés fokozására két további EUs pályázatot nyújtottak be konzorcium vezetőként és egyet partnerként. Tagjaik tevékeny szerepet vállalnak több BSc és MSc alapozó tárgy oktatásban. A hallgatók legaktuálisabb tudományos ismereteinek elmélyítése céljából szemináriumsorozatot szerveztek *Topológikus kvantum számítások* témaköréből neves hazai és külföldi előadókkal.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

2017-ben a kutatócsoport tagjai 1 OTKA K (és 1 kapcsolódó PD) pályázatot nyertek el. Kvantum elektronika témakörében a csoport része a novemberben indult HunQuTech konzorciumnak. 2017 októberében indult VEKOP program keretében egy 'új Közép-magyarországi hélium cseppfolyósító és visszagyűjtő rendszer kialakítását is koordinálja a csoport.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Fülöp B, Tajkov Z, Pető J, Kun P, Koltai J, Oroszlány L, Tóvári E, Murakawa H, Tokura Y, Bordács S, Tapasztó L, Csonka S: Exfoliation of single layer BiTeI flakes, submitted to 2DMaterials. arXiv: 1709.09732, (2017)
2. Zihlmann S, Cummings AW, Garcia JH, Kedves M, Watanabe K, Taniguchi T, Schönenberger C, Makk P: Large spin relaxation anisotropy and valley-Zeeman spin-orbit coupling in WSe2/Gr/hBN heterostructures. submitted to Phys. Rev. B., arXiv:1712.05678 (2017)

MTA–ELTE LENDÜLET KOMBINATORIKUS GEOMETRIA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Pálvölgyi Dömötör, PhD
Budapest, 1117, Pázmány Péter sétány 1/C
telefon: (1) 372 2700/8604
e-mail: dom@cs.elte.hu
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2017

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

Kutatócsoport négy hónapja, 2017. szeptember elsején indult, a csoportvezetőn kívül egy teljes és egy félállású munkatárssal. Az egyetemről jelenleg két MSc hallgató kezdett el a kutatáshoz kapcsolódó témán dolgozni. Céljuk kombinatorikus geometriai hipergráfok színezéseinek vizsgálata, elméleti eredmények bizonyítása és publikálása.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Egy publikáció lett benyújtva a *34th International Symposium on Computational Geometry (SoCG 2018)* konferenciára, de még elbírálás alatt áll.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport vezetője tartott a témáról két rövid ismertetőt, szeptemberben az *Academia Europaea* éves találkozóján, valamint novemberben *A tudományos kutatás napja* alkalmából az ELTE-n.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

Legfontosabb, hogy a kutatócsoport beintegrálódott az ELTE Matematikai Intézetbe, ahol megkezdték az óratartást és elindították a szemináriumot, melyen több fiatal kutató és hallgató is részt vett. Ennek a szemináriumnak a célja, hogy az új eredményeket minél jobban megismerhessük és másokat is bevonhassunk a minél szélesebb kutatásba. Az első félévben két előadót hívtak meg külföldről. A kutatócsoporttól egy kutató ment hosszabb külföldi tanulmányútra (EPFL, Svájc).

Aktív szerepet vállalnak két nyári nemzetközi összejövetel szervezésében is. Az egyik a fent említett SoCG 2018, mely a terület fő éves konferenciája és idén a Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet rendezi meg. Itt nemcsak a helyi szervezésben, hanem a program bizottságban is részt vesznek, mely rengeteg cikk elbírálásával jár. A másik rendezvény a 8. Emléktábla műhely, melynek a kutatócsoport a főszervezői. Idén sok fiatal nemzetközi résztvevőt várunk a gárdonyi VVSI Sport Hotelbe.

MTA–PE LENDÜLET KOMPLEX RENDSZEREK FIGYELEMMEL KÍSÉRÉSE KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Abonyi János, az MTA doktora
8200 Veszprém, Egyetem u 10.
telefon: (70) 944 8910; e-mail: janos@abonyilab.com
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2017

I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben

Két éven belül az Interneten elérhető eszközök száma eléri a harmincmilliárdot. Az exponenciálisan növekvő összekapcsoltság a termelő és szolgáltató rendszereket is hálózatba integrálja, lehetőséget teremtve működésük összehangolására. A kutatócsoport célja a negyedik ipari forradalomnak is nevezett integrációs folyamatok eredményeként létrejövő komplex rendszerek jellemzésére, az időben gyakorta és gyorsan változó belső összefüggéseik feltárására, és a környezeti hatásokhoz és a meghibásodásokhoz köthető kockázatok kezelésére alkalmas algoritmusok fejlesztése. Az első félévben a munkatervet szorosan követve eseménysorozatok és az összekapcsoltságot jellemző hálózati struktúrák elemzésére alkalmas algoritmusok fejlesztetésére került sor.

II. A 2017-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Időbeliséget tükröző gyakori szekvenciák feltárására alkalmas algoritmust fejlesztettek és alkalmaztak műszaki rendszerek biztonságos üzemeltetésének javítására [1]. Meghibásodások hatására bekövetkező eseménysorok mélytanuláson alapuló feldolgozásával a meghibásodások típusainak osztályozására alkalmas algoritmust dolgoztak ki. A mélytanulási modellek vizualizációjával az események és a meghibásodások összehasonlíthatóvá váltak [2].

Igazolták, hogy a kapcsolatok erősségének jellemzésére kidolgozott módszerük a felsőoktatás és a munkaerőpiac jellemzésére is alkalmas [3].

b) Tudomány és társadalom

Komplex rendszerek elemzésére fejlesztett algoritmusaikat a műszaki és az oktatási kérdések vizsgálatán túl fenntarthatósági kutatások modelljeinek, adatainak és szövegeinek elemzésére is alkalmazzák. A negyedik ipari forradalom társadalmi hatásait is vizsgálják, a Tudomány Napja eseménysorozat keretében az MTA VEAB-ban előadássorozatot rendeztek. Középiskolásoknak nyári egyetemen, egyetemistáknak Tudományos Diákköri Konferencián tartottak ismeretterjesztő, szemléletformáló előadásokat.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben

Folyamatbiztonsággal kapcsolatos kutatásaikat a MOL NyRt, gyártási folyamatok optimálása témakörben a Foxconn mérnökeivel közösen végzik.

IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Az Imperial College, a spanyol UPC és a Kaposvári Egyetem által alkotott konzorciumban H2020 Twinning pályázatot adtak be.

V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

Mivel ez első fél év alatt csak az elfogadó nyilatkozatokig jutott a publikációs folyamat https://www.researchgate.net/profile/Janos_Abonyi

1. Dorgo G, Abonyi J: Sequence Mining based Alarm Suppression. IEEE Access, megjelenés alatt (2018)
2. Dorgo G, Pigler P, Abonyi J: Understanding the importance of process alarms based on the analysis of deep recurrent neural networks trained for fault isolation. Journal of Chemometrics, megjelenés alatt (2018)
3. Gadár L, Abonyi J: Graph Configuration Model based Evaluation of the Education-Occupation Match, megjelenés alatt (2018)

A MATEMATIKAI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI LENDÜLET KUTATÓCSOPORTOK FŐBB MUTATÓI ÉS PÉNZÜGYI ADATAI 2017-BEN

VI. A KUTATÓHELY FŐBB MUTATÓI 2017-BEN

A kutatócsoport neve: MTA–BME Lendület Jövő Internet Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	0,75			Ebből kutató[2]:	0,25
PhD, kandidátus:	0,0	MTA doktora:	0,25	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					0,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				11
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				11
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				7
Ebből impaktfaktoros publikáció				7
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	29,73	Összes független hivatkozás száma (2016):	69
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			89

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			7
		poszterek száma:	1
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	11	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	2
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			3

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			0,25
Témavezetések száma: TDK munka:	3	Diplomamunka (BSc):	12
Diplomamunka (MSc):	10	PhD:	7

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	20 900	E Ft
Teljes saját bevétel:	65 000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	5000	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	15 000	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	45 000	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–BME Lendület Statisztikus Térelméleti Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	1,08			Ebből kutató[2]:	1,08
PhD, kandidátus:	0,0	MTA doktora:	0,25	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					0,83

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				9
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				9
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				9
Ebből impaktfaktoros publikáció				8
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	47,03	Összes független hivatkozás száma (2016):	288
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			338

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			7
		poszterek száma:	1
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			1
Témavezetések száma: TDK munka:	0	Diplomamunka (BSc):	1
Diplomamunka (MSc):	3	PhD:	2

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	27 000	E Ft
Teljes saját bevétel:	0	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	11 055	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	19 000	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–ELTE Lendület EIRSA Asztrofizikai Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]: 0,37 Ebből kutató[2]: 0,37
PhD, kandidátus: 0,0 MTA doktora: 0,37 Rendes tag és levelező tag: 0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]: 0,18

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				28
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				28
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				26
Ebből impaktfaktoros publikáció				26
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	1

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]: 166,48 Összes független hivatkozás száma (2016): 1750
Összes hivatkozás száma (2016)[8]: 2883

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]: PhD: MTA doktora:

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]: külföldi oltalmak száma[11]:

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:
poszterek száma:
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]: 0
Témavezetések száma: TDK munka: Diplomamunka (BSc):
Diplomamunka (MSc): PhD:

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	12 050	E Ft
Teljes saját bevétel:		E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:		E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:		E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:		E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–ELTE Lendület Katalízis és Szerves Szintézisek Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	0,83			Ebből kutató[2]:	0,83
PhD, kandidátus:	0,33	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					0,5

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				8
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				8
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				8
Ebből impaktfaktoros publikáció				8
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	34,95	Összes független hivatkozás száma (2016):	119
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			151

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	2	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			1
		poszterek száma:	5
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			1

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			1
Témavezetések száma: TDK munka:	4	Diplomamunka (BSc):	6
Diplomamunka (MSc):	2	PhD:	2

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	2923	E Ft
Teljes saját bevétel:	0	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–ELTE Lendület Rácstérelméleti Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	2,6			Ebből kutató[2]:	1,8
PhD, kandidátus:	0,0	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,5
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					0,8

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				9
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				9
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				7
Ebből impaktfaktoros publikáció				7
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	31,01	Összes független hivatkozás száma (2016):	283
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			336

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			6
		poszterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			1
Témavezetések száma: TDK munka:	0	Diplomamunka (BSc):	1
Diplomamunka (MSc):	2	PhD:	2

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	14 700	E Ft
Teljes saját bevétel:	24 000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	24 000	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–PE Lendület Transzlációs Glikomika Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	5,5			Ebből kutató[2]:	4,5
PhD, kandidátus:	2,0	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	1,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					4,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					1,5

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				7
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				7
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				7
Ebből impaktfaktoros publikáció				6
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	23,37	Összes független hivatkozás száma (2016):	71
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			102

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	1	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	1

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			25
		poszterek száma:	16
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	4	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	12
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			5

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			2
Témavezetések száma: TDK munka:	0	Diplomamunka (BSc):	0
Diplomamunka (MSc):	0	PhD:	7

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	24 300	E Ft
Teljes saját bevétel:	33 700	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	15 000	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	3000	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		3
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	15 700	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–SZTE Lendület Pórusos Nanokompozitok Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	1,25			Ebből kutató[2]:	1,25
PhD, kandidátus:	0,75	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					1,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				22
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				22
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				1
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				21
Ebből impaktfaktoros publikáció				21
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	63,59	Összes független hivatkozás száma (2016):	149
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			194

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	1	MTA doktora: 0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			2
		poszterek száma:	10
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			1
Témavezetések száma: TDK munka:	1	Diplomamunka (BSc):	4
Diplomamunka (MSc):	2	PhD:	5

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	31 248	E Ft
Teljes saját bevétel:	6500	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	6500	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–BME Lendület Emberi Egyensúlyozás Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	2,75			Ebből kutató[2]:	2,75
PhD, kandidátus:	0,0	MTA doktora:	0,5	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					1,75

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				16
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				16
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				6
Ebből impaktfaktoros publikáció				5
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	1

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	10,69	Összes független hivatkozás száma (2016):	0
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			0

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	2	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			13
		poszterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	4
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			2
Témavezetések száma: TDK munka:	6	Diplomamunka (BSc):	5
Diplomamunka (MSc):	3	PhD:	3

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	45 000	E Ft
Teljes saját bevétel:	0	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–BME Lendület Kémiai Nanoérzékelők Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	1,0			Ebből kutató[2]:	1,0
PhD, kandidátus:	0,5	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					0,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				6
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				6
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				6
Ebből impaktfaktoros publikáció				6
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	29,75	Összes független hivatkozás száma (2016):	52
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			76

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	1	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			2
		poszterek száma:	9
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	1	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	3
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			1
Témavezetések száma: TDK munka:	0	Diplomamunka (BSc):	2
Diplomamunka (MSc):	4	PhD:	3

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	25 800	E Ft
Teljes saját bevétel:	32 027	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	9500	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	2400	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	20 127	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–BME Lendület Kiber-fizikai Rendszerek Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	5,02			Ebből kutató[2]:	5,02
PhD, kandidátus:	0,37	MTA doktora:	0,02	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					5,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				24
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				24
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				4
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
Ebből impaktfaktoros publikáció				0
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	0,0	Összes független hivatkozás száma (2016):	13
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			30

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			17
		poszterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	10	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			5
Témavezetések száma: TDK munka:	7	Diplomamunka (BSc):	12
Diplomamunka (MSc):	7	PhD:	6

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	37 100	E Ft
Teljes saját bevétel:	3 000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	3 000	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–BME Lendület Kvantumkémiai Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	4,67			Ebből kutató[2]:	4,17
PhD, kandidátus:	2,0	MTA doktora:	0,5	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					1,67

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				9
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				9
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				9
Ebből impaktfaktoros publikáció				9
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	44,44	Összes független hivatkozás száma (2016):	72
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			118

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			6
		poszterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			4
Témavezetések száma: TDK munka:	0	Diplomamunka (BSc):	1
Diplomamunka (MSc):	0	PhD:	0

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	44 000	E Ft
Teljes saját bevétel:	5000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		3
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	5000	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–BME Lendület Magneto-optikai Spektroszkópiai Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	6,17			Ebből kutató[2]:	5,35
PhD, kandidátus:	1,37	MTA doktora:	0,3	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					2,83

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				16
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				14
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				14
Ebből impaktfaktoros publikáció				14
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	50,45	Összes független hivatkozás száma (2016):	37
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			65

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	1	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			29
		poszterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			5
Témavezetések száma: TDK munka:	0	Diplomamunka (BSc):	2
Diplomamunka (MSc):	3	PhD:	6

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	25 000	E Ft
Teljes saját bevétel:	31 000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		4
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	13 000	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		3
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	6000	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	12 000	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–BME Lendület Spintronikai Kutatócsoport (PROSPIN)

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	0,35			Ebből kutató[2]:	0,35
PhD, kandidátus:	0,17	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					1,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					0,18

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				12
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				12
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				12
Ebből impaktfaktoros publikáció				12
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	43,15	Összes független hivatkozás száma (2016):	2
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			2

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			1
		poszterek száma:	2
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	1	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			1

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			0,3
Témavezetések száma: TDK munka:	0	Diplomamunka (BSc):	1
Diplomamunka (MSc):	1	PhD:	0

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	37 714	E Ft
Teljes saját bevétel:	10 000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	10 000	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–DE Lendület Funkcionálanalízis Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	0,67			Ebből kutató[2]:	0,67
PhD, kandidátus:	0,18	MTA doktora:	0,12	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					0,55

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				8
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				8
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				7
Ebből impaktfaktoros publikáció				8
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	6,23	Összes független hivatkozás száma (2016):	28
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			40

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			5
		poszterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	8
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			0,67
Témavezetések száma: TDK munka:	0	Diplomamunka (BSc):	0
Diplomamunka (MSc):	1	PhD:	1

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	40 000	E Ft
Teljes saját bevétel:	1377	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	1377	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–ELTE Lendület CMS Részecske- és Magfizikai Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	1,92			Ebből kutató[2]:	1,92
PhD, kandidátus:	1,0	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					0,92

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				145
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				145
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				145
Ebből impaktfaktoros publikáció				144
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	734,74	Összes független hivatkozás száma (2016):	92
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			125

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			18
		poszterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	4	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			2

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			1
Témavezetések száma: TDK munka:	4	Diplomamunka (BSc):	12
Diplomamunka (MSc):	3	PhD:	5

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	37 500	E Ft
Teljes saját bevétel:	20 500	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	2000	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		4
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	8500	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	10 000	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–ELTE Lendület Forró Univerzum Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	2,13			Ebből kutató[2]:	1,93
PhD, kandidátus:	1,93	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					1,23

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				9
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				9
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				9
Ebből impaktfaktoros publikáció				9
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	80,5	Összes független hivatkozás száma (2016):	0
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			0

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	1	MTA doktora: 0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]: 0	külföldi oltalmak száma[11]: 0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			14
	poszterek száma:		0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:		0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			1
Témavezetések száma: TDK munka:	0	Diplomamunka (BSc):	3
Diplomamunka (MSc):	5	PhD:	1

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	50 300	E Ft
Teljes saját bevétel:	0	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–SZTE Lendület Fotoelektrokémiai Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	1,37			Ebből kutató[2]:	1,37
PhD, kandidátus:	1,5	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					1,37

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				10
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				10
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				10
Ebből impaktfaktoros publikáció				9
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	68,79	Összes független hivatkozás száma (2016):	60
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			85

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			12
		poszterek száma:	4
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			1
Témavezetések száma: TDK munka:	0	Diplomamunka (BSc):	3
Diplomamunka (MSc):	2	PhD:	4

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	42 000	E Ft
Teljes saját bevétel:	90 000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	90 000	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–BME Lendület Nanoelektronika Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	0,35			Ebből kutató[2]:	0,35
PhD, kandidátus:	0,35	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					0,18

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				0
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				0
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
Ebből impaktfaktoros publikáció				0
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	0,0	Összes független hivatkozás száma (2016):	0
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			0

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			2
		poszterek száma:	2
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			0,3
Témavezetések száma: TDK munka:	3	Diplomamunka (BSc):	2
Diplomamunka (MSc):	6	PhD:	4

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	45 508	E Ft
Teljes saját bevétel:	21 600	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	4600	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	10 000	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	7000	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–ELTE Lendület Kombinatorikus Geometria Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	0,83			Ebből kutató[2]:	0,83
PhD, kandidátus:	0,83	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					0,17

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				0
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				0
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
Ebből impaktfaktoros publikáció				0
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	0,0	Összes független hivatkozás száma (2016):	0
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			0

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			0
		poszterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	1	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			0,8
Témavezetések száma: TDK munka:	2	Diplomamunka (BSc):	1
Diplomamunka (MSc):	1	PhD:	0

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	31 000	E Ft
Teljes saját bevétel:	0	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2017-ben

A kutatócsoport neve: MTA–PE Lendület Komplex Rendszerek Figyelemmel Kísérése Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	0,94			Ebből kutató[2]:	0,81
PhD, kandidátus:	0,0	MTA doktora:	1,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					2,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				2
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				2
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				1
Ebből impaktfaktoros publikáció				1
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	4,26	Összes független hivatkozás száma (2016):	0
Összes hivatkozás száma (2016)[8]:			0

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2017-BEN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			2
		poszterek száma:	3
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	3	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	2
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			0,8
Témavezetések száma: TDK munka:	2	Diplomamunka (BSc):	2
Diplomamunka (MSc):	0	PhD:	4

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	33 000	E Ft
Teljes saját bevétel:	7500	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	6000	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	1500	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft