

A tudomány szerepe a 21. században

Kroó Norbert akadémikus

MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont

kroo.norbert@wigner.mta.hu

DOI 10.23716/TT0.21.2017.02

Absztrakt:

Viharosan változó korunkban az új technológiák és ezek alapjait biztosító tudományos kutatások szerepe rohamosan erősödik. A tudomány az értékteremtés igazi alapja. A tudományra áldozó társadalmak a legerősebbek. E tevékenységek gyökeresen megváltoztatják életünket annak minden pozitív és negatív vonatkozásában. Problémáink megoldásához új megközelítésekre és ezért új gondolkodásmódra van szükségünk.

Kulcsszavak: tudomány, növekedés, új technológiák, kiemelkedő régiók, új gondolkodásmód

Keywords: science, growth, new technologies, outstanding regions, new way of thinking

A 21. században még soha sem tapasztalt változások korában élünk. Ezen változások válságokkal tarkítottak, melyek nem csak gazdasági és pénzügyi jellegűek, hanem politikai, társadalmi vonatkozásúak is. Megfigyelhetjük a 20. században sikeres, „öreg” iparágak hanyatlását és egyúttal új technológiákon alapuló viharos fejlődését. Mindez globális szinten erősödő versennyel társul. Az új iparágak tömegesen igénylik a kreatív munkaerő alkalmazását, a tehetségek képességeinek kihasználását. Mindez az oktatási rendszerekre növekvő terheket ró, miközben ezen rendszerek produktivitása válságokon bukducsolva csökken.

Mindezen változások mellett részben a lakosság rohamos növekedése, valamint erőforrásaink pazarló felhasználása miatt a Földgolyó kezd kicsi lenni számunkra. Az előjelzések 1950-ig a gazdaság 500, a népesség 50, az

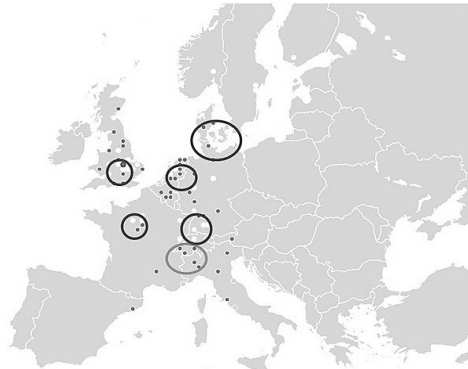
energiafelhasználás és a termelő tevékenység 300 százalékos növekedését prognosztizálják, miközben Földünk nem változik.

Mindezek a körülmények a tudományos kutatás társadalmi súlyában is jelentős változásokat gerjesztenek. Míg a 20. században egy ország erejét területének nagysága, hadseregének létszáma, valamint acéltermelésének volumene határozta meg, addig a 21. század a hasznosítható tudás időszaka. Ez az igény azt eredményezi, hogy a tudomány szerepe megerősödik, szorosabban összefonódik a gazdasággal, meghatározó szerepet játszik az innovációs folyamatokban és a társadalmak középosztályainak megerősödésében.

Megnövekszik az igény a tehetségekre is. Már Winston Churchill megjósolta ezt, amikor arról beszélt egyik híres, 1943-ban elmondott előadásában, hogy „a jövő birodalmi az ész birodalmi lesznek”. A tehetség a világ legkeresettebb árucikkévé vált, ami azt is eredményezte, hogy a „hatalmi egyensúly” az intézmények oldaláról a tehetséges egyének felé tolódt el. A tehetségek szerepének felértékelődése a társadalmakon belüli egyenlőtlenség növekedését is eredményezi. A tehetség egymagában azonban nem elégséges, a megszerzett tapasztalat, egy szigorú etikai kódex szabályainak betartása (például a biotechnológiában) és az ezen alapuló belső kontroll is szükséges.

Egy a Harvard Egyetemen dolgozó kutatópáros néhány éve az amerikai versenyképesség csökkenésének okait elemezte és arra a tulajdonképpen triviális konklúzióra jutott, hogy a gazdaságban eluralkodott „outsourcing” a bűnös. A vállalatok egyre magasabb szintű tevékenységeket szerveztek ki alacsonyabb bérszintű országokba, aminek eredménye, hogy egyes termékeket már nem is tudnának gyártani otthon, mert már a kutatás-fejlesztést is exportálták. A megoldás irányába mutató javaslatuk egy analógián alapul. A középkorban a hústermelés magas színvonalra annak volt köszönhető, hogy a gazdák állataikat az ingyenes, közös, szabad legelőkön tartották, ami alacsony húsárakat eredményezett. A szerzők úgy gondolták, hogy modern korunk ilyen „közös” kincsei a K&F tudásalap, a mérnöki tudás és az alaptermélési tudások, ezeket kell minden szereplő számára elérhetővé tenni. Tudomásul kell venni, hogy még a globalizált világunkban is lokalizált a tudás, az ismeretek folytonos, személyes átadása továbbra is meghatározó. Ennek eredménye egyébként az is, hogy míg korábban a tudástőke vándorolt az anyagi tőkéhez, napjainkban ez a tendencia megfordult. A 21. század ugyanakkor a technológiai forradalmak kora. A

hagyományos technológiák zöme kimerülőben van, a gazdaság fejlődéséhez, sőt egyszerűen működéséhez újakra van szükség. Ezek pedig új ötleteken alapulnak, melyeknek túlnyomó része a kutatások eredményeiben gyökerezik. Ezért a vállalati innováció is jelentős mértékben a kutatásból ered és ennek hozományaként a kutatási eredmények realizálásának sebessége is nő. Vagyis a kutatás gazdagítja a gazdaságot, mégpedig egyre növekvő súllyal. Ez többféleképpen is történik. Beérnek az alapkutatások (lásd a holográfia alkalmazásait), alkalmazásra kerülnek az általános célú kutatások (mint például a bio- és nanotechnológiaiak), de gyakran hasznosulnak a konkrét célok érdekében végzett kutatások is, mint például a nagysebességű informatikai hálózatok K&F eredményei. Hasznosulhatnak az alapkutatások melléktermékei is, ilyenek tartom például az űrkutatásokat. Gazdagodik a gazdaság azáltal is, hogy az igényes kutatási megrendelések színvonal és minőség-növekedést eredményeznek a gazdaságban, valamint azzal, hogy a kutatás jól képzett, problémamegoldó képességgel felruházott szakembereket és fejlett infrastruktúrát szállít a gazdaság szereplőinek. Hogy a tudásgenerálás helyszínei milyen hatással vannak a gazdaságra, azt jól szemlélteti az ábra. Európa térképén sötét pontokkal a sanghaji egyetemi rangsor első száz, világosakkal pedig a második száz egyetem látható. A nagy sötét körök és ellipszisek pedig a fejlett csúcstechnológiai régiókat szemléltetik. Az átfedés önmagáért beszél, de figyelemre méltó a Rajna folyó körüli elhelyezkedés is. (1. ábra)



1. ábra: A sanghaji rangsor európai egyetemei az első kétszázban, valamint a vezető csúcstechnológiai régiók. (A kis sötét pontok az első, a világosak a második százban lévő egyetemek helyszínei. A nagy körök és ellipszisek a csúcstechnológia ipar kiemelkedő helyszínei.)

Az Európai Parlament kutatásért is felelős bizottsága (STOA) sok szakember megkérdezésével összeállított egy tíz tételből álló listát olyan technológiai változásokról, melyek gyökeresen meg fogják változtatni életünket. Ezeket felsorolva három tételhez néhány gondolatot is fűzök:

- Autonóm járművek
- Grafén: A grafén szénatomok hatszöges, rendezett, egy atomi síkú hálózata, amely számos fontos tulajdonsággal bír. Alapja lehet például ultrakönnnyű és ellenálló kompozit anyagoknak, melyeket acél helyett is használhatunk. Hasonlóan sok helyen kihasználható kiváló elektromos és hővezető képességük, vagy rugalmas tulajdonságuk. Mivel semmilyen molekula nem tud áthatolni a szénatomhálón, szűrőként is alkalmazható. Kiterjedt alkalmazások várhatók az ultragyors elektronikában, optikai elemekben, fénylelem cellákban, bioszenzorokban, katalizátorként, vagy molekuláris szűrőként használva a grafénsíkokat.
- Háromdimenziós nyomtatás
- On-line oktatás – képzés
- Virtuális pénzforgalom
- Intelligens öltözetek
- Drónok széleskörű alkalmazása
- Aquaponics ételtermelés előállító mezőgazdasági rendszerek, amelyek egy integrált rendszerben termelnek halat és növényeket
- Intelligens lakások: A lakásokban lévő nagyszámú digitális eszközt lokális hálózat köti össze, amely az internetre is csatlakozik. A mindennapi élet minden megmozdulását támogató eszközök monitorozása és kontrolja minden időben és helyről végrehajtható.
- Energiatárolás: A megújuló energia túlsúlyba kerül, a felesleg tárolása érdekében sok minden történik. Kiemelendő a hidrogén tárolása, amely kulcsfontosságúvá válhat (hidrogén gazdaság). A létrehozott intelligens elektromos hálózatok pedig a fogyasztás optimalizálásában játszanak szerepet.

Az energetika területén, mint sok más területen is ugrásszerű változások is várhatók. Reményeink szerint belátható időn belül megvalósul a fúziós energia hasznosítása, szinte korlátlan energiaforrást biztosítva számunkra. Az információs technológiák a felhő alapú számításokkal, a kvantumkriptográfia (szatelliteken keresztül is) valamint a

kvantumszámítógépek megvalósulásával okoznak gyökeres változást életünkben. Az IT lehetőségeken is alapuló mesterséges intelligencia beláthatatlan lehetőségeket, de ugyanakkor veszélyeket is hozhat számunkra. A genetika rohamos fejlődése nem csak az egészségügy területén nyithat új lehetőségeket, hanem még az informatikában is. Az elektronika eszközeit részben optikaiak váltják fel, beleértve a nanotechnológiai, nanooptikai alkalmazásokat.

A három legígéretesebb, forradalmi változásokat előidéző technológia már most is meghatározó szerepet játszik a gazdaságban, de a távlatok fantasztikus újdonságokkal kecsegtetnek. Ezek a nano-, bio-, és információs technológiák. De ígéretesek az ezek összekapcsolódásából születő megoldások is. Ilyen például a bioinformatika, talán a biológiaiánál is nagyobb informatikai súllyal.

A nanotechnológiák egyik nagyjelentőségű megközelítése az alulról építkezés. A nanovilág „gépeit” atomokból, molekulákból rakjuk össze.

A biológia területéről a génmanipuláció legújabb és további várható módszereit emelném ki. Az informatika a molekuláris, szénalapú, az atomi spineket is felhasználó, de mindenekeelőtt a kvantummechanika lehetőségeit kihasználó megoldásokkal teremt egy gyökeresen új információs technológiai világot. Ígéretes az optikai információs technológiák fejlődése is. Az információ generálás (lézerek), transzport (optikai szálak), tárolás (holografikus memória, CD, DVD) kérdése már megoldott. A processzálás optikai csip alkalmazásával még várat magára az optika diffrakciós korlát okozta méretkorlátok miatt. A nanooptika és a plazmonika azonban erre is jó megoldásokat kínál.

Melyek azok a legfontosabb trendek, amelyeket a várható tudományos és technológiai újdonságokra is alapozva várhatunk?

A Föld népessége akár megduplázódhat ebben az évszázadban és ez az életminőség általános javulásán alapuló átlagéletkor növekedése miatt következik be. Az információs technológiai ipar növekedése tudásfüggő társadalmakat szül, melyeket a mesterséges intelligencia lehetőségei segítenek, illetve veszélyeztetnek. A globális gazdaság integrációja növekszik és ezt a gazdaságot, de a társadalom egészét is a technológiák és az ezeket magalapozó tudományos eredmények dominálják. A technológiai

innováció sebessége nő, ezért is az idő az egyik legfontosabb értékévé válik. Mindezek a változások ígéretesek, de ugyanakkor problémákkal is terheltek.

Ezért jövőnk szempontjából talán a legfontosabb az a tanács, amelyet Albert Einstein már a múlt század közepén megfogalmazott: Új gondolkodásformákra van szükségünk. Problémáinkat ugyanis nem tudjuk megoldani azokkal a gondolkodásformákkal, amelyekkel ezeket a problémákat kreáltuk.

The Role of Science in the 21st Century

Abstract:

In our fast changing world the role of new technologies and their foundation, scientific research is gaining in significance. Science has become the real basis of wealth creation, therefore societies, spending on scientific research are the strongest ones. The new scientific and technological achievements change our life in both its positive and negative aspects. To solve our mounting problems we need new approaches and therefore a new ways of thinking.

Irodalom:

M. KAKU: *Physics of the Future*. New York, Anchor Books, a Division of Random House, 2012.

E. MATTHEWS et al: *The Weight of Nations*. Washington DC., World Resources Institute, 2000.

L. VAN WOENSEL and D. VRŠČA: Scientific Foresight (STOA) unit, European Parliamentary Research Service, 2015