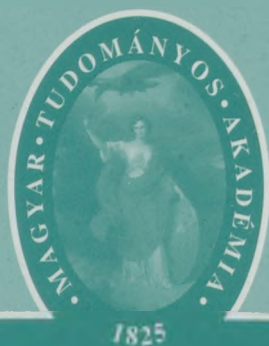


SZÉKFOGLALÓK A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIÁN

SALAMON MIKLÓS

A KÖZETMECHANIKA  
FEJLŐDÉSE  
— EGYÉNI SZEMSZÖGBŐL

---



Szerkesztő  
GLATZ FERENC

Olvasószerkesztő  
Póto János

ISBN 963 508 229 0  
ISSN 1419-8959

Kiadja  
a Magyar Tudományos Akadémia, 2000  
Felelős kiadó: Szabó B. István  
Kiadói szerkesztő: Burucs Kornélia  
Nyomdai előkészítés: MTA Történettudományi Intézete kiadványcsoportja  
Tördelő: Csányi Attila  
Nyomdai munkálatok: AKAPRINT Nyomdaipari Kft.  
Felelős vezető: Freier László ügyvezető igazgató

Salamon Miklós

az MTA külső tagja

# A kőzetmechanika fejlődése – egyéni szemszögből

Elhangzott 1998. november 19-én

**E**lőadásomban a kőzetmechanika fejlődésével szándékozom foglalkozni, valamelyest egyéni szempontból. A fejlődés példáit a dél-afrikai bányászatból veszem. A bányászat Dél-Afrikában nagy fontosságú, ugyanakkor azonban nehéz gazdasági és nagyon komoly fizikai problémákkal küzd. Én a következőkben csak a fizikai nehézségekkel foglalkozom.

A geológiai körülmények Afrika déli csücskén és Magyarországon nagyon különbözőek, így a kőzetmechanika egészen más úton fejlődött a két országban.

## A kezdet

A tudományok fejlődésében csak ritkán adódnak meghatározott kezdőpontok. Minden kezdetet vagy felfedezést egy régebbi kezdet vagy felfedezés előz meg. Így a kőzetmechanika születésének időpontja is meghatározhatatlan. Azt hiszem, legtöbbször a 19. századra tennék a kezdetet, de nem lenne nehéz a témakör születését Coulomb 1773-ban publikált kőzettörés-elméletével összekötni. A modern kőzetmechanika tudománya – szerintem – az én életem során született meg. Már többször javasoltam 1951-et a modern kőzetmechanika születési évének, ugyanis ebben az évben volt a belgiumi Liège-ben egy nagyon fontos kőzetmechanikai kongresszus, amely meghatározója lett e tudomány fejlődésének.

Az 1951. évi kongresszus kiadványa jól mutatja be a kőzetmechanika akkori állását és azokat a határokat, amelyek a tudomány fejlődését akadályozták. Magyar nyelven az akkori idők színvonalát a *Válogatott fejezetek a föld alatti vasút-építés – bányászati mélyépítés – köréből* (I. kötet, Budapest, Közlekedési Kiadó, 1952) című kiadvány tükrözi. Ennek a két publikációnak az ismeretében nyilvánvaló, hogy a probléma sokak érdeklődését felkeltette, de abban az időben még nagyon kevés gyakorlatilag alkalmazható elképzelés volt ismert.

A szigorúbb értelemben vett tudományos fejlődés egyik legfőbb akadálya ezen a területen a fejtési üregek bonyolult alakjában és több üreg egymásra hatásában rejlett. A kőzetfeszültség meghatározása ilyen esetekben komoly nehézségekbe ütközött. A térbeli analitikus megoldás szóba sem jöhetett, még a legegyszerűbb anyagi viselkedés, vagyis a rugalmas kőzetek esetén sem. Az 1950-es évek elején az analitikus megoldás mellett csak a kísérletezés volt elképzelhető. A kísérleti módszerek közül néhány széles körben elterjedt. Például a feszültség totoelasztikus vizsgálatához szükséges berendezés minden korabeli kőzetmechanikai laboratóriumban jelen volt. Az ennek segítségével készült fényképek tudatosították először a kutatókban az üregek körüli feszültségkoncentráció veszélyét. A másik kézenfekvő módszer a fizikai modellezés volt. Ennek eredményességét azonban a hasonlóság igényéből fakadó nehézségek lehatárolták.

A kőzetmechanika kutatási területei közül a bányászat által okozott külszíni süllyedés ragadta meg először a figyelmet, és az évek során többször vissza-visszatértem ehhez a problémához. Az 1950-es években a külszíni süllyedés becslésének módjai bizonyos szempontból fejlettebbek voltak, mint a feszültség vagy az elmozdulás számítása a föld alatti üregek közelében. Az angliai Leedsben 1957-ben tartott Európai Kőzetmozgási Kongresszus (*European Congress on Ground Movement*) kiadványából nyilvánvaló, hogy az 1950-es években, sőt már előbb is létezett legalább egy módszer, amely a süllyedés becslésekor képes volt áthidalni a bányászati geometria bonyolultságából eredő nehézségeket. Ez azon az egyszerű feltevésen alapult, amely szerint egy elemi kibányászott terület okozta süllyedés a terület súlypontjának és a mérés helyének relatív helyzetétől függ. Ezt az összefüggést az ún. hatásfüggvénynel (*influence function*) fejezték ki. A telepet és a külszínt közelítőleg vízszintes síkkal helyettesítve a hatásfüggvény tengelyszimmetrikussá válik. A hatásfüggvényt és a szuperpozíció elvét együtt alkalmazva a süllyedés nagysága még akkor is kiszámítható, ha a lefejtett terület határvonala szabálytalan. Ennek a módszernek az volt az alapvető hiányossága, hogy csak a föld alatti fejtések térképen jelölt határvonalát vette figyelembe, ám a bányászat részleteit elhanyagolta.



## Fejlődés az elmúlt öt évtized során

### *A kísérletezés fejlődése*

A liège-i kongresszust követő időszakot a mérés technika és a műszeres megfigyelések fejlesztése és alkalmazása jellemezte mind a laboratóriumokban, mind a bányákban.

Itt jegyzem meg, hogy az 1960-as évek elején egy erős kutatócsoport alakult ki Dél-Afrika bányászata körül. A bányászati kőzetmechanika sok eredeti felfedezése – legalábbis ebben az időszakban – ennek az aránylag kis csoportnak a munkásságából ered.

### *A rugalmas kőzetmodell*

A bányabeli megfigyelések közül a bányászat okozta kőzetmozgás és a szeizmikus aktivitás mérését érdemes kiemelni. Rengeteg kőzetmozgás-megfigyelést végeztek, különösen az 1960-as és 1970-es években. Ezek eredményei nagyon tanulságosak voltak. A mérések a kőzetmozgásról olyan képet festettek, amely teljes összhangban volt a racionális elvárással. Egyes kutatók ettől felbátorodva, szigorú matematikai modelleket használva, kifejlesztették a hatásfüggvények szabatos változatát rugalmas kőzetek esetére. Érdemes megjegyezni, hogy ez a módszer a kerületi elemek (*boundary element*) módszerének volt az előfutára. Nagy előrelépést jelentett 1963–1965-ben, amikor a föld alatti mért kőzetmozgási eredményeket először hasonlították össze a rugalmasságtan alapján számított elméleti megoldással. A kísérleti eredményeket a nagy mélységben (1500–3500 m) és rideg kőzetben működő dél-afrikai aranyércbányákban mérték. Az elméleti megoldások numerikus, de akkor még kézzel végzett számítás eredményei voltak. A mért és számított eredmények kielégítően megegyeztek. A kőzetmechanikában ez a munka teremtette meg a matematikai modellezés alapjait.

A dél-afrikai aranyércbányászatban nagyon gyakoriak a kőzettörésből eredő balesetek, amelyeknek az oka többek között a nagy mélységben és a bányatüreg alakjában kereshető. Az aranyérc vékony telepes (*reef*) formájából kifolyólag a kibányászott üregeknek az előfordulás síkjára merőleges mérete, vagyis a munkahely magassága sokkal kisebb, mint másik két dimenziója. Az üregek ilyen alakja a fejtési homlokok közelében nagy feszültségkoncentrációt eredményez.

## *A kőzetrobbanás problémája*

A nehézségeket élesen illusztrálja az 1993. év, amikor 263 bányász vesztette életét főteomlás és kőzetrobbanás (*rockburst*) okozta balesetekben. Ez az aranyércbányákban bekövetkezett összes halálos baleset 61,7%-a volt ebben az évben. Ugyanekkor a föld alatt dolgozók létszáma 269 466 volt, tehát csaknem egy (0,98) kőzetrobbanásból eredő haláleset jutott minden ezer munkásra, ami elfogadhatatlanul sok.

Ezeket a számokat látva nem meglepő, hogy a bányászattal kapcsolatos szeizmikus megfigyelések szintén a dél-afrikai aranyércbányákban kezdődtek. A méréseket föld alatti hálózatba kötött geofonokkal végezték és végzik ma is. Az első, ilyen mérések eredményeit elemző jelentés 1962-ben látott napvilágot. A veszélyes kőzetrobbanások a Richter-skálán 1,0–2,5 nagyságúak, de havonta többször a 3,0 értéket is elérhetik. Tudtommal a Dél-Afrikában eddig megfigyelt legnagyobb kőzetrobbanás nagysága 5,1 volt.

A geofonhálózat lehetővé tette a kőzetrobbanások hipocentrumának meghatározását is. Az ezzel kapcsolatos adatokat elemezve kiderült, hogy a centrumok túlnyomó része 100 m-nél közelebb volt egy aktív fejtési homlokhoz. Kiemelném az „aktív” jelző jelentőségét, ami itt arra utal, hogy egy nem művelt fejtési homlok csak nagyon ritkán okoz kőzetrobbanást, tehát a megnövekedett kőzetfeszültség önmagában rendszerint nem elegendő a kőzetrobbanás előidézésére. Ennek veszélye ugyanis különösen akkor áll elő, amikor új kőzettérfogat kerül nagy feszültség hatása alá. Ebből viszont az következik, hogy ha a bányászat abbamarad, a szeizmikus aktivitás intenzitása egy aránylag kis háttérszintre csökken.

## *A szénpillérek omlása*

Az 1950-es években a modern kőzetmechanikai kutatás nagyon fontos lett a szénbányászatban is. Dél-Afrika csatlakozását ehhez a kutatómunkához a bányászat történetének egyik legnagyobb tragédiája váltotta ki. Ez a baleset a dél-afrikai Coalbrook bányában 1961. január 21-én következett be. A kb. 320 hektár területen percek alatt becslések szerint 9700 pillér omlott össze egy nagy kiterjedésű kamrafejtésben. Az omlás 437 bányász életét követelte. Az esemény gerjesztette hullámokat a földrengés-megfigyelő berendezések a bányától több száz kilométerre is érzékelték.

Oriási volt a felháborodás a szerencsétlenség után. Az ipar és a kormány illetékes vezetői elhatározták, hogy széles körű kőzetmechanikai kutatást kezdeményeznek. Én ennek a kutatásnak a megindítására és vezetésére szóló

megbízással érkeztem és kezdtem dolgozni Johannesbrugban 1963 márciusában.

Talán nem lesz éredektelen, ha röviden leírom az osztott kamrafejtésnek a Coalbrook-bányában alkalmazott változatát. Ez a módszer az Egyesült Államokban fejlődött ki, ahol nagyon eredményes volt, és ezért fokozatosan áttért Ausztráliába, Dél-Afrikába és még több más országba is. A pilléreket saktáblaszerűen alakítják ki. A fejtés egy vagy két lépésben történik. Az első lépés mindig a pillérek mezőbe haladó kialakítása. Elég gyakran, különösen kis mélységben a fejtésnek nincs második lépése. Ebben az esetben a helyes tervezés elve azt kívánja, hogy a pillérek a rájuk eső terhet a lehető legkisebb szénvesztéssel biztonságosan elbírók. A másik esetben a fejtés második lépése az, hogy hazafelé haladva vagy a vágat magasságát növelik, vagy a pilléreket fejtik le. Mivel Dél-Afrikában a szénbányák túlnyomó többsége a pilléreket véglegesen visszahagyja, a továbbiakban csak az egylépcsős fejtési rendszerről szólok.

A kutatás 1963 közepén kezdődött, és az alábbi három területet ölelte fel:

1. laboratóriumi anyagvizsgálatok;
2. bányabeli és külszíni kőzetmozgás-megfigyelések;
3. matematikai modellezés.

Hamarosan nyilvánvalóvá vált, hogy a megkezdett kutatás csak hosszú évek után lesz képes a gyakorlati tervezésben felhasználható eredményeket felmutatni. A pillértervezés problémáját azonban belátható időn belül meg kellett oldani, így valamilyen, a klasszikustól eltérő irányt kellett keresni negyedik kutatási területként.

### *A szénpillérek méretezése*

Ilyen körülmények között a valóságos eseteleírások (*case histories*) összegyűjtése és tüzetes elemzése ígérte az egyetlen, gyakorlatilag használható megoldást. Ez a módszer azon a feltételezésen alapul, hogy tapasztalt bányatervezők az évtizedek során próbálgatásaikkal közel kerülnek a helyes megoldáshoz, bár ezt formálisan nem fogalmazzák meg, hanem tapasztalataikat közvetlenül adják át kollégáiknak és utódaiknak. A modern kutató feladata ilyen esetben az összegyűjtött tapasztalatok értékelése és az ebből levont szabatos következtetések műszaki megfogalmazása.

Ebből az elgondolásból kiindulva a feladat végrehajtása adatgyűjtéssel kezdődött. A bányák és a bányahatóság irattáraiban sikerült 125 eseteleírást összegyűjteni. Ezek közül 27 eset pillérek tönkremenetelére, míg 98 olyan



esetre vonatkozott, ahol legalább egy – előre meghatározott – ideig a pillérek nem omlottak össze. Az összegyűjtött adatokat statisztikai módszerekkel elemeztük, felhasználva az esetek mindkét csoportját. A számítások végeredménye egy pillérteherbírási képlet volt, melynek megbízhatóságát is becsülni lehetett.

Ennek a képletnek a birtokában a fejtések méreteinek függvényeként lehetett kifejezni a pillérteherbírást és a biztonsági tényezőt. A biztonsági tényező értékének megválasztása után a méretezés a fejtési méretek meghatározására egyszerűsödik. A tényező értékét és a bányabeli méreteket úgy választjuk meg, hogy az omlás valószínűsége elfogadhatóan kicsiny legyen. A módszer 1966-ban került nyilvánosságra, de még ma, 32 évvel később is használják. Tudtommal ez volt az első sztochasztikus alapon nyugvó méretezési módszer a kőzetmechanika terén. Érdemes megjegyezni, hogy 1996-ban sikerült az adatbázist kibővíteni, így ez ma 177 dél-afrikai és ausztráliai esetet tartalmaz, melyek közül 63 omlásból származik. Meglepő, hogy a bővített adatbázisból levezetett új pillérszilárdsági képlet alig különbözik az eredetitől.

### *A stabilitás kérdése*

Az 1960-as években sikerült kísérleti úton meghatározni rideg kőzetből kapott mintadarabok teljes alakváltozási görbéjét. Ezeknek a görbéknek két ága van: a felmenő, ahol a növekvő alakváltozás erősödő ellenállást okoz, és a lemenő, ahol a növekvő alakváltozás csökkenő ellenállást vált ki, vagyis a kőzet ebben az állapotban gyengül. A felmenő ágban minden lehetséges egyensúlyi helyzet stabil, de sajnos ez nem igaz a lemenő ág esetében. Itt a stabilitás feltételes, az egyensúly csak akkor maradhat meg, ha a mintadarab tehermentesíthető, vagyis ha a teher egy része átvándorolhat egy másik támaszpontra.

A kőzetek ilyen viselkedése nagyon sok szempontból fontos. Először is megmagyarázza a bányászok mindennapi megfigyelését, miszerint a vágatok vagy pillérek oldalai gyakran erős töredezés jeleit mutatják, de mégis megállnak alátámasztás nélkül. Ezekben a szabadon álló felületeken a főfeszültség értéke nyilvánvalóan zéró, tehát a kőzet törött állapotban csak akkor állhat, ha létezik az alakváltozási görbének egy lemenő ága. A kőzetek mechanikájának megértéséhez ez a megfigyelés elengedhetetlen.

A pillérfejtések stabilitásának kérdését 1970-ben sikerült általánosan megfogalmazni. Az erre vonatkozó eredmények alapján nyilvánvaló, hogy a pillérek vagy lassan, fokozatosan omlanak össze, vagy a tönkremenetel váratlanul következik be, és azt erős dinamikus mellékhatások kísérik. A coalbrookki szerencsétlenség az ilyen hirtelen tönkremenetel példája volt.



### *A kőzetrobbanás mechanizmusa*

A másik mérőföldkő a kőzetmechanika fejlődésében a bányászat során bekövetkező energiaváltozások mérlegének a felállítása volt. Ezt a kutatást főként a kőzetrobbanás problémája ösztönözte. Mint ismeretes, bányászat során az üregek fokozatosan növekszenek. Kiderült, hogy a növekedés folytán a bányabeli üregeket körülvevő kőzettömeg nettó süllyedésnek van kitéve, tehát munkát végez a gravitációs térben. Ennek az energiának az egyik része alakváltozási energiaként az üreget körülvevő kőzettömegben tárolódik. A megmaradó energiát, ha lineárisan rugalmas kőzetet tételezünk fel, két részre oszthatjuk. Egyik része abban a kőzetben tárolódik, amelyet a fejtés következő megnagyítása során fogunk kitermelni, elvileg tehát ezzel a kőzettérfogattal együtt eltávolítható. A másik része kinetikus energiává alakul át. Megvan annak a lehetősége, hogy ez a kinetikus energia vagy legalábbis ennek egy része szerepet játszik a szeizmikus események vagy kőzetrobbanások során.

Szerencsére egy igen fontos speciális esetben, amikor a bányászat kis lépésekben történik, bizonyítani lehet, hogy a felszabaduló kinetikus energia elhanyagolhatóvá válik. Mivel a dél-afrikai aranyércbányászatban a fejtési homlok kis lépésekben halad előre, ez az eredmény itt is érvényes. Ebből az következik, hogy ezekben és a hasonló bányákban a kőzetrobbanás során felszabaduló kinetikus energia forrása nem lehet más, mint a kőzetben tárolt alakváltozási energia. Továbbá ez a kinetikus energia csak úgy jelentkezhethet, ha a tömegben valahol bizonytalan egyensúlyi állapot keletkezik, ami viszont csak akkor következhet be, ha a kőzet egy része az alakváltozási görbe lemenő ágába kerül, vagy ha a kőzet valamilyen folytonossági hiány (pl. törés, repedés) mentén hirtelen csúszni kezd. A folytonossági hiány lehet geológiai eredetű vagy friss törés eredménye.

A végső következtetés arra mutat, hogy hasonlóság van bizonyos bányászat okozta szeizmikus események és azon földrengések között, melyek egy vető hirtelen megcsuszamlásából erednek. Ebből következik, hogy a mélybányászat kőzetrobbanásainak nagy része emberi beavatkozás okozta földrengésnek tekinthető.

### *Numerikus módszerek*

A klasszikus feszültségvizsgálat rendszerint egyszerű kerületi feltételekkel, valamint rugalmas, homogén és izotróp állapotegyenletekkel foglalkozott. Mint már említettem, az 1950-es évek elején a bányászat bonyolult geometriája szinte lehetetlenné tette az elmozdulás vagy a feszültség számítását a föld

alatti üregek környékén. Ezt a problémát még az is nehezíti, hogy a bányá-  
üregeket körülvevő közzettömeg gyakran nem rugalmas, sokszor nem izotróp,  
szinte soha nem homogén, és általában nem folytonos. Tehát nemcsak a kerü-  
leti feltételekkel voltak problémák, hanem a kőzetek összetett mechanikai  
állapotegyenletei is okoztak látszólag megoldhatatlan nehézségeket.

A számítástechnika hihetetlenül gyors fejlődése az 1960-as évek közepétől  
korábban elképzelhetetlen fejlődés lehetőségeit teremtette meg. A számítógé-  
pek sebességének és memóriájának növekedésével párhuzamosan haladt a  
kőzetmechanikai problémák numerikus megoldásának a fejlődése. Újabbnál  
újabb programok készültek és készülnek még ma is. Az 1990-es évek számító-  
gépeivel ma már képesek vagyunk mind két, mind három dimenzióban, arány-  
lag könnyedén megoldani olyan problémákat, amelyekben összetett kerületi  
feltételek, lineáris vagy nem lineáris állapotegyenletek és nem homogén kőze-  
tek szerepelnek.

## A bizonytalanság problémája a kőzetmechanikában

A bányászatban, mivel a természet termékeivel, azaz kőzetekkel dolgozunk,  
lehetetlen a kőzetjellemzőket és a kőzetek minőségét elfogadható pontossággal  
előre meghatározni. Az ebből eredő súlyos „bizonytalanság” nagyon megne-  
hezíti a bányamérnök munkáját. A bizonytalanságot lehetetlen teljesen  
kiküszöbölni. Mint ismeretes, még a legkörültekintőbben kivitelezett labora-  
tóriumi kísérletek sem oldják meg teljesen a problémát. Sajnos a laboratóri-  
umban mért kőzetállandók értéke gyakran lényegesen különbözik a bányabeli  
értékektől. Ennek az eltérésnek a magyarázata valószínűleg a kőzetminta elég-  
telenségével függ össze. Mivel törések, repedések és más tökéletlenségek gya-  
koriak a bányáüregeket körülvevő tömegben, nehéz úgy mintát venni, hogy a  
mintadarab tökéletesen visszatükrözze az in situ tömeg tulajdonságait.

Két lehetőség van ennek a problémának az áthidalására: vagy általánosítjuk a  
laboratóriumi kísérlet alapelvét, vagy esetleírások segítségével racionalizáljuk a  
múlt gyakorlatát, ahogy ezt a pillérméretezés módszerének megfogalmazása  
során csináltuk. Az első esetben a bányabeli méréseket (pl. elmozdulás-  
méréseket) végezzük. Ezzel párhuzamosan – feltételezve a kőzet valamilyen  
viselkedését – numerikus kísérleteket végzünk, imitálva a fejtési műveletek  
lefolysását és számítva a mért paraméterek értékeit a kőzetjellemzők függvé-  
nyeként. Végül is a mért és számított értékek összehasonlítása eldöntheti a  
választott kőzetmodell alkalmasságát, és esetleg becsléseket is adhat a kőzetjel-  
lemzők értékeire. Ez a módszer, ha sikeresen alkalmazható, megoldja a  
modellkalibráció problémáját. A másik módszer, vagyis az esetleírások alkal-

mazása már ismeretes a pillérméretezés példájából, tehát itt nincs szükség további magyarázatra.

Tanácsos az ilyen típusú megoldásokat valamilyen sztochasztikus formában megfogalmazni és a paraméterek hatásának érzékenységét számszerűen kiértékelni.

Ezeknek a módszereknek a fontossága növekszik a kőzetmechanikában. Charles Fairhurst, a Nemzetközi Kőzetmechanikai Társaság volt elnöke is e véleménynek adott hangot, amikor 1974-ben közös névvel „visszaszámítás”-nak (*back-calculation*) nevezte a gyakorlati problémák e két megoldási módját.

## A jövő feladatai

A kőzetmechanika tudománya sokat fejlődött az 1950-es évek óta. Az alapvető mechanikának a megértése már lassan elfogadható szintet ért el, de még nagyon sok probléma vár megoldásra. A legnyilvánvalóbb hiányosságok az alkalmazás terén mutatkoznak. Formális tervezés még csak néhány területen van. Ezek közé tartozik például a pillérek, különösen a szénpillérek és a külfejtések rézsűszögének számítása. Természetesen terveznek más esetekben is, de legtöbbször a megoldás a mechanika kvalitatív megértésén és egy jó adag tapasztalaton nyugszik. Ezt még nem lehet igazán kvantitatív tervezésnek nevezni.

Véleményem szerint a jövő legfontosabb feladatai közé tartozik a kísérletezés újrabeépítése és a kalibrált állapotegyenletek kifejlesztése. Ez a két kutatási terület természetesen szorosan összefügg.

Megbízható alapokon nyugvó állapotegyenletekre van szükség. Nem állapotegyenletekben van hiány, hanem a baj ott van, hogy nagyon kis energiát fordítunk a meglévő egyenletek, illetve modellek ellenőrzésére. Ilyen vizsgálatok végrehajtása viszont lehetetlen kísérletek nélkül.

Az előbbieken említettem az 1950-es években kezdett kísérleti kampányt. Az akkori kísérletek komoly haladást eredményeztek, de a lendület az 1980–1990-es évekre majdnem teljesen megtört.

Meggyőződésem, hogy vissza kell térni a laboratóriumi és bányabeli kísérletezéshez. Kísérleti alátámasztás nélkül a numerikus fejlődés bizonytalan talajra futhat, és komoly hibákat okozhat. Csak a kísérleti eredményeken nyugvó numerikus munka érheti el a kvantitatív tervezés szélesebb körű kifejlesztését és elterjedését.





# SZÉKFOGLALÓK

## A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIAÁN 1995–1998

### I-II. KÖTET

- Bartók Mihály: Térkémi tényezők szerepe a fémkatalízisben
- Bárdossy György: A radioaktív hulladék hazai elhelyezésének földtudományi alapjai
- Farkas Tibor: Membránfoszfolipidek molekuláris összetétele és a testhőmérséklet
- Ferge Zsuzsa: A civilizációs folyamat fenyegetettsége
- Freund Tamás: Rgykérgi neuronhálózatok szerkezete és működése
- Görög Sándor: A gyógyszeranalitika szépségei
- Hanák Péter: Modernizáció és antikapitalizmus Magyarországon
- Horváth József: Növényvírusok in vivo
- Ihász Mihály: A pepticus fekélyek korszerű sebészi kezelése
- Kákossy László: Théba a Ptolemaiosz- és a római korban
- Kálmán Alajos: Barangolások kristályrácsokban
- Kulcsár Szabó Ernő: Költészet és dialógus
- Kunos György: Opio-melanokortin peptidok szerepe a vérkeringés agyi szabályozásában
- Lipták András: Fehérje-szénhidrát kölcsönhatások
- Makkai Mihály: A kategóriaelmélet szerepe a matematika megalapozásában
- Marosi Sándor: A földrajzi táj kutatások összetettsége és alkalmazhatósága
- Meskö Attila: Környezettudomány, környezeti geofizika
- Méhes Károly: Régi és új módszerek az orvosi genetikában
- Palánkai Tibor: Az integráció mérésének néhány elméleti-stratégiai kérdése
- Pálinkás Gábor: Molekuláris oldatkémia
- Palkovits Miklós: Agypályák – idegi hálózatok
- Reményi Károly: Paradoxonok a tüzeléstechnikában
- Rézler Gyula: Az arbitrállás szociológiája
- Róna-Tas András: Honfoglalás és népalakulás a középkori Euráziában
- Sajó András: A jogosultságok lehetősége
- Sárközy András: Hibrid problémák a számelméletben
- Solymos Rezső: Az erdészeti, fatermési és erdőnevelési kutatások eredményei és alkalmazásuk az erdőgazdasági gyakorlatban (1958–1998)
- Somfai László: Kottakép és műalkotás
- Szabadváry Ferenc: Magyar tudománytörténeti tabló, előtérben a kémia
- Szakály Ferenc: Török kori történelmünk kritikus kérdései
- Teplán István: Antitumor aktivitású peptidok
- Terplán Zénó: A gépszerkezettanról
- Tőke László: Szupramolekuláris kémia; koronaéterek
- Uenetianer Pál: A génszabás műszerei: a restriktív-modifikációs enzimek
- Vékás Lajos: A szerződési szabadság alkotmányos korlátai
- Vicsek Tamás: A természet geometriája
- Zimányi József: A maganyagtól a kvarkanyagig a nehézion-fizikában

# SZÉKFOGLALÓK 1995–1998, III–V. kötet

- Árkai Péter: A regionális metamorfózis és jelentősége a Kárpát-medence kéregfejlődésében
- Bauer Gyöző: Az oxidatív stressz és az antioxidánsok hatása a simaizomszövetekre
- Bérces Tibor: A gyökreakciók sokszínű világa: a reakciók kinetikája és termokémiája
- Brassai Zoltán: Újégtágkeringési zavarok új kezelési lehetőségei
- Csányi Vilmos: Viselkedés, környezet, gének – etológiai tanulmányok
- Dohy János: Biotechnológia és állattenyésztés – új eredmények, kihívások, kilátások
- Fonyó Zsolt: Integrált vegyipari rendszerek folyamatszintézise
- Friedrich Péter: Fehérjek, enzimek, emlékezet
- Gáspár Zsolt: A számítógépek hatása a tartószerkezetek mechanikájára
- Géczy Barnabás: Kontinuitás, krízis, katasztrófa az ammoniteszek törzsejlődésében
- Grätzer György: Málóelméleti függetlenségi tételek
- Harmathy Átila: A magyar polgári jogról 1999-ben
- Haszpra Ottó: Néhány hidraulikai probléma a vízellátásban
- Hatvani László: Differenciálegyenletek megoldásainak stabilitási tulajdonságai
- Heszky László: Morfogenezis haploid és szomatikus sejtekből in vitro
- Hollósi Miklós: Kiroptikai spektroszkópia: változatok egy témára
- Honti László: Az uráli/finnugor „ösnyelv”ről
- Horváth János: Disztribúciók és topologikus vektorterek
- Kiss Lajos: Az új európai víznyomtatás
- Kosa László: A magyar néprajz 1945 után
- Kristó Gyula: Előd
- Lámfalussy Sándor: Szerkezeti változások az európai pénzpiacra
- Lőrincz Lajos: Összehasonlítás a közigazgatás kutatásában
- Major György: Napsugárzás a légkörben és a felszínen
- Nagy Béla: II. háziállatok enterális colibacillosisai
- Nagy Elemér: A klasszikus fizikától az anyagtudományig
- Nagy István: Változó struktúrájú nemlineáris rendszerek
- Nagy-Tóth Ferenc: Fényhatásvizsgálat egysejtű zöldmoszatokon
- Náray-Szabó Gábor: Elektrosztatikus katalízis
- Nemeth Judit: A nehézion-fizika és asztrofizikai alkalmazásai
- Orbán Miklós: Kémiai periodicitás időben és térben
- Pápay József: Föld alatti gáztárolás porózus kőzetekben
- Papp László: A legyek ritkaságáról
- Péter Mihály: Néhány gomba- és baktériumfaj viselkedése a létfeltételek alsó határán
- Petrányi Gyöző: A szuppresszív immunreguláció alkalmazása a transzplantáció és a reprodukció immunológia klinikai gyakorlatában
- Pleh Csaba: A relativizmus kérdései és a mai pszicholingvisztika
- Salamon Miklós: Kőzetmechanika fejlődése – egyéni szemszögből
- Sitkei György: A talaj–kerék kapcsolat néhány elméleti kérdése
- Spát András: A kalcium jel és a mitokondrium működése
- Szabad György: A parlamentáris kormányzati rendszer megteremtése, udelmezése és kockázata Magyarországon (1848–1867)
- Szabó András: Alkotmány és büntetőjog
- Szabó Miklós: Tumultus Gallicus
- Szegedy Maszák Mihály: II. Nyugat és a világirodalom
- Szentes Tamás: Fejlődés, rendszerváltás és versenyképesség – globalizálódás korában
- Tóth Klára: Szelektív érzékelők jelentősége a kémiai analízisben
- Uray Zoltán: Sugársérülések mérséklése kémiai és biológiai anyagokkal
- Úrallyay György: Talajfolyamatok szabályozásának tudományos megalapozása
- Urga János: Földeskü
- Uaskovics László: Társadalmi modernizáció és a szülői szerepváltozás összefüggései
- Úrtes Átila: Fullerénvegyületek Mössbauer spektroszkópiája
- Újkelety András: A Leuveni Kódex magyar scriptorai
- Zalai Ernő: Neumann János: klasszikus vagy neoklasszikus?