

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA

**VÁLOGATÁS
AZ MTA KUTATÓINTÉZETEINEK
2006. ÉVI KUTATÁSI EREDMÉNYEIBŐL**

**Budapest
2007**

Az MTA kutatóintézeteitől beérkezett anyagokból szerkesztették:

**Bancerowski Januszné
Baranyainé Szabó Piroska
Benkó György
Fekete Márton
Herczeg György
Jolánkai Márton
Markó Béla
Molnár Andrea
Redler László
Szentpéteri József**

© Magyar Tudományos Akadémia

ISBN 978 963 508 549 1

Felelős kiadó: Meskó Attila, az MTA főtitkára

**Készült az Akaprint Kft. gondozásában
Felelős vezető: Freier László**

TARTALOMJEGYZÉK

ELŐSZÓ.....	5
-------------	---

I. ÉLETTUDOMÁNYOK

A baromfi Salmonellosis elleni védekezést segítő harmadik generációs vakcina törzsek fejlesztésére irányuló kutatások	7
Algák, tápelemforgalom és makrofiták kutatása a Balatonban	10
Az endokannabinoid rendszer molekuláris szerveződése a serkentő szinapszisokban	14
Martonvásári zab az egészség védelmében	16
Vízminősítési célú bentonikus algavizsgálatok a Magyar Dunakutató Állomáson	18
Restaurációs ökológiai kutatások a Kiskunságban.....	20
A mozgató idegsejtek degenenerációs folyamatait befolyásoló tényezők vizsgálata .	22
Szintetikus biológiai módszerekkel, tervezetten, precíz módon átalakított sejtek tudományos és ipari alkalmazásokhoz	26
A természetes immunitásban kulcsszerepet játszó proteáz enzimek és természetes inhibitorok	27
Reaktív oxigén származékok kimutatása növényekben – új kísérleti technikák a növényi oxidatív stressz kutatás szolgálatában.....	30
Az agroökoszisztémák szerepének vizsgálata a vízháztartási szélsőségek mérséklésében és a szén-dioxid forgalom szabályozásában.....	32

II. MATEMATIKA ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYOK

Atomfizikai kutatások és gyakorlati alkalmazásuk	39
A Kárpát-medence régióinak és településcsoportjainak vizsgálata.....	42
Geodéziai és geofizikai kutatások eredményeinek alkalmazása	44
A klímaváltozási folyamatok geokémiai rekordokban történő megőrződésének vizsgálata, különös tekintettel a Kárpát-medence klímaváltozással szembeni viselkedésére.....	48
Aranykatalízis: újabb eredmények, és hogyan tovább?	51
Új nukleáris elemanalitikai módszerek.....	52
A HPLWR szuperkritikus vízhűtésű reaktor neutronfizikai tervezése.....	55
Héliumvándorlás kvarcban	58
Dinamikus modellek a gyógyszertervezés szolgálatában.....	60
Megújuló energiaforrások hatékony felhasználására irányuló kutatások és fejlesztések	61
Fluoros Lawesson-reagensek kifejlesztése	63
Nanocsövek felületmódosítása	64
Egy új orvosi diagnosztikai módszer: a glikoziláció mintázat meghatározása	65
A Hubble Űrtávcső képei egy üstökös széteséséről	67
A HAT-P-1 extraszoláris bolygó és a HAT projekt	69
Integrált tapintásérzékelő chip fejlesztése	71
Elektronok szóródása szén nanocsövek hibahelyein	74
Matematikai kutatások gazdasági-társadalmi vonatkozásai	77
A diffrakciós szerkezetmeghatározás egy új módszere.....	77
A számítástechnika és automatika gyakorlati alkalmazásai	80

III. TÁRSADALOMTUDOMÁNYOK

Kisebbségkutatások a magyarországi kisebbségek körében	83
Az Európai Unió bővítése és a migráció	84
Kommunikáció- és nyelvfilozófiai kutatások.....	85
Vallás- és tudományfilozófiai kutatások	85
A filozófiai hagyomány kutatása.....	86
Neolatin filológia és irodalomtörténet.....	87
Az irodalomtörténet-írás elmélete, múltja és jelene	88
Az Európai Alkotmányos Szerződés és a hazai jogrend kapcsolata	89
Diszkrimináló szerződések hálózati iparágakban.....	91
Magyar vonatkozású középkori művészettörténeti kutatások	92
18. századi kastélyépítészet	92
Legújabb kori művészettörténeti kutatások.....	93
Regionalitás, közösségépítés, szórványgondozás.....	94
Jelenkutatás.....	95
A magyar nyelv nagyszótára	96
Orientalisztikai kutatások	97
Az Európai Unióval kapcsolatos politikatudományi kutatások.....	97
European Social Survey (Európai Társadalomtudományi Elemzések).....	98
Általános pszichológiai és pszichofiziológiai kutatások	99
Társadalomlélektani, szociálpszichológiai, kulturális pszichológiai kutatások	100
Fejlődés-lélektani kutatások	101
Középső kőkori és újkőkori kutatások	102
Ókori lelőhelyek feltárása.....	103
A honfoglaláskor régészeti kutatásai.....	104
A Kárpát-medence régió.....	104
A magyar településhálózat változási tendenciái.....	105
Magyarország 2015: a magyar társadalom és gazdaság modellezése	106
Interdiszciplináris Balkán-kutatások	108
Hazánk növény- és állatvilága.....	108
Forráskiadványok	109
Az oszmán-török birodalom és a hódoltság története	109
A Magyar Királyság a Habsburg Monarchiában.....	110
A 20. századi magyar történelem kutatása	110
Az Amerikai Egyesült Államok szerepe a világgazdasági folyamatokban.....	111
A magyar gazdaság versenyképességének kiemelt tényezői.....	111
A délkelet-európai térség, egyes FÁK-országok és Törökország gazdasági-társadalmi folyamatai.....	112
Erkel Ferenc: Hunyadi László és Bánk bán című operáinak közreadása az Erkel Ferenc Operái Kritikai Kiadás keretében	113
Bartók és az arab népzene / Bartók and Arab Folk Music	114

ELŐSZÓ

A Magyar Tudományos Akadémia a matematikai és természettudományok, az élettudományok, valamint a társadalomtudományok területén 38 intézetet, illetve intézetközpontot magában foglaló kutatóintézeti hálózatot tart fenn – hasonlóan több európai ország kutatóhálózatához. Az akadémiai intézetek kutatói állományának alkotóereje, szellemi vagyona, kutatási infrastruktúrája jelentős nemzeti értéket képvisel, amelynek kiemelkedő hitelességét és tekintélyét a társadalom körében nemrég végzett közvélemény-kutatások is igazolták.

Tudatában annak a felelősségnek, amely e kiemelkedő érték és elismertség megőrzésével együtt jár, az elmúlt időszakban elindult nagy múltú intézményünk korszerűsítésének, nemzetközi versenyképessége erősítésének újabb hulláma, s az Akadémia vezetése határozott és mélyreható változásokat kezdeményezett működésének minden vonatkozásában: a kutatóhálózat, a tudományos testületek, a gazdálkodás és a kiszolgáló szervezet tekintetében egyaránt.

Az átalakuló gazdasági és társadalmi környezet nem változtatott a Magyar Tudományos Akadémiának a hazai alapkutatásokban hagyományosan betöltött kiemelkedő szerepén. A kutatóintézetek 2006-ban is megőrizték magas színvonalú teljesítőképességüket, és az előző évihez hasonlóan jelentős, figyelemre méltó eredményeket értek el az egyre nehezedő versenyfeltételek közepette is.

Az előző évvel szinte megegyező létszám mellett a kutatóintézetek 2006. évi releváns teljesítménymutatói (publikációs adatok, idézettség, impakt faktor, nemzetközi tudományos rendezvények száma stb.) a 2005. évi adatokhoz hasonlóan alakultak. Érdemi változás történt viszont a külföldi pályázatokból elnyert támogatások összegében: a nemzetközi pályázati sikeresség jelentősen növekedett. Sajnos a hazai pályázati források beszűkülése miatt csökkent a hazai pályázatokból eredő bevételünk. Figyelmet érdemel, hogy az intézetek kutatói 2006-ban is jelentős részt vállaltak a felsőoktatásban: a graduális és posztgraduális képzésben.

Amellett, hogy az MTA – több mint egy évtizedes hagyományához híven – a májusi közgyűlésre három kötetben közreadta kutatóintézeteinek előző évi tudományos kutatási eredményeit, valamint az intézeti tevékenységek jellemző számszerű adatait és mutatóit, a tavalyi kezdeményezést folytatva, jelen kiadványban idén is válogatást jelentet meg az intézetek legfontosabbnak ítélt, közérdeklődésre is számot tartó kutatási eredményeiből. Ebben a kötetben már mindhárom tudományterület képviselteti magát, a matematikai és természettudományokon és az élettudományokon kívül a társadalom- és humántudomány is megjelenik. Fontosnak tartjuk a kutatási eredmények közkinccsé tételét és közérthető bemutatását, hogy minél szélesebb kör ismerje meg és hasznosítsa azokat.

Az itt közreadásra kerülő eredmények meggyőzően tanúsítják az MTA intézeteiben folyó alapkutatások, tehát az új ismereteket feltáró, eredeti ötletre épülő kutatómunka fontosságát, amelyek nélkül elképzelhetetlen lenne a sikeres fejlesztés és az innováció. Intenzívebbé vált ugyanakkor az eredmények közvetlen gyakorlati hasznosítása, és szorosabbra fűztük a technológiatranszfer-szervezetekkel való kapcsolatokat is.

Az eredmények társadalmi hasznosulása szinte mindenhol magától értetődő, legyen szó akár a nanotechnológiai vagy a biotechnológiai kutatások legújabb eredményeinek alkalmazásáról, a gyógyszerkutatások megalapozásáról, az idegrendszeri károsodások mechanizmusának feltárásáról, vagy a Balaton vízének ökológiai állapotfelméréséről, a vízminőség javítását szolgáló eljárások kidolgozásáról, akár a megújuló energiaforrások hatékonyabb felhasználási módjainak és újszerű alkalmazási lehetőségeinek vizsgálatáról. De a közérdeklődésre tarthatnak számot azok a kutatások is, amelyek a közép- és délkelet-európai térségnek az Európai Unió regionális politikájához illeszkedő területi fejlődésével és kapcsolódási pontjaival foglalkoznak, és ide soroljuk *A magyar nyelv nagyszótára* első köteteinek megjelenését.

A sokszínű válogatást haszonnal forgathatják a döntéshozók, a vállalkozó felhasználók, a piac és az üzleti szféra szereplői, és a tudomány új vívmányai iránt érdeklődők egyaránt.

Budapest, 2007. július

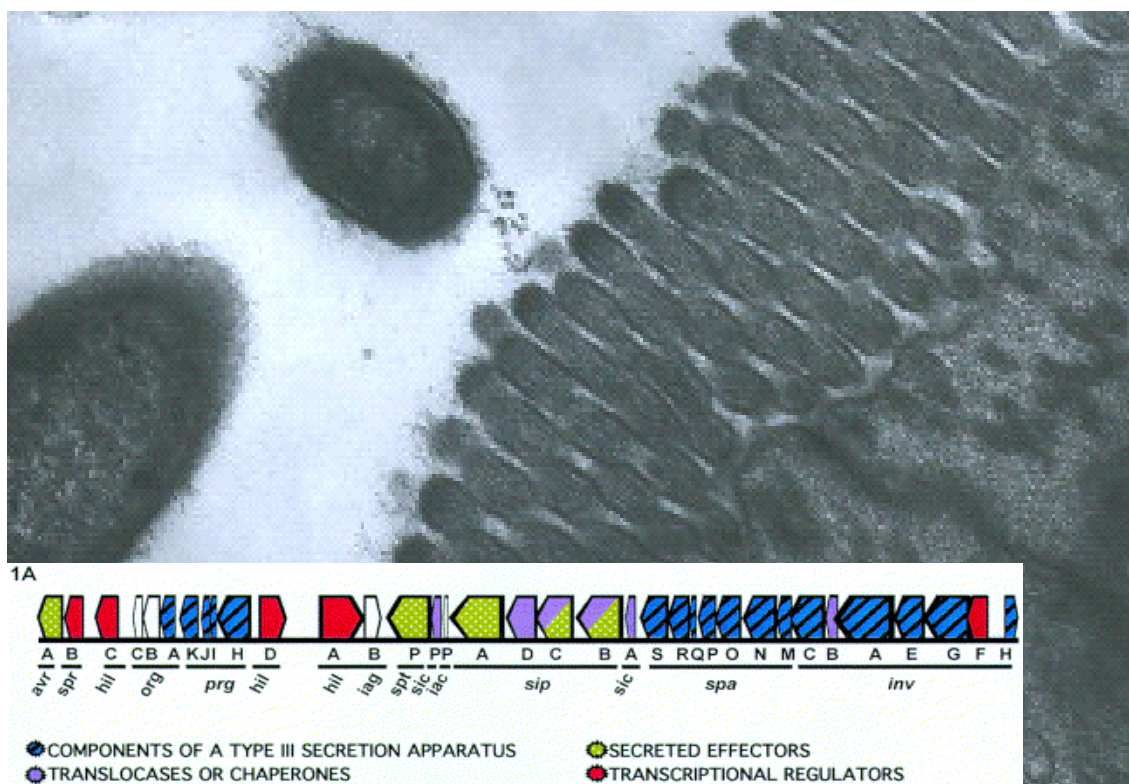
Meskó Attila
a Magyar Tudományos Akadémia
főtitkára

I. ÉLETTUDOMÁNYOK

A baromfi Salmonellosis elleni védekezést segítő harmadik generációs vakcina törzsek fejlesztésére irányuló kutatások

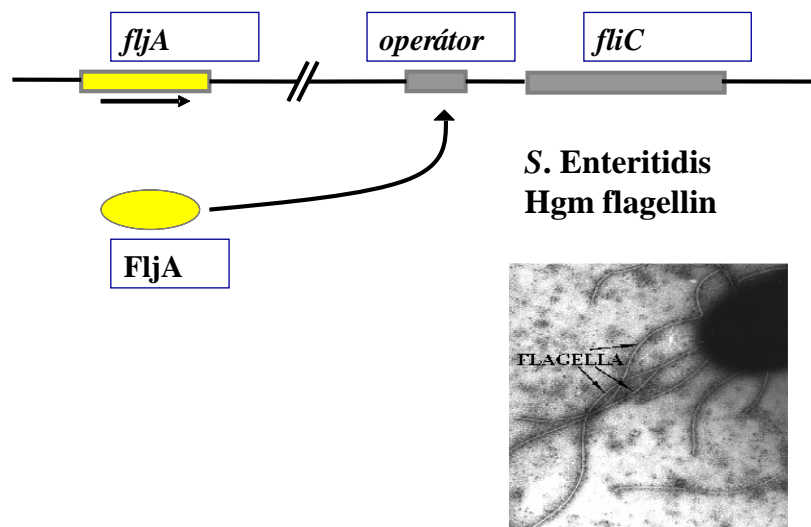
A salmonellosis elleni vakcinák fejlődéstörténete mintegy 5 évtizedes múltra tekint vissza. A hőskorban az elölt baktériumokat tartalmazó, ún. inaktivált oltóanyagokat alkalmazták, pl. az emberek hastífusza, valamint juhok vetélése, majd a 90-es évek eleje óta a tojótyúk *Salmonella* Enteritidis fertőzése – s így a tojások szennyeződése – ellen (első generációs vakcinák). A fentiek közül ma is több sikeres termék van forgalomban. Az utóbbi 10–15 évben – különösen a baromfi salmonellosis elleni védekezésben – további fejlődést a szájon keresztül alkalmazható, tömeges kezelésre kifejlesztett, élő attenuált (véletlenszerű mutagenézis révén virulenciájában csökkentett) törzsek jelentettek, melyeket a napos csibéknél is veszélytelenül lehet alkalmazni, s így a *Salmonella* megtelepedésének esélyét egy-egy állományban jelentősen csökkenteni (második generációs vakcinák). Az ilyen vakcina törzsek azonban a gazda szervezet rendszerint a vad törzsektől megkülönböztethetetlen módon hangolják át, s így a vakcinázás a természetes fertőzöttségtől szerológiai módszerekkel nem vagy kevésbé megkülönböztethető. Legutóbb viszont felmerült az igény olyan, célzott genetikai beavatkozásokkal előállítandó élő vakcinákra, melyek a vad törzsektől elkülöníthető szerológiai választ produkálnak (immunológiai markerük van), ugyanakkor a baromfi védekező képességét a lehető legcélszerűbb időben és módon fokozzák. Mindezen feltételeknek csakis a célzott genetikai változtatások révén előállított vakcina törzsek felelhetnek meg (harmadik generációs vakcinák).

Ahhoz, hogy a fenti elvárásoknak megfelelő, sikeres vakcinákat dolgozzanak ki, előbb ismerni kell a kórokozónak a szervezeten belüli viselkedését, s annak genetika alapjait. Ezeket természetesen eddig is számos külföldi csoport vizsgálta, elsősorban egérben, de a napos csibére vonatkozóan kevés pathogenetikai adat állt rendelkezésre. Ezért az *MTA Állatorvostudományi Kutatóintézet* „enterális bakteriológiai és étel-miszer-eredetű zoonózis” csoportja ilyen irányú kísérletekben a baromfiban előforduló szerotípusok közül az emberre legveszélyesebb *Salmonella* Enteritidis fertőzés különböző fázisait naposcsibék kísérleti fertőzése kapcsán kísérte figyelemmel. A bélhámsejtekhez – azok mikrobolyhaihoz – való kötődés első lépése az adhézio, melynek a *Salmonella* Enteritidis esetében egy ún. SE14-es fimbria az egyik legmeghatározóbb eszköze, de egyes adatok szerint a csilló antigének (flagellinek) is szerephez jutnak. Eközben aktiválódik az ún. „I. sz. Salmonella Pathogenitási sziget” (SPI-1), mely egy speciális, mintegy 39 kb méretű, elsősorban az invázióért felelős – géncsoport (1. ábra). Ennek eredménye, a naposcsibék esetében, rendszerint egy átmeneti megbetegedés, majd tünetmentes baktériumürítés, mely folyamatot első fázisában kell megelőzni. A baromfi fertőződése az emberre nézve természetesen a hús és tojás szennyezésén keresztül lehet veszélyes. A fentiekből következően további kutatásaikat – a Mezőgazdasági Biotechnológiai Központ (MBK) közreműködésével – a *Salmonella* elleni korai bél-immunitás kifejlesztésére irányították, remélve, hogy ezáltal az emberre nézve legveszélyesebb szerotípus okozta baromfi hús- és tojás-szennyeződés is megelőzhető.



1. ábra: Salmonella adhézio csibe vakbelében

A *Salmonella* elleni védekezés egyik hatékony eszköze a napos-kori, szájon át történő immunizálás, mivel így a bélben megtelepedett vakcina törzs a természetes fertőzéshez hasonlóan tudja áthangolni a nyálkahártyát. Fontos tehát, hogy vakcina törzsek a bélben jól meg tudjanak telepedni, de gyengített inváziós képességgel rendelkezzenek, továbbá, hogy a vad törzsektől szerológiai is jól elkülöníthetők (markerrel rendelkezők) legyenek. Ezért a következő kísérletekben arra törekedtek, hogy – a már kereskedelmi forgalomban lévő vakcinák mellett – olyan vakcina törzset állítsanak elő, mely a fenti követelményeknek megfelel, vagyis szerológiai megkülönböztetésre alkalmas markerrel rendelkezik, s a bélben egy időre megtelepedve, ott hatékony immunitást vált ki, ugyanakkor virulenciájában megfelelően gyengített. Erre a célra kézenfekvőnek látszott a *S. Enteritidis* törzsek csillóinak (flagelláinak) „bénítása”, melyhez viszont előbb meg kellett ismerniük a *Salmonella* flagellin gén-rendszer PCR-es feltérképezésének lehetőségeit (2. ábra). Az így megszerzett ismeretek alapján a *S. Enteritidis* *fliC* gén bénítását célozták meg, melyhez az MBK-val folytatott együttműködésben egy olyan irányított transzpozíciós rendszert adaptáltak, melyet az MBK korábban az eukariotákra dolgozott ki. A kiválasztott *S. Enteritidis* törzsbe egy olyan plazmidot ültettek, melyben elhelyezett, *fljA* (flagellin repressor DNS-kötő fehérje) génnel kötött transzpozáz gén fúziós fehérje terméke a flagellin gének működését blokkolja, annak közvetlen környezetében okozva mutációkat. Az így összeállított rendszerrel sikerült tehát a flagellin termelést leállító mutációt végrehajtani, s az előállított mutánsok mozgásképtelenek (non-motilisak) lettek, a flagellin termelés hiánya pedig egy potenciális vakcina törzs ún. negatív-markere lehet, hiszen a vad törzsekkel fertőzött állatokat a vakcinázottaktól épp ezen ellenanyagok hiánya különbözteti meg.

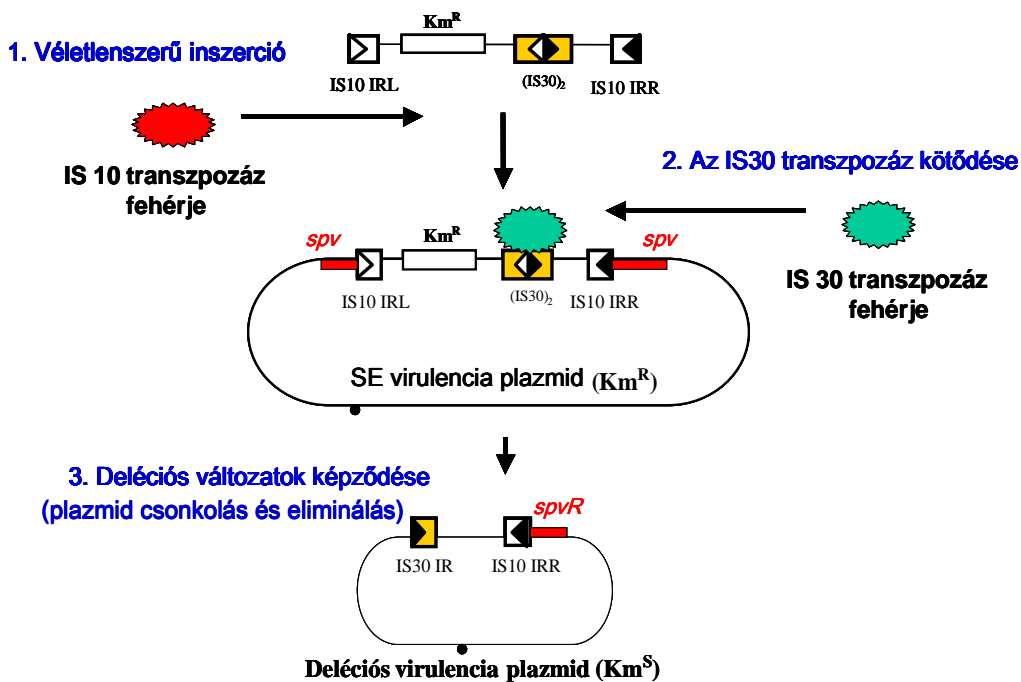


2. ábra: *S. Enteritidis* flagellin (Hgm) termelésének genetikai szabályozása a *fliC* gén-, és annak operátorán keresztül

Ezen lehetőségre való tekintettel, a Diagnosticum RT-vel kifejlesztettek egy olyan modern és tömegesen alkalmazható, szerológiai rendszert is, mely a fenti flagellin markerre alapozva tudja a vakcinázott, illetve a vad törzsekkel fertőzött állatokat megkülönböztetni. Ezen célból monoclonális – *S. Enteritidis* flagellin ellenanyagok (anti-gm) kimutatására alkalmas – (DAS-blokkoló-ELISA) rendszert állítottak össze, mely lehetővé teszi a vad törzsekkel fertőzött állatok kimutatását, és ezeket várhatóan jól elkülöníti a vakcinázottaktól.

A következő feladat a már markerezett, nem-mozgó *S. Enteritidis* törzsek virulenciájának további csökkentése volt. A feladat első lépését az ún. *Salmonella* virulencia plazmid (pSv) csonkolásával kívánták megoldani, melyre egy *IS10-IS30* kombinált transzpozíciós rendszert alkalmaztak. Ennek a *S. Enteritidis* virulencia plazmid *spv* régiójába való beépülését követően, az összekapcsolódott *IS30*-eredetű IR végek aktiválására (egy hordozó plazmidon termelődő) aktív *IS30* transzpozáz fehérjét vittek be, s így további, csonkolt virulencia régióval rendelkező, illetve a teljes plazmidot elveszített (deléciós) változatokat állítottak elő (3. ábra).

Ezek után felmerült a kérdés, hogy az elvégzett genetikai változtatások (flagellin bénítás ill. plazmid üzés), milyen változásokat hoztak létre a vakcina jelölt törzsek virulenciájában (bélbeni megtelepedés képességében és a szervi invázióban). A kérdés megválaszolása céljából SPF minőségű napos csibéket fertőztek, s azt tapasztalták, hogy a vakcina-jelölt mutánsok szerv-inváziós készsége (virulenciája) jelentősen csökkent, míg a bélbeni megtelepedés tekintetében a szülő törzstől alig különböztek. Ez a kedvező eredmény a vakcina törzsekkel való hatékony bélbeni immunizálás egyik fontos feltétele. Ugyanakkor a szervi invázió lényeges csökkenése a megbetegítő készség csökkenését jelezte. Az elsődleges célokat tehát elérték: olyan, ún. negatív markerrel rendelkező *S. Enteritidis* mutánsokat állítottak elő, melyeket akár mint vakcina törzseket megbízhatóan ellenőrizhetnek, s mindez a tenyész- és tojó állományokban a *S. Enteritidis* fertőzöttség csökkentését szolgálhatja.



3. ábra: *Salmonella* virulencia plazmidban végrehajtott transzpozon-inszerció és delécio

Algák, tápelemforgalom és makrofiták kutatása a Balatonban

Az MTA Balatoni Limnológiai Kutatóintézetében a 2006-os esztendőben is folytatták a balatoni fitoplankton tömegének és összetételének monitorozását, beleértve a bakteriális méretű algákat (pikoplankton) is. Jelentős és a tó vízminőségét illetően pozitív változás, hogy ebben az esztendőben a Siófoki-medencében elmaradt a légköri nitrogén kötésére képes cianobaktériumok elszaporodása, ilyen állapot korábban csak az 1960-as években fordult elő. Vizsgálták a tó fitobentoszát is, kimutatták a fitobentosz vertikális eloszlásának szabályszerű napszakos változását. Laboratóriumi körülmények között vizsgálták a fény és a tápanyagok (N és P) hatását a fitobentosz vertikális migrációjára. Megállapították, hogy a bentikus kovamoszat fajok vertikális migrációja az üledékben nappal pozitív fototaxist, éjjel pozitív kemotaxist mutat. A bentikus kovamoszatok a mélyebb üledékrétegek intersticiális vizéből veszik fel a limitáló ásványi tápanyagokat.

Stabil izotóp technikával (¹⁵N), fotoszintetronban mérték a Siófoki- és a Keszthelyi-medencében a fitoplankton ammónium, karbamid és nitrát felvételi sebességét és légköri nitrogén (N₂) kötését. Kiszámították a Balaton fitoplanktonjának, fitobentoszának és élőbevonatának tömegét különböző vízállási scenáriók mellett. Megállapították, hogy a siófoki vízmérce 0 cm-es vízállásáig történő vízszintcsökkenés sem okozna drasztikus átrendeződést a tó algavilágában. A mikrobiális plankton foszforforgalmának vizsgálatakor dialízist és izotóptechnikát alkalmazva megállapították, hogy a vízben oldott ortofoszfát töménysége a Balatonban 1 nM körül változik, ami két nagyságrenddel kisebb annál, amit a kémiai mérések mutatnak. Az algák és baktériumok a foszfort, tehát egy makro tápelemet olyan kis töménység mellett is képesek felvenni, amilyenre korábban csak mikro tápelemeknél volt példa. A baktériumok, amelyekről régebben azt gondoltuk, fő szerepük az, hogy a szerves

anyagokat lebontva regenerálják a foszfort, valójában kb. annyi ortofoszfátot vettek fel, mint az algák.

Kiszámították a hét legjelentősebb balatoni befolyó partikulált (POC), oldott (DOC) valamint biológiailag hozzáférhető oldott szerves szén (BDOC) terhelését 2005 évre, és ezek alapján becsülték a Balaton teljes allochthon szervesanyag terhelését. A Balaton becsült összes POC terhelése 2005-ben 600 t év^{-1} volt. A POC terhelésnél nagyságrenddel nagyobb (7000 t év^{-1}) volt a DOC terhelés. A Balaton BDOC terhelése 2005-ben 700 t év^{-1} körüli volt. Ebből a hét vizsgált befolyó BDOC terhelése összesen 500 t év^{-1} -et tett ki, melynek fele, 257 t év^{-1} a Zala folyónak tulajdonítható. A Zala folyó torkolati szakaszán az éves átlagos DOC koncentráció 2005-re az 1977-es értékhez képest majdnem megkétszereződött ($9,5 \pm 2,62 \text{ mg l}^{-1}$ -ről $16,7 \pm 4,21 \text{ mg l}^{-1}$ -re nőtt). A hosszú távú adatsorok elemzésével megállapították, hogy aszályos időszakban a vízgyűjtőn a szervesanyagok kioldódása és kimosódása kisebb mértékű, mint csapadékos időszakban. A Balaton négy medencéjében meghatározták a biológiailag hozzáférhető oldott szerves szén (BDOC) koncentrációt, a BDOC bomlási sebességét és felezési idejét. A BDOC a DOC 4–9%-át teszi ki a Balatonban. A BDOC bomlási sebessége a tó hossz tengelye mentén keleti irányban csökkent $0,254 \text{ nap}^{-1}$ -ről $0,136 \text{ nap}^{-1}$ -ra, felezési ideje pedig 2,73 napról 5,11 napra nőtt.

A balatoni nádas állományok változását légi fényképek alapján követték nyomon. Az eredmények szerint 1951 és 1982 között átlag 36 métert haladtak a nyíltvíz felé a Balatoni nádasok, 1982 és 2000 között viszont átlagban 20 m-t hátrált a nádasok frontja. A Balaton alsó szabályozási szintjét 1977-ben emelték meg +40 cm-ről +70 cm-re. Vizsgálataik azt mutatják, hogy az ezt megelőző időszakban, amikor gyakori volt az alacsony vízállás, a nádasok gyorsan törtek előre. 1977 és 2000 között, a stabilan magas vízállásnál pusztultak a nádasok, majd a 2000-ben kezdődött aszály okozta vízállás csökkenés hatására újra előretörtek. A nád tehát igényli az időnként alacsony vízszintet, amikor a hullámvás kiöblíti a nádasok aljában felhalmozódott szerves törmeléket, és jól át tud szellőzni az üledék.

A nádasok genetikai összehasonlítása szerint a déli és az északi part nádasai elkülönültek. Az egyes területek közötti különbségek természetesen sokkal kisebbek, mint amekkorát a földrajzi távolsággal sok száz kilométeres léptékben mutattak ki. A távolságot a tónál inkább partvonalban, mint légvonalban kell érteni, ami azt is mutatja, hogy a nád alapvetően nem a víz által szállított vegetatív részekkel terjed. A nádasok zonációjának a vizsgálata azt mutatta, hogy a vízfelőli nád genetikailag elkülönül a parti sávtól, amit a területek benépesülésének időbeli különbsége okozhat. A mély vízben ugyanakkora klonális diverzitást találtak, mint a sekélyben, ez arra utal, hogy a klónoknak nagy az ökológiai plaszticitása.

Meghatározták a Balaton négy legelterjedtebb hínárja (*Potamogeton perfoliatus*, *Myriophyllum spicatum*, *Najas Marina*, *Ceratophyllum demersum*) fotoszintézisének fény és hőmérséklet függését. Eszerint a *M. spicatum* és a *P. perfoliatus* tavasszal rendelkezik a legoptimálisabb fényhasznosítással, míg *C. demersum* és a *N. marina* fotoszintézis hőmérsékleti és fény optimuma a nyár közepi időjárási viszonyokra hasonlít leginkább. A hínár és a növényevő madarak kölcsönhatásának vizsgálata során kísérletesen megállapították, hogy a hínárnövényeket a Balatonban főleg madarak fogyasztják.

Bevonat, zooplankton és bentosz

A Siófoki, a Szigligeti és a Keszthelyi medence tóközépi pontjain 12 alkalommal, s Tihanynál a nádasban, a nádas előtt 2–3 méterrel és a nád frontjától a nyílt víz felé 100 m-rel 3–5 helyen 20 alkalommal mérték az év során a víztest különböző rétegeinek turbulenciáját akusztikus Doppler velociméterrel a felszíntől lefelé 20–50 cm-enként. Mérték a rétegek vízének átlátszóságát, hőmérsékletét, pH-ját, elektromos vezetőképességét és oldott oxigén tartalmát, és a szél sebességét. A Balaton turbulenciája összesen 248 mérési adat alapján az időjárási körülményektől, a helytől, s a mélységtől függően 0,6 és 13,65 cm sec⁻¹ közötti volt. Elemezték a turbulencia szerepét a balatoni zooplankton szerkezetének alakulásában. A turbulencia mérésekkel párhuzamosan 298 zooplankton mintát gyűjtöttek, amelyből eddig 142 mintát dolgoztak fel. A Balatonban a kerekeshérgemet a kisebb turbulencia is egyenletesen eloszlatja a vízoszlopban, a naupliusok csendes vízben nappal fent tartózkodtak, turbulens vízben lemenekülnek, az Eudiaptomus felnőttek tömege nappal lent volt, de már kisebb turbulencia is egyenletesen eloszlatja azt, a Cyclops-félék nappal még nagyobb turbulenciánál is lent maradtak. Kísérletesen vizsgálták a turbulencia differenciáló hatását a balatoni zooplankton szerkezetére és a Cladocera és Copepoda rákok egyedfejlődésére.

A Balaton parti köves zónájában élő vándorkagyló 2003–2005 közötti mennyiségi viszonyára vonatkozó három éves adatsor lezárása és összefoglalása megtörtént. A kagyló denzitása 2003 és 2005 között a parti kőszórás mentén 0 és 93955 ind m⁻² köfelület, a biomasszája 0–714 g m⁻² (száraz tömeg héjjal) az átlaghossz 0,9 és 10,7 mm, relatív abundanciája pedig 0 és 87% között változott. A vándorkagyló relatív abundanciája 2004-ben radikálisan lecsökkent, ekkor a tegzes bolharák (*Chelicorophium curvispinum*) előretörése volt megfigyelhető. 2005-re a vándorkagyló denzitás, éppúgy mint a biomassza, szignifikáns növekedést mutatott. A Balaton-víz minták alga denzitása erősen korrelált a kagyló által kibocsátott algamennyiséggel. A nádbevonatban élő állatok zömét pontokáspi inváziós fajok (tegzes bolharák, vándorkagyló és *Dikerogammarus* fajok) és Chironomidae alkották. Májusban a tegzes bolharák dominált, mely az újonnan megtelepedett vándorkagyló lárváknak köszönhető. Keszthelynél mind májusban, mind júliusban az Amphipoda rákok jelentősek, Balatonalmádiban a vándorkagyló. Szigligetnél és Tihanynál változott a dominancia viszony júliusban a májusihoz képest. Az összegyűjtött (ind m⁻² nádas) májusban 16780 és 42308 között változott, júliusban lényegesen megnőtt, 30768 és 379862 között változott.

27 Balaton környéki kisvízfolyás (18 az északi parton, 9 a déli parton) 61 mintavételi helyén gyűjtöttek makroszkópikus vízi gerincteleneket (kérészek, szitakötők, álkérészek, vízi- és vízfelszíni poloskák, vízibogarak, tegzesek, árvaszúnyogok), a halállomány-felmérésekkel párhuzamosan. A vizsgálataik során, összesen 2084 példányt identifikáltak. 5 alcsaládból 109 faj (14 Tanyodinae, 1 Diamesinae, 2 Prodiamesinae, 34 Orthocladinae, 58 Chironominae) előfordulását bizonyították. Exuvium alapján 88, lárva alapján 63 fajt azonosítottak, 45 faj csak exuvium, 19 faj csak lárva alakban került elő. 8 faj a magyarországi faunára újnak bizonyult: *Diamesa tonsa*, *Cricotopus tricinctus*, *Orthocladus thienemanni*, *Orthocladus oblidens*, *Psectrocladius limbatellus*, *Parachironomus vitiosus*, *Polypedilum albicorne*,

Tanytarsus usmaensis. A tavaszi és a nyári minták feldolgozása során 188 szitakötő egyed alapján 10 Zygoptera és 10 Anisoptera taxont azonosítottak. A fajok között több, hazánkban védelem alatt álló faj is található: *Agrion virgo*, *Coenagrion ornatum*, *Gomphus vulgatissimus*, *Anaciaeshna isosceles*, *Libellula fulva*, *Orthetrum brunneum*. A vizeket klaszter-analízissel osztályozták.

Halpopulációk vizsgálata a Balatonban és a vízgyűjtő vizeiben

A Limnológiai Kutatóintézet kutatói a tárgyévben elemezték az egyedfejlődés során bekövetkező táplálékváltások és azok növekedést, illetve táplálékbázis felosztást érintő hatásait balatoni halakon. Elemezték a gyakoribb balatoni halfajok táplálkozásában fellépő méretfüggő folyamatokat. Összesen 15 halfaj táplálékának és 8 halfaj növekedésének vizsgálatára kerül sor. A bodorka táplálkozása változatos és a növekedés során jelentős tendenciózus változásokat mutat. A vörösszárnyú keszeg kezdetben állati táplálékot, planktonikus rákokat, árvaszúnyog lárvákat, bábokat és vízre hulló rovarokat fogyaszt, majd bevonat alkotó kova és zöldalgákkal táplálkozik, végül a 60–70 mm-es testhossz elérésevel fokozatosan áttér a hínár fogyasztására, amely az ivarérett egyedek fő tápláléka. A balin elsőéves ivadéka kezdetben zooplanktonnal, később (20 mm felett) vízre hullott rovarokkal – főként árvaszúnyogokkal – táplálkozik, majd az év második felétől már hal fogyasztás is előfordult. 120–150 mm testhossz felett a balin már szinte kizárólag halat fogyaszt, amelyen belül a kűsz részaránya a meghatározó, de alkalmanként jelentőssé válhat a vágódurbincs, a naphal, a folyami géb fogyasztása is, sőt megfigyelték a fogassüllő ivadék fogyasztását is. A karika keszeg táplálkozása fiatal korban a dévérkeszegéhez hasonló. A dévérkeszeg tápláléka a növekedés során a planktonikus rákok irányából az üledékfauna felé változik. A garda tápláléka a vizsgált mérettartományban döntő részben planktonikus rákokból áll, a növekedéssel párhuzamosan egyre inkább a *Leptodora kindtii* aránya válik döntővé. Ugyanakkor alkalmi halivadék fogyasztás, döntően kűsz, már 100 mm-es mérettől megfigyelhető. Az ezüstkárász a Balatonban döntően három táplálékforrást hasznosít: zooplankton, kovaalgákat és detrituszt. A ponty fő tápláléka a vándorkagyló. Emellett kisebb arányban árvaszúnyog lárvák és detritusz is szerepel az étrendjükön. A nagytestű, 500–600 mm feletti, nádban élő példányok táplálékában igen jelentős szerep jut a durvább növényi törmeléknek és a vízínövények, főként a nád magjának. A fogassüllő 1+ és idősebb korcsoportok vizsgálata szerint 100–400 mm-es méretnél a táplálékban a vágódurbincs, kisebb részt a kűsz, míg az ennél nagyobb példányok (500–800 mm) táplálékában már egyre inkább a kifejlett dévérkeszeg és garda jelenléte a jellemző. A már 15 mm-es mérettől megfigyelhető kannibalizmus az idősebb korcsoportoknál is megmarad 5–10%-os arányban. A kőszüllő 100–150 mm méreténél, a zooplankton szervezetek már alig fordultak elő a táplálékban. A kőszüllő ekkor árvaszúnyog lárvákat, főként *P. choreus* lárvát (0–62%), és nagyobb rákokat fogyasztott, amelyek közül a *Limnomysis benedeni* (0–47%), a *Leptodora kindtii* (0–14%), a *Corophium curvispinum* és a *Dikerogammarus* spp. szerepeltek legnagyobb arányban. A halfogyasztás (19–100%) szintén e méretnél fordult elő először. 150 mm-es méret felett a kőszüllő már döntően halakkal táplálkozott. Jelentős volt a kannibalizmus, hiszen a fogyasztott halak közel 20%-a 0+ és 1+ korú kőszüllő volt. A folyami géb táplálkozására vonatkozó eddigi adatok azt mutatják, hogy a 20 mm feletti egyedek már döntően árvaszúnyog lárvákat fogyasztanak és a növekedéssel párhuzamosan emellett mind jelentősebbé válik az Amphipoda rákok szerepe.

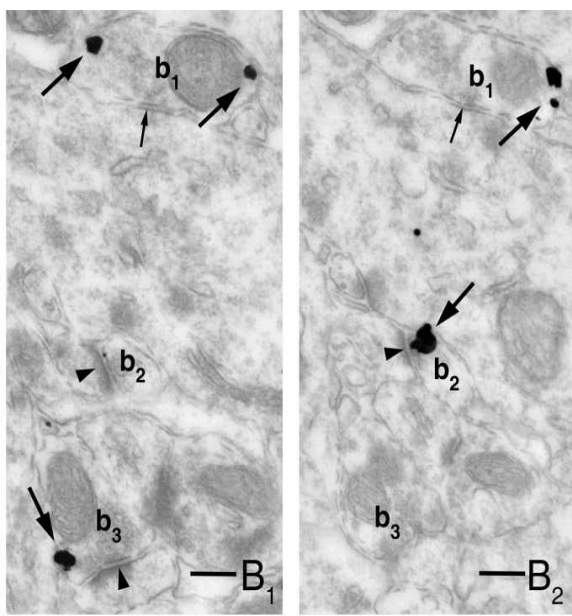
A Hídvégi-tó és a Fenéki-tó területén 20 halfaj példányait találták. A lápi póc és a réti csík csak a Fenéki-tóból került elő. A Radai-vízen a begyűjtött példányoknak 79%-a zooplankton fogyasztó, (785 ind/ha), 17% bentoszevő, 4% ragadozó volt. A Kányavári-vízen a zooplankton-fogyasztók aránya 49% (930 ind/ha), a bentoszfogyasztóké 14%, míg a ragadozóké 5% volt. Az Ingói-vízen a zooplanktonevők aránya 52%, a bentoszevőké 14%, a ragadozóké 4%. A zooplanktonevők részesedése az összes biomasszából 92 kg/ha, a bentoszfogyasztók tömege (45%) 155 kg/ha, míg a ragadozóké (19%) 61 kg/ha. A 21T feletti vízen a zooplankton fogyasztók aránya 60%, a bentoszevőké 12%, a ragadozóké 4% volt. A zooplankton fogyasztók becsült biomasszája 124 kg/ha-ra, a bentoszevők állománya 87 kg/ha-ra tehető, a ragadozóké mintegy 28 kg/ha-ra. A Hídvégi-tó Radai-vízén az ezüstkárász aránya csökkent, a bentoszevők (ponty, dévérkeszeg) biomasszája az elmúlt évihez hasonlóan alakult, a becsült halbiomassza 234 kg/ha volt.

Az endokannabinoid rendszer molekuláris szerveződése a serkentő szinapszisokban

Az endokannabinoid rendszer egy újonnan felismert kémiai szignálrendszer szervezetünkben. Molekuláris építőköveinek megismerése megnyitotta az utat élettani és kórélettani szerepének megértése felé. A *MTA Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézetének* Agykéreg kutatócsoportjában egy hosszú távú kutatási programot indítottak el, amelynek célja egy olyan nagy felbontású „endokannabinoid-agytérkép” elkészítése, amely az ideghálózatokban az endokannabinoid rendszer elemeinek pontos lokalizálásával alkalmas e kémiai szignálrendszer terápiás jelentőségének előrejelzésére. A korábbi munkák ugyan azonosították azokat az agyterületeket, ahová leginkább kötődnek az exogén kannabinoidok, mint például a marihuána aktív hatóanyaga a Δ^9 -THC, de szükség volt sejtszintű, sőt szubcelluláris szinten történő vizsgálatokra is. Az Agykéreg kutatócsoport kimutatta, hogy a CB₁ kannabinoid receptor az idegvégződéseken fordul elő, ahol elsődleges élettani feladata az ingerületátvivő anyagok felszabadulásának szabályozása mind a GABAerg, mind a glutamáterg axonterminálisokból (4. ábra) (Katona és mtsai, 2006). Ez azt jelenti, hogy a CB₁ receptor megtalálható a központi idegrendszer idegrostjainak többségén, így a felfedezés szükségessé teszi az elmúlt években a CB₁ receptor agonistáival és antagonistáival kapott élettani és kórélettani eredmények interpretációjának újragondolását. Gyógyászati szempontból pedig arra utal, hogy a CB₁ receptoron ható gyógyszerek esetében mindig komplex mellékhatás profillal kell számolni.

Felmerült tehát a kérdés, hogy milyen alternatív megközelítések lehetségesek az endokannabinoid rendszer terápiás jelentőségének kiaknázásához. Ennek végiggondolásához talán az egyik legfontosabb kérdés, az endokannabinoidok pontos származási helyének megismerése. A kutatócsoportnak az elmúlt év során jelentős előrelépést sikerült elérni ezen a téren, ugyanis felfedezték, hogy a DAG lipáz alpha (DGL α) gén, amely a legnagyobb mennyiségben előforduló endokannabinoidot a 2-arachidonil-glicerolt szintetizálja, az agykéregben a principális sejtípusokban expresszálódik és az elkészült enzimfehérje a sejtek felszínén található dendrittüskék fejében koncentrálódik. Nagy felbontású, immunarany jelölést használó elektronmikroszkópos analízisben feltárták, hogy ez az endokannabinoidot szintetizáló enzim speciálisan a posztzinaptikus denzitás két oldalán helyezkedik el egy

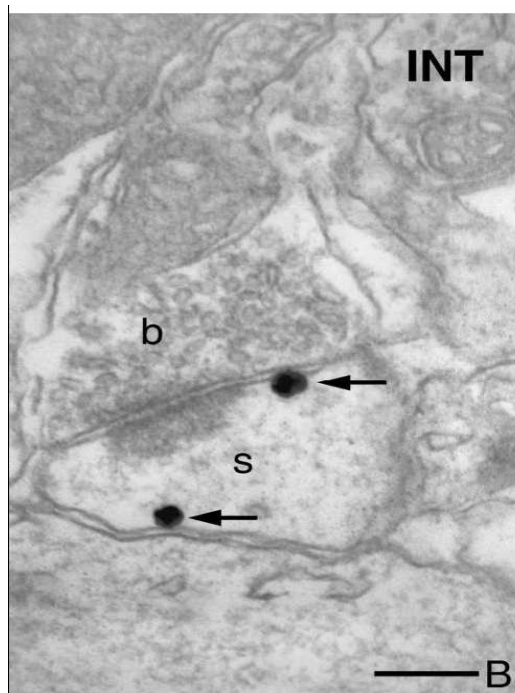
periszinaptikus gyűrűben (5. ábra). Mivel a lebontó enzim a szemközti oldalon található preszinaptikus profilban lokalizálódik, molekuláris anatómiai eredményeik alátámasztják azt a régóta sejtett modellt, hogy az endokannabinoid molekulák retrográd szignálmolekulák (Katona et al., 2006).



4. ábra: A CB₁ receptor preszinaptikus lokalizációja a hippocampus területén serkentő, glutamaterg és gátló, GABAerg idegvégződésekben. Az idegvégződések, idegen szóval boutonok (b) két fő szinapszis típust formálhatnak az agykéregben. A serkentő szinapszisok posztszinaptikus oldalán megvastagodás figyelhető meg (nyílfejek a b₂ és b₃ boutonokkal szemben), innen ered az anatómiai elnevezésük, az aszimmetrikus szinapszis. Ezzel szemben a gátló szinapszisok két oldala egyforma vastag, ezeket ezért szimmetrikus szinapszisnak nevezik (a vékony nyíl a b₁ boutonnal szemben). A vastag nyílak az immunarany szemcséket emelik ki, amelyek a CB₁ receptor lokalizációjának felelnek meg. Az ábrán jól látható, hogy mindkét idegvégződés tartalmaz CB₁ receptorokat. Skálák: 0.2 μm.

Ezek az eredmények új utakat nyithatnak az endokannabinoid rendszer, mint gyógyszer-célpont kutatásában. Úgy tűnik, hogy az endokannabinoid rendszer egy negatív visszacsatolási rendszer része, amelynek célja, hogy a serkentő szinapszisok túlműködését fékezze. Elsősorban epilepsziában, az agyi keringési zavarokban, a szorongásos megbetegedésekben, az addikcióban és fájdalomcsillapításban lesz majd érdemes tesztelni az enzimen ható kémiai vegyületek terápiás potenciálját.

5. ábra: A diacilglicerol lipáz enzim lokalizációja a serkentő szinapszisok posztszinaptikus oldalán. Az ábrán a hippocampus egy serkentő szinapszisának elektronmikroszkópos felvétele látható. A b jelzésű idegvégződés (bouton) egy s jelzésű dendrittüskén (spine) formál egy klasszikus serkentő szinapszist. A, leggyakoribb endokannabinoidot, a 2-AG-t termelő diacilglicerol lipáz enzim elhelyezkedését az immunarany szemcsék ábrázolják (nyíllal jelölve). Skála: 0.2 μm.



Martonvásári zab az egészség védelmében

Az Állami Fajtaminősítő Tanács 2006 tavaszán Mv Pehely néven állami elismerésben részesítette az első martonvásári nemesítésű tavaszi zab genotípust. A minősítés során a fajta bizonyította kiváló természetességi tulajdonságait és alkalmasságát a humán célú felhasználásra. A fajta vetőmagjának kereskedelmi forgalmazása, a termés többcélú kipróbálása és hasznosítása az elmúlt évben megkezdődött.

A MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetének kalászos gabonakutatói tevékenysége jelentősen bővült az elmúlt évtizedben. A Martonvásáron folyó több mint fél évszázados eredményes őszi búza nemesítés mellett a tavaszi árpa, a tritikálé, őszi durum búza, tavaszi búza és őszi árpa honosításának eredményei is országos jelentőségűekké váltak. A zabkutatói program 1992-ben indult, olyan új fajták honosítása és nemesítése céljából, amelyek jó termőképességük, betegség ellenállóságuk és jó beltartalmi értékük révén szokásos termesztési körülmények között, lehetőleg növényvédő szerek használata nélkül humán fogyasztásra és állatok takarmányozására egyaránt használhatók és sikeresen termesztők. Elsősorban bőtermő, jó beltartalmi értékű tavaszi zabtermesztésbe vonását tűzték ki célul. Az őszi zab termesztésének számos előnye ismert, azonban a hazai viszonyok között is megfelelő télállósággal rendelkező fajtát ezidáig nem sikerült előállítani.

A zabról az elmúlt évtizedben kevesebb szó esett még a szakemberek körében is, mint amit e kitűnő beltartalmi értékű szemesterményt adó takarmány-, illetve élelmiszergyártásra egyaránt felhasználható növény megérdemelne. A zab a Föld kultúrnövényei között fontos helyet foglal el. Vetésterülete a búza, a kukorica, a rizs és a cirok után következik. Magyarországon az 1931–40 évek átlagában 220 ezer ha-on termesztették, vetésterülete napjainkban 70 ezer ha-ra becsülhető. Vetésterületének csökkenése ellenére hazánkban is az egyik legértékesebb takarmány a tenyésztés- és fiatal állatok, valamint a versenylovak számára. Magas fehérje-, keményítő- és zsírtartalmának, valamint a benne lévő oldható dietikus rost tartalomnak köszönhetően kitűnő az étrendi hatása, ami nagyban elősegíti az emésztést, s ezzel javítja a takarmány tápanyag hasznosulását. Mész- és foszfortartalma a csontképződést segíti elő. A zabban lévő avenin és E-vitamin pedig növeli az apaállatok tenyészképességét. Kanadában, ahol nagy mennyiségben termesztik zabot, elsősorban a baromfi- és a sertéstápokban a szójadarát – részben, vagy egészben – zabdarával helyettesítik és az ilyen abrakkal etetett állatoknál jobb súlygyarapodást érnek el.

Az egészséges táplálkozás egyik alapanyaga a zabból készült élelmiszer

A zabból értékes emberi táplálék készíthető. A zabpehelyből és a zablisztból készült csecsemőtápszerek régóta közismertek. A Magyarországon eddig kevésbé fogyasztott zabkészítmények külföldön – főleg a nyugat európai országokban – keresett élelmiszer cikkek a felnőttek számára is. A gabonafélék között a zabpehely 13%-os, a zabliszt 16%-os fehérjetartalmával a leggazdagabb fehérjeforrás. Nagy mennyiségben található benne az emberi szervezet számára nélkülözhetetlen aminosavak. A zabpehely és a zabliszt 6–7% zsírtartalmának mintegy 40%-át teszi ki a szervezet számára különösen fontos telítetlen linolsav. A jelenlegi magyar táplálkozást, annak ásványianyag összetételét, a túlzott nátrium és magnézium – de az alacsonyabb káliumtartalom –

jellemzi. A zabpehely, a zabliszt és a zabkorpa fogyasztása önmagában is javítja az ásványianyag-bevitel kívánatos arányát.

A vitaminok közül különösen figyelemre méltó B₁ vitamintartalma, de megtalálható benne a B₂-, B₆-vitamin, a nikotinsav és a pantoténsav is. E-vitamin-tartalmát – annak antioxidáns tulajdonsága miatt – külön ki kell emelni.

A zab a már említett nagy jelentőségű beltartalmi értékein túl az utóbbi évtizedben növekvő, figyelmet kapott elsősorban a táplálkozás élettannal és a gyógyászattal foglalkozó szakemberek részéről, ugyanis a dietikus rost tartalmának köszönhetően csökkenti a vér koleszterin szintjét, és kedvező hatással van a vércukorszint alakulására is. A vér koleszterin szintje és a koszorúerek szűkületén alapuló szívbetegségek közötti kapcsolat többszörösen bizonyított. A koleszterin mintegy kétharmada az ún. LDL-koleszterin és egynegyede a HDL-koleszterin. Az LDL-koleszterin koncentráció és a szívkoszorúér betegségek előfordulása között egyenes arányosság van. A HDL-koleszterin szintje fordítottan arányos a keringési betegségek gyakoriságával. A zab oldható dietikus rost tartalmának nagyobb része a β -glukán. Állatokkal végzett etetési- és humán táplálkozási vizsgálatokkal több kutató csoport is bizonyította a zab ezen összetevőjének koleszterin, azon belül is az úgynevezett "káros" LDL-koleszterin szint csökkentő hatását.

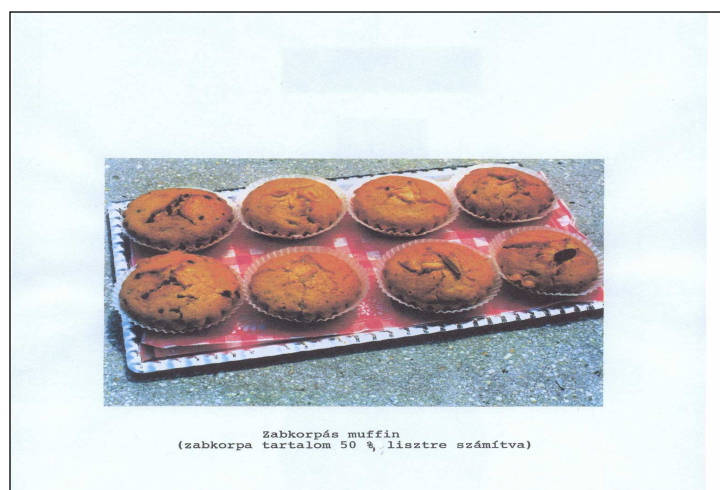
A zab diétás rost tartalmának körülbelül 40%-a oldható, s ezen belül a β -glukán tartalom 75%-ra tehető. A zabfajták β -glukán tartalma genetikailag meghatározott, öröklődő tulajdonság, amit a környezeti tényezők befolyásolnak. A termesztett fajták β -glukán tartalma 3,4 és 5,9% között mozog, ami lehetővé teszi e tulajdonság nemesítéssel történő javítását.

Magyarországon lényegesen szerényebb a zab humán célú felhasználása mint a nyugat európai országokban. Az utóbbi években azonban érezhetően növekedett az igény az egészségünket jobban óvó élelmiszerek iránt. A zab alapú élelmiszer termékek gyártásához a megfelelő minőségű zab alapanyag beszerzése sokszor még ma is nehéznek bizonyul. A jó minőségű, magas β -glukán tartalmú zab genotípusok előállítására és termesztésbe vonására ezt a hiányt hívatott megszüntetni.

Zab nemesítési programjukban a fentiek miatt kiemelt figyelmet fordítottak a humán felhasználású zab alapanyag minőségi követelményeinek kielégítésére. Ennek érdekében a Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézetrel közösen végzett, az OMF által támogatott pályázati kutatásaikban vizsgálták a Martonvásáron létrehozott zab genotípusok beltartalmi értékeit és azok felhasználhatóságát élelmiszerek készítésére. A malmi és az azt követő élelmiszeripari feldolgozások során az élelmi rost, azon belül a β -glukán tartalom változásának nyomon követése lehetővé tette, hogy táplálkozás-élettanilag a legelőnyösebb technológiát alkalmazva, különösen nagy zabhányadú és különösen nagy β -glukán tartalmú, az egészséget jobban óvó, de jó élvezeti értékű élelmiszer terméket fejlesszenek ki (6. ábra). Kísérleteik alapján megállapították, hogy a nemesítési anyagban több, humán felhasználásra is alkalmas genotípus található. E genotípusok közül a termesztetőség szempontjából is a legjobbakat állami minősítésre jelentették be. E fajtajelöltek közül az Mv Pehely részesült elsőként állami elismerésben.

A humán célú felhasználás minőségi követelményeinek az első martonvásári nemesítésű tavaszi zabfajta az Mv Pehely megfelel. E fajta köztermesztésbe kerülésével biztosítani lehet – az élelmiszerek előállítására céljából – a kiváló beltartalmi értékű zab alapanyag megtermelését.

Az elmúlt évben az Elitmag Kft. szervezésében megkezdődött a fajta vetőmagjának kereskedelmi forgalmazása, és egyidejűleg megindultak a tárgyalások az egyetlen magyarországi zabpehely gyártó üzemmel, a lajosmizsei Fortunate Kft-vel az Mv Pehely termésének üzemi szintű próbagyártására.



6. ábra: Zabkorpás muffin

Vízminősítési célú bentonikus algavizsgálatok a Magyar Dunakutató Állomáson

A bevonatkozó élőlény közösségek érzékenyen reagálnak a környezeti stressz-hatásokra, pl. vízszennyezésre, eutrofizációra, ilyenkor fajösszetételük megváltozik, diverzitásuk csökken.

Az EU Víz Keretirányelv bevezetésével fontos feladat annak megállapítása, hogy az egyes ökoszisztémák mennyire térnek el a legjobb állapottól, ahol nincs, vagy csak egészen kis mértékű az emberi zavarás (referencia ökoszisztéma), a cél pedig 2015-re minden vízben a jó ökológiai állapot elérése.

A kovaalgák jó ökológiai indikátorok, mert minden vizes élőhelyen, minden időszakban jelentős mennyiségben megtalálhatók. A közösség összetételében bekövetkezett változásokból következtethetünk a környezeti ártalmakra, vagy a biotikus sértetlenségre. Fontos szempont, hogy a kovaalgák tartós preparátum, roncsolt minta formájában korlátlan ideig eltarthatók, szükség esetén újra vizsgálhatók, meghatározásuk viszont nagy szakértelmet igényel.

Új mintavételi módszer

Az MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete Dunakutató Állomásán kifejlesztett egyszerű kvantitatív módszer szerint a part menti kövek sodorvonal felőli részén egy

ismert átmérőjű peremes szilikon csövet a kőhöz szorítva, finom kefével alaposan fellazítják a cső által határolt területen a bevonatot, majd a csőből pipettával kiszívják a mintát és kis edénykébe teszik (7. ábra). Így a bevonatot ismert felületről távolították el.



7. ábra: A mintavevő eszköz képe és egy algabevonatos kő, melynek egy részéről (kör alakú terület) eltávolították a bevonatot.

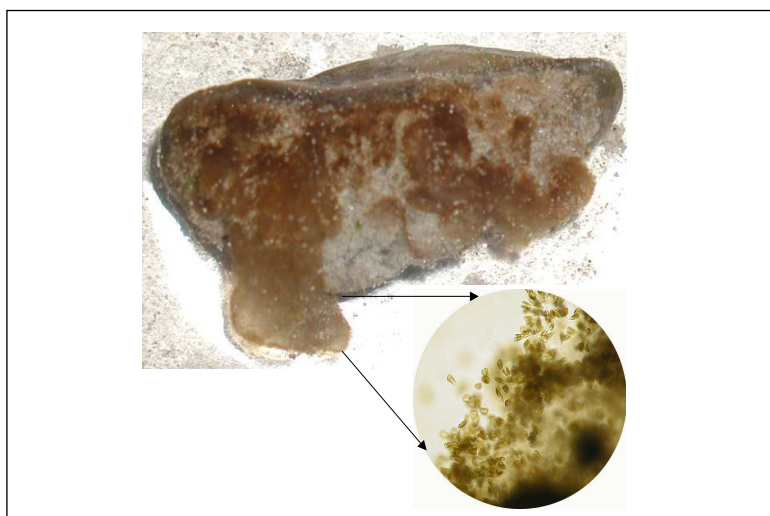
A mikroszkópos számolásnál a mintát úgy kezelik, mintha fitoplankton minta lenne és fordított mikroszkóppal, Utermöhl módszerrel megszámlálják a felületegységre eső algaszámot, a minta alikvot részéből a klorofill tartalom meghatározást is végezzük.

Példa a módszer alkalmazására és annak eredménye

Egy project során a Dunából és jelentősebb mellékfolyóiból vettek mintát a forrástól (Breg és Brigach) Mohácsig és meghatározták a köveken kialakult bevonat algaszámát, biomasszáját. OMNIDIA szoftver segítségével kovaalga indexeket számoltak a vízminőség meghatározása céljából.

A kovaalga indexek alapján megállapították, hogy a Duna vízminősége a forrás környékén jó vagy kiváló, ugyancsak jó a német és osztrák szakaszon, a szlovák-magyar szakaszon pedig romlik, melyhez hozzájárulnak a rosszabb vízminőségű mellékfolyók is.

A Dunán a különösen száraz, rendkívül alacsony vízállásokkal jellemezhető 2003-as évben Gödnél havonkénti mintavételek során kísérték figyelemmel a vízminőség alakulását a bentonikus kovaalgák vizsgálatának a segítségével. Augusztusra a Duna vízállása 100 cm alá süllyedt, a vízfenékgig átlátszó volt, fitoplankton gyakorlatilag nem volt. Ezzel egyidőben a köveken vastag bevonat alakult ki és a kovaalgák intenzív kocsonyamátrix termelésbe kezdtek (8. ábra), védekezésül az intenzív UV sugárzás ellen. Az IPS kovaalga index a vegetációs periódus teljes ideje alatt jó vízminőségi kategóriát mutatott, kivéve az alacsony vízállású nyári periódust, amikor közepes, vagy tűrhető volt a vízminőség.



8. ábra: Dunai kő algabevonattal, amely vastag, kocsonyás mátrixot termelt. Jobb oldalon kinagyítva a kocsonyát termelő kovaalgák fénymikroszkópos képe

A bentonikus kovaalgákon alapuló vízminősítő rendszerben elért eredmények alapján a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium felkérésére értékelték a folyóvízi epilitikus kovaalgákra kidolgozott minősítési rendszereket, javaslatot készítettek a EU Víz Keretirányelv bevezetése során alkalmazandó minősítési módszerre, és 2005-től elindították a Környezetvédelmi Felügyelőségeken dolgozó biológusok szakmai felkészítését.

Restaurációs ökológiai kutatások a Kiskunságban

Az elmúlt néhány évtizedben az ember környezet átalakító tevékenysége egyre intenzívebbé válik, és így a természetközeli élőhelyek pusztításán keresztül a biodiverzitás-csökkenés egyik legjelentősebb előidézője lett. Magyarországon az emberi hatás erősödése mellett a társadalmi-gazdasági folyamatok átrendeződése miatt jelentős mértékű tájhasználat változás is lejátszódik, ennek következtében nő a mezőgazdasági művelés alól kivont területek mennyisége. Az így keletkezett rontott élőhelyek nagy részének természetes megújulási képessége erősen korlátozott. Gyomok, vagy nem őshonos özőnfajok pl. parlagfű, selyemkóró boríthatják el a területet, így mesterséges beavatkozásra van szükség a természetes, vagy lehetőség szerint természetközeli állapot visszaállítására. A restaurációs ökológia új tudományterülete ezekre a problémákra kíván megoldást találni.

A restaurációs kutatások során azt vizsgálják, hogyan lehet degradált élőhelyeken a természetes regenerációs folyamatokra támaszkodva az eredeti ökoszisztémát helyreállítani, illetve olyan természetközeli állapot kialakulását elősegíteni, amely önfenntartó, vagy minimális emberi beavatkozást igénylő ökológiai rendszerré válhat.

Az MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete (ÖBKI) Restaurációs Munkacsoportja több éve végez terepi kísérleteket, melyek közös célja hazánk egy bennszülött növénytársulása, az évelő nyílt homokpusztagyep lehetséges restaurációs módszereinek kifejlesztése. Elsőként tarvágott akácosok területén a kaszálásnak a cserjék

visszaszorítására és a gyepergenerációjára gyakorolt hatását vizsgálták. Később a talaj nitrogéntartalmának mikrobiális úton történő csökkentésével próbálták több éve felhagyott szántón a homokpusztagyep kialakulásának irányában befolyásolni a másodlagos szukcessziót. E kísérletek lezárultak, a kapott eredmények alapján a módszereket továbbfejlesztették és jelenleg két kísérletben vizsgálják ezek hatékonyságát.

Az eredményekből nyilvánvalóvá vált, hogy az alkalmazott módszerek általánosíthatóságát megnehezítik a különböző korú parlagok kiindulási növényzetében tapasztalható jelentős eltérések. A 2002 ősze óta folyó kutatások célkitűzése ezért az volt, hogy megvizsgálják a szántás, mint előkezelés és ezzel kombinálva más restaurációs módszereknek, – mint a természetes fajokkal való felülvetés, kaszálás és szénforrás adagolás – növényzet fejlődésére gyakorolt hatását. A kezelések kombinált alkalmazása lehetővé teszi annak vizsgálatát, hogy hatásuk milyen módon összegződik, illetve esetleg erősíti fel egymást, melyik kombináció a legelőnyösebb az elérni kívánt célállapot szempontjából. Az eddigi eredmények azt mutatják, hogy a felülvetés nyár végi kaszálással kombinálva hatékony módszer a homoki gyepergenerációjának elősegítésére (9. ábra).



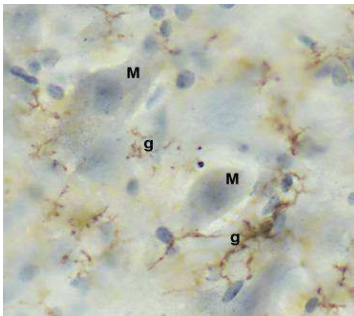
9. ábra: Felülvetés és kaszálás, mint sikeres kezelés eredménye: virágzó homoki fajok (homoki kutyatej, deres fényperje) egy kaszált parcellában

Kísérlet folyik a kiterjedt állományokat alkotó selyemkóró visszaszorítására és a fertőzött parlagokon kialakuló vegetáció természetközeli (végcélként nyílt homokpusztagyep) alakítására (10. ábra). 2006 során megtörtént a területek kijelölése, előzetes felmérése, a kezelési és mintavételi protokoll kidolgozása. Fülöpháza térségében három kísérleti területen, összesen 5 ha-on a selyemkóró herbiciddel leirtásra került, valamint az irtott területeket felülvetették különböző homoki fajok magjaival, amit jövőre kaszálással is kiegészítenek.



10. ábra: Alapállapot felmérés egy selyemkóró által előzönlött felhagyott szántón

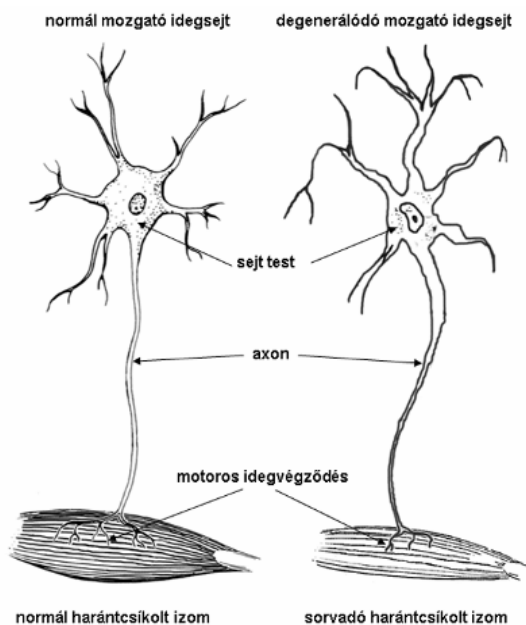
A mozgató idegsejtek degenerációs folyamatait befolyásoló tényezők vizsgálata



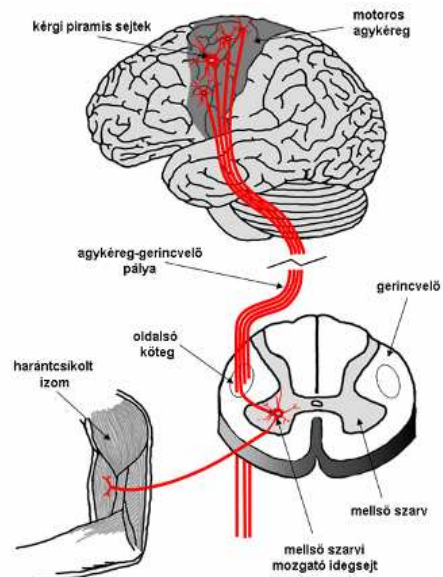
Mottó: A gyógyíthatatlan motoneuron betegség során a mozgató idegsejtek (M) sorsát a Janus-arcú szomszédjaik, a gliasejtek (g) viselkedése határozhatja meg (11. ábra), vagyis: A mozgató idegrendszer degenerációja – a mozgató idegsejtek betegsége?

11. ábra: Mozgató idegsejtek

Az utóbbi évek egyik öröndetes tendenciája az átlagéletkor növekedése. A várható élettartam kitolódásának paradox következménye, hogy azoknak a betegségeknek az előfordulása emelkedik, melyek kialakulásának fő rizikófaktora az előrehaladott életkor. Ilyenek az idegrendszer degeneratív elváltozásai, melyek a tünetek jelentkezésétől kezdve fokozatosan gyűrik le a szervezet ellenállását. Ezek közül a legismertebbek pl. az Alzheimer-, vagy a Parkinson kór, de létezik számos, kevésbé ismert degeneratív betegség is, melyek tanulmányozása – pusztító mechanizmusuk hasonlósága révén – általánosan felhasználható ismeretanyaghoz juttathat. Az ilyen betegségek velejárója, hogy a betegek testileg vagy szellemileg lassan magatehetetlenné válnak, éveken át szoros ápolásra szorulnak, ami egyrészt súlyos lelki megpróbáltatást ró családjukra, de jelentős anyagi terhet jelent a társadalom számára is. Erre példa a mozgató idegrendszeri betegségben (az ún. „motoneuron” betegségben) szenvedők gondozásának becsült költsége, ami (amerikai adatok alapján) évi 200,000 dollár/fő. Ez a biztosítokat, egyes magánalapítványokat és a családokat egyaránt terheli. Nem véletlen tehát, hogy az orvos-biológiai kutatások súlypontja az idegrendszeri degeneratív betegségek területére helyeződik át. Az *SZBK Biofizikai Intézetében* ezirányú vizsgálataikat a mozgató idegrendszer degeneratív mechanizmusainak kutatására fókuszálták.



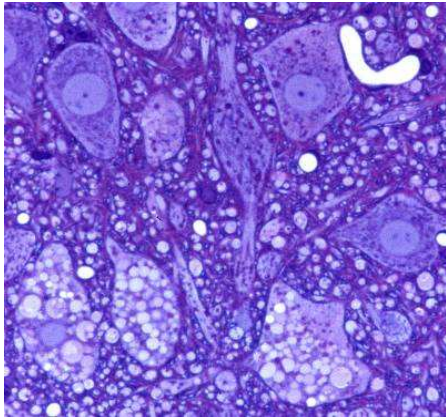
12. ábra: Harántcsikolt izom mozgatóidegsejtjei



13. ábra: Alsó és felső motoneuronok

A motoneuron betegség fogalmát a XIX. század végén Charcot vezette be, aki korának neves patológusaival ellentétben (akik a kórt izom-eredetűnek tartották) rámutatott, hogy a harántcsikolt izmok sorvadása, majd bénulása csak másodlagos jelenség, ami a beidegzés elvesztésének következménye (12. ábra). Az általa felállított definíció szerint a motoneuron betegség az alsó és felső mozgató idegsejtek sérülését felölelő általános elnevezés, amikor az elsődleges károsodási tünetek a sejttestben figyelhetők meg. A felső motoneuronok (kérgi piramis sejtek), melyek az agykéreg frontális lebenyében helyezkednek el, kötegbe (pályába) rendeződött nyúlványokat bocsátanak az alsó motoneuronok irányába. Az alsó motoneuronok az agytözs különböző régióiban és a gerincvelő mellső szarvában helyezkednek el. A gerincvelői motoneuronok axonjai a gerincvelőből kilépve a perifériás idegben folytatódnak, és a vázizmokon végződnek. A betegekben az idegsejtek pusztulása az izmok beidegzésének elvesztéséhez vezet, mely, amikor a létfontosságú izmokra terjed ki, a betegek halálát okozza (13. ábra).

Bár a motoneuron betegség kiváltó okát (eltekintve a kis százalékban előforduló öröklődő esettől) nem ismerjük, a betegség kifejlődésében szerepet játszó számos folyamatot sikerült azonosítani. Ezek közül a fontosabbak: (1) a mozgató idegsejtek kimerülése a sejtet érő nagyobb mennyiségű serkentő jellegű kémiai anyag (pl. glutaminsav) hatására. (2) fehérje- és membrán-károsodás a sejtek belsejében keletkező reaktív oxigén szabad gyökök elégtelen közömbösítése miatt. (3) deformált sejt szerkezet kialakulása, és a sejten belüli molekula-transzport zavara az idegsejtek vázszerkezetének hibás összeszerelődése miatt. (4) a sejtek normális működéséhez szükséges belső ion-egyensúly, elsősorban a kalcium szint szabályozásának meg bomlása, és az így megemelkedett kalcium szint által kiváltott károsodás. A felismert mechanizmusokra alapozva – kísérleti állatokban – számos betegségmodellt hoztak létre. Ezek sikeresebbjei alkalmasnak bizonyultak a mozgató idegsejtek sérülési folyamatának követésére a korai, a klinikai tünetek megjelenése előtti fázistól – amikor



még a különböző mértékben degenerálódó motoneuronok mellett egészséges sejtek is nagyszámban megfigyelhetők (14. ábra) – egészen a végstádiumig, amikor is a sejtek többsége már elpusztult, vagy erősen sérült.

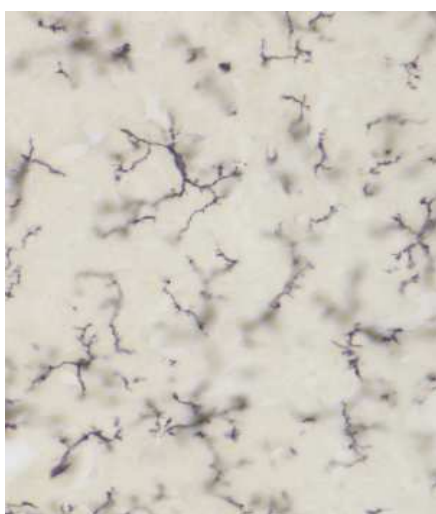
14. ábra: Degenerálódó motoneuronok

Az intézetben végzett vizsgálataik első fázisában a mozgató idegsejteknek a sérülés szempontjából döntőnek tartott belső tulajdonságára, kalcium háztartásuk stabilitására koncentráltak. Nemcsak humán (beteg) anyagban mutatták ki a mozgató idegsejtek kalcium szintjének szignifikáns emelkedését, hanem számos, a kalcium-modelltől eltérő, különböző patológiai folyamatokra alapított állatmodellben is hasonló elváltozásokat észleltek. Ez egybevágott azokkal az alapkutatási eredményekkel, melyek szerint a motoneuron betegségben azonosított molekuláris folyamatok nem függetlenek, viszont közös kalcium-függésük révén egymás hatását, s így a degenerációs folyamatot felerősítik. Ezért a betegség leküzdésének döntő momentumának látszott, hogy az érintett sejtek belső védekező rendszerét ezen a ponton kell megerősíteni, vagyis ott, ahol az egyes patológiai folyamatok kapcsolódnak. Ezzel a betegség mechanizmusának komplex láncát a kritikus, öngerjesztő részén lehet megszakítani.

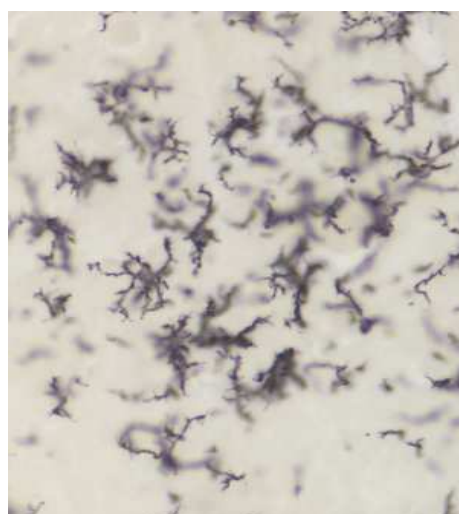
A hipotézisünk tesztelésére olyan (genetikailag módosított) állatokat hoztak létre, melyek idegsejtjeibe a kalcium szint emelkedésére tompítóan ható kapacitást építettek be, majd az állatokat – kombinálva a motoneuron betegség transzgenikus modelljével – kísérletbe vitték. Bár a betegséget modellező állatok élettartamát ezzel a transzgenikus beavatkozással kismértékben meghosszabbították, a várt „gyógyító hatás” elmaradt. Úgy gondolták, hogy kísérleteik mérsékelt sikerének lehetséges oka, hogy csak a mozgató idegsejtekre koncentrált védekező stratégiát alkalmazták, vagyis a sejtek környezeti hatását figyelmen kívül hagyták. Ezt támasztja alá, hogy azokban a kísérletekben is, ahol egyszerre több, de ugyancsak a belső károsító mechanizmusok elleni védekezésen alapuló ún. kombinált terápiával próbálkoztak, a protektív hatás összeadódása ellenére a „gyógyító hatás” hasonlóképpen elmaradt. Eme kudarcok láttán felvetették, hogy az eddigi felfogással szemben (mely szerint a „motoneuron betegség = a mozgató idegsejtek betegsége”) a mozgató idegsejtek degeneratív betegsége nem egy „önmeghatározó” folyamat, hanem a degeneráció mértékét és előrehaladásának ütemét szabályozó tényezőket a mozgató idegsejteken kívül is kell, hogy keressék. Elképzelésük szerint a mozgató idegsejtek stresszel szembeni ellenálló képességét a vizsgált belső tulajdonságok mellett ún. nem sejt-autonóm, a környező asztrocita és mikroglia sejtek által diktált feltételek is befolyásolják, esetleg meghatározzák.

Az idegsejtek közvetlen környezetében fellelhető, az akut sérülés vagy a krónikus degeneráció során a legfontosabb szerepet az ún. mikroglia sejtek játsszák, melyek a

központi idegrendszer kitüntetett helyzete folytán a helyi immunfelügyeletet látják el. Az idegrendszer normális működése során ezek a többé-kevésbé egyenletesen eloszló, nyugvó mikroglia sejtek a környező szövetet finom nyúlványaikkal sűrűn behálózzák, s a legkisebb sérülésre is aktiválódnak (15. ábra). Az aktivációt számos változás kíséri, így a felszínükön található receptorokban, és az általuk kibocsátott anyagokban is mérhető komponense van, a mikroglia sejtek a sérülés helyén felszaporodnak, de megjelenésükben szintén drámai változások tapasztalhatók: a nyúlványok lerövidülnek, megvastagszanak, s a sejtestek megduzzadnak (16. ábra). Ez a reakció egy kényes egyensúly mentén segítheti az idegsejtek sérülés utáni regenerációját, a sérült törmelék eltakarítását, de ha felborul, pusztító anyagok túlzott kibocsátásával akár a szervezet ellen is fordulhat. Természetesen ez a helyzet úgy is előállhat, hogy a folyamat során, vagy egyéb okok miatt maguk a mikroglia sejtek (is) sérülnek.



15. ábra: Nyugvó mikroglia sejtek



16. ábra: Felszaporodott mikroglia sejtek

A mikroglia sejteknek a mozgató idegsejtek degenerációjában betöltött aktív szerepét egyik legutóbbi kísérletük igazolta, melyhez a motoneuron betegség – világirodalmi szinten is eddig leghasznosabbnak bizonyult – transzgenikus egér modelljét használták. Ezek az egerek – beavatkozás nélkül – a modellezett betegség tüneteiben kb. 20 hetes korukban múlnak ki. Egy komplex génebeszeti és immunológiai eljárással elérték, hogy az egerek eredeti mikroglia állományát egészséges, ún. vad típusú egerekből származó mikrogliaakra cserélték le. Ezzel a beavatkozással a kísérleti állatok élettartamát kb. 40%-kal megnövelték.

Jelenlegi kísérleteik – egyszerűbb kísérleti paradigmákban – az idegi sérülést követően kialakuló mikroglia aktiváció lépésről-lépésre történő követését célozzák abban a reményben, hogy ha a folyamatot megértjük, eszközöket is találhatunk a „helyes” irányba tereléséhez.

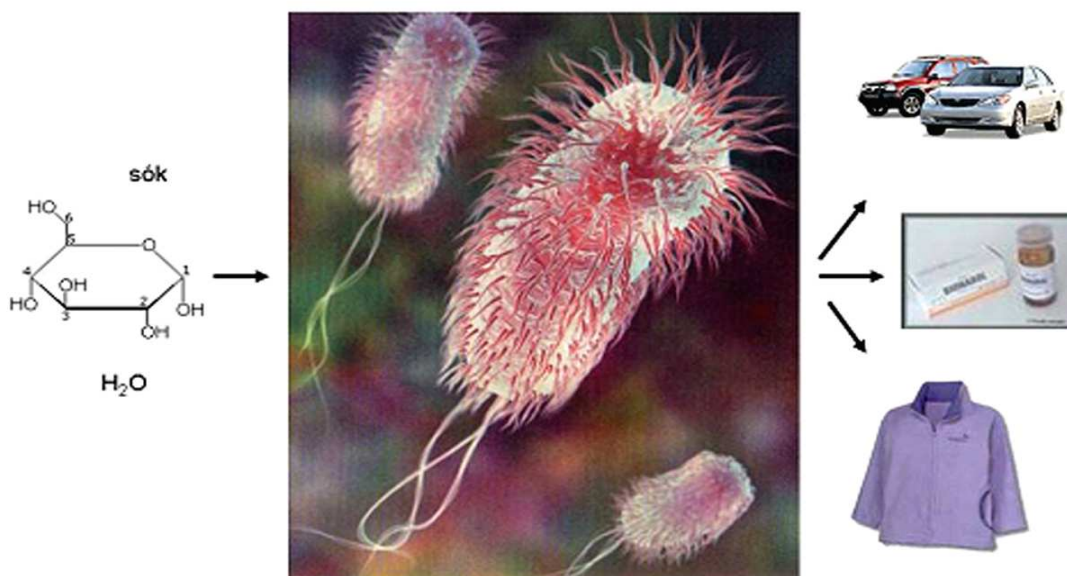
Végezetül, a gyógyíthatatlan motoneuron betegség kutatásának fontosságát – a segíteni akarás és az együttérzés szemszögéből – megerősítheti a betegek számos internetes fórumának egyikétől kölcsönvett idézet. Eszerint: „ALS doesn't kill – hopelessness does”, vagyis, „a motoneuron betegség nem, csak a reménytelenség győzhet le”.

Jelenleg a betegek számára a reményt a betegség még ismeretlen folyamatainak feltárására irányuló alapkutatói erőfeszítések, és ezek összefüggéseinek megértésén alapuló beavatkozási kísérletek nyújthatják.

Szintetikus biológiai módszerekkel, tervezetten, precíz módon átalakított sejtek tudományos és ipari alkalmazásokhoz

Az *MTA SZBK Biokémiai Intézet* Genommérnöki Csoportja a *Science* tudományos magazinban közölte munkáját: az *Escherichia coli* baktériumot alakították át mesterséges evolúcióval. A szintetikus biológiai módszerekkel, tervezetten, precíz módon átalakított sejtet tudományos és ipari alkalmazásokhoz is munkába lehet fogni.

Az *E. coli* baktérium minden ember bélrendszerében megtalálható. Viszonylagos egyszerűsége, könnyű kezelhetősége miatt évtizedek óta a biológusok egyik fő modellszervezete. Genetikai anyagán kisebb módosításokat régóta végeznek a kutatók. Ennek köszönhetően a biotechnológiai ipar sok mindenre felhasználja: hormonokat, táplálékkiegészítőket, vakcinákat, de akár környezetbarát műanyagokat is lehet készíteni vele (17. ábra). A sokféle felhasználás ellenére nagyléptékű átalakítást, általános „javítást” még nem végeztek rajta.

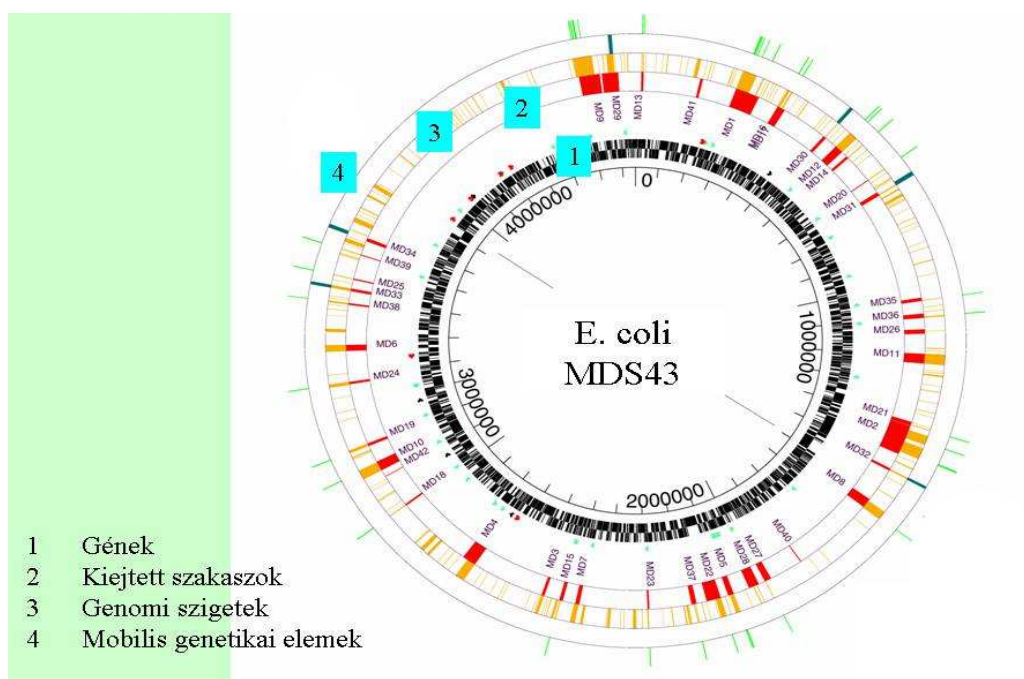


17. ábra: Tervszerű átalakítással a mikrobák hasznos anyagok termelésére foghatók

Az *E. coli* baktérium sokféle környezetben képes a túlélésre. Éppen ezért, a természetben szükséges sokoldalúság miatt még ez az egyszerű sejt is túlságosan bonyolult a felhasználók szempontjából. Bár a teljes genetikai tervrajza ismert, sok az ismeretlen funkciójú komponens, a váratlan reakció; ezek eliminálásával könnyebben kezelhető, programozható sejt hozható létre (18. ábra).

A genetikai anyag alapos analízise után precíz molekuláris módszerekkel a sejt géneinek jelentős hányada kiejtésre került. A várakozások beigazolódtak: az egyszerűsített sejt („minimál *E. coli*”) bizonyos hasznos tulajdonságokban felülmúlja az

eredeti sejtet (pl. az ún. ugráló gének eliminálása folytán a genetikai anyag stabilabb, a sejt toleránsabb lett).



18. ábra: A génkiejtésekkel egyszerűsített *E. coli* baktérium genetikai térképe

Az egyszerűsített sejtet szabadalom védi, és biotechnológiai felhasználására is megtörténtek az első lépések a forgalomba hozattal.

A természetes immunitásban kulcsszerepet játszó proteáz enzimek és természetes inhibitoruk

Immunrendszerünk feladata szervezetünk integritásának védelme, a különböző kórokozók (pl. vírusok, baktériumok, gombák, stb.) és kórosan megváltozott saját sejtek (pl. rákos és apoptotikus sejtek) elpusztítása és eltávolítása. Az immunrendszer funkcióját többféle, egymással párhuzamos, illetve egymásra épülő mechanizmus segítségével látja el. Immunrendszerünk egy része már születésünk pillanatától fogva biztosítja védelmünket – ezt nevezzük veleszületett vagy természetes immunitásnak – míg egy másik része az egyedfejlődés során fokozatosan alakul ki. A természetes immunitás egyik legfontosabb molekuláris komponense a komplementrendszer, amely kaszkádszerűen aktiválódó szerin proteáz enzimekből, és az enzimek funkcióját moduláló, reguláló, illetve citotoxikus hatású egyéb fehérjemolekulákból áll (19. ábra).

A komplementrendszer aktiválódása a betolakodó kórokozók, illetve a megváltozott saját sejtek pusztulásához és a szervezetből való eltávolításához vezet. Az aktiválódás során felszabaduló kemotaktikus fragmentumok az immunrendszer sejteire hatnak és ezáltal gyulladási folyamatot gerjesztenek. Amilyen fontos a komplementrendszer szervezetünk védelmében, ugyanilyen káros is lehet, ha kontroll nélkül, rossz helyen, rossz időben, vagy túlzott mértékben aktiválódik. A nemkívánatos komplementaktiváció a saját szövetek pusztulásához, patológus gyulladások

kialakulásához illetve krónikussá válásához vezethet. A komplementrendszer patológikus aktiválódása szerepet játszik például az infarktus, a szélütés (stroke) és a szervátültetés során bekövetkező sejtpusztulásban (ischemia-reperfusion injury). Számos jel utal arra is, hogy a komplementrendszer rendellenes működése közrejátszik neurodegeneratív betegségek (pl. Alzheimer-kór, szívacsos agysorvadás) kialakulásában is. Fontos gyakorlati cél ezért, hogy a rendszer működésének minél részletesebb megismerése által olyan gátlószereket (inhibitorokat) keressünk, amelyekkel a patológikus komplementaktiválódás visszaszorítható. A fentieken kívül a komplementrendszer szerkezeti-biokémiai jellemzése, az enzimműködés, enzimaktiváció mechanizmusának felderítése az alapkutatásban is fontos kérdések megválaszolását teszi lehetővé.

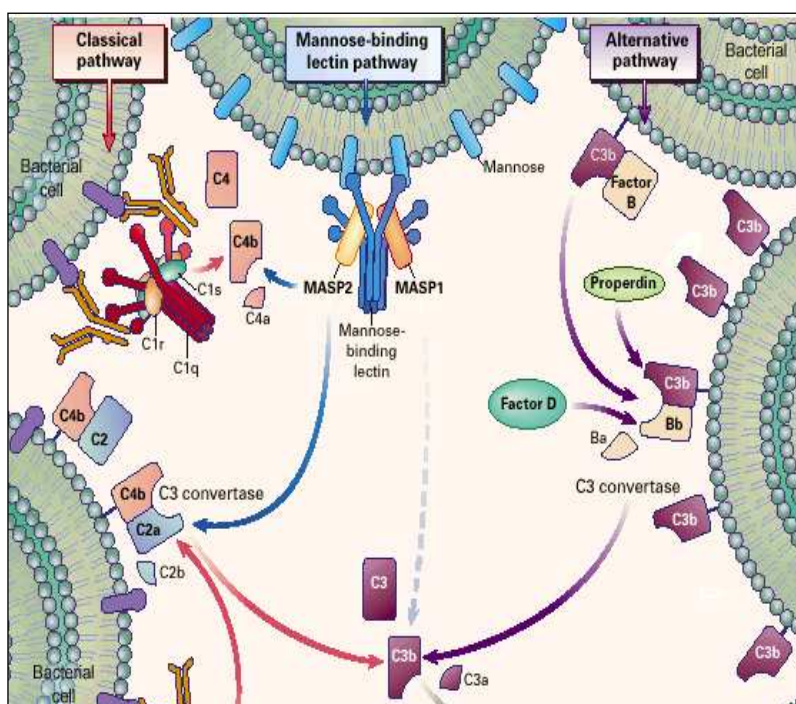
A komplementrendszer háromféle úton aktiválódhat. Az egyik legősibb aktiválódási út az ún. lektin út, ahol erre specializálódott fehérjemolekulák (lektinek) felismerik a patogén mikroorganizmusok felszínén található, az emberi szervezettől idegen, szénhidrát molekulákat. Ezek a lektinek (mannóz-kötő lektin=MBL, és fikolinok) képesek nagy affinitással kapcsolódni a patogénekhez, de önmagukban nem rendelkeznek enzimaktivitással, ami a komplementkaskádót képes lenne beindítani. Az enzimaktivitást a lektinekhez kapcsolódó szerin proteázok (MBL-associated serine protease=MASP) hordozzák, amelyek mindaddig inaktív proenzim (zimogén) formában vannak jelen, amíg a lektin az idegen sejt felszínéhez nem kötődik. Kötődés után a zimogén autokativálódik, vagyis külső enzimátikus behatás nélkül aktív enzimmé válik. Az aktív komplementproteáz ezután hasítja és aktiválja a rendszer következő komponenseit beindítva ezzel a kaskádreakciót.

Az *SzBK Enzimológiai Intézetében* folyó kutatások egyik célfehérjeként a MASP-2 proteázt választották, mivel ez az enzim bizonyíthatóan nagy hatékonysággal aktiválja a komplementrendszert és patológikus szerepe is valószínűsíthető. Elsődleges céljuk volt az enzim tiszta formában való előállítása olyan mennyiségben, amely a szerkezetvizsgálatot lehetővé teszi. Mivel a MASP-2 a vérben alacsony koncentrációban van jelen, a természetes forrásból való izolálás helyett célszerűbbnek látszott génszintézis útján, rekombináns formában előállítani a fehérjét. Bakteriális expressziós rendszerben sikerült előállítani a MASP-2 zimogén és aktív formáját is. Mindkét módosulatot homogenitásig tisztították és a fehérjékből kristályokat növesztettek. A fehérjék térszerkezetét röntgenkristallográfiai módszerrel atomi felbontásban meghatározták. Az aktív és a zimogén MASP-2 térszerkezetét egymással, illetve más ismert proteáz térszerkezetekkel vetették össze (20. ábra). A térszerkezetek elemzésével fényt derítettek a MASP-2 szubsztrátspecificitásának szerkezeti hátterére, illetve az autoaktiválódás molekuláris mechanizmusára is. Az aktív enzim térszerkezetét felhasználva számítógépes (*in silico*) dokkolással inhibitor molekulákat illesztettek a proteáz katalitikus centrumába és kiszámították a kötődés erősségét. A számítógépes eljárással kapott inhibíciós értékeket összehasonlítottuk a laboratóriumban mért értékekkel és azok jó egyezést mutattak. Igazolták ezzel, hogy az általuk meghatározott MASP-2 szerkezet alkalmas új inhibitorok keresésére, illetve tervezésére. Ezek az inhibitorok potenciális gyógyszermolekulák fejlesztéséhez szolgálhatnak kiindulásul. A rekombináns MASP-2 előállítására szolgáló technológia illetve a MASP-2 térszerkezetek gyógyszerfejlesztési felhasználásának védelmére hazai illetve külföldi biotechnológiai cégek közreműködésével szabadalmi bejelentéseket tettek.

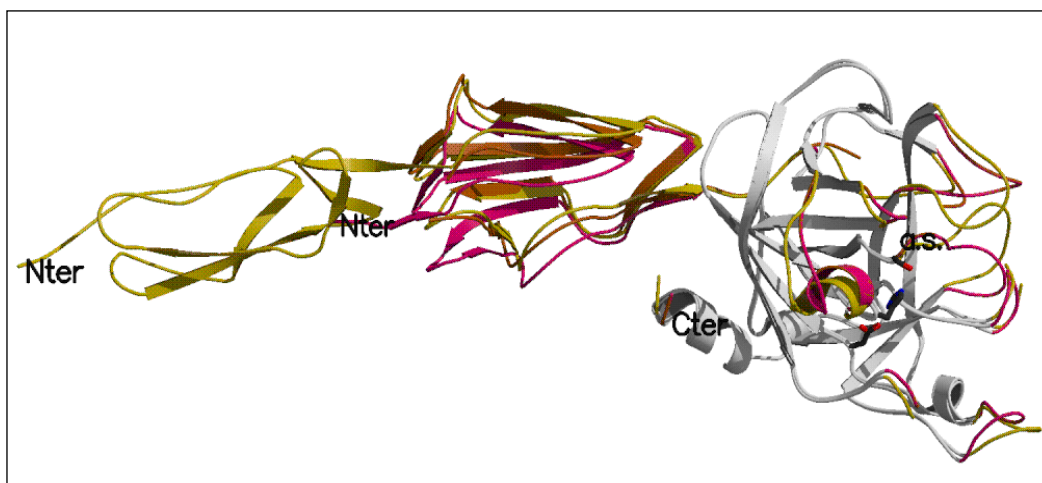
A komplementrendszer normális működésének szempontjából kulcsfontosságú a komplementproteázok természetes inhibitora, a C1-inhibitor. Ez a fehérjemolekula szabályozza a MASP-2 aktivitását is, de ezen kívül még számos más proteáz pl. a C1r, C1s komplementproteázok és a véralvadási enzimek valamint a plazma kallikrein természetes inhibitora is. A C1-inhibitor örökletes elváltozása súlyos betegség, az angioödéma kialakulásához vezet, amely ha nem ismerik fel időben akár halálos is lehet. Ahhoz, hogy meg tudjuk magyarázni, hogy egyes mutációk miért vezetnek betegség kialakulásához, mások pedig miért nem, ismernünk kell a fehérje térszerkezetét és működésének atomi szintű mechanizmusát.

A nagy gyakorlati jelentősége miatt a C1-inhibitor szerkezetének meghatározásával számos kutatócsoport próbálkozott már az elmúlt évtizedek során, azonban senkinek sem sikerült megfelelő minőségű fehérjekristályokat előállítani. Az Enzimológiai Intézetben egy élesztő alapú expressziós rendszert alkalmazva sikerült olyan homogén C1-inhibitor preparátumot előállítani, amely alkalmasnak bizonyult kristályosításra és szerkezetmeghatározásra (21. ábra). A szerkezet segítségével máris értelmezni tudták néhány betegséget okozó mutáció patomechanizmusát, és további mutációk elemzése is folyamatban van.

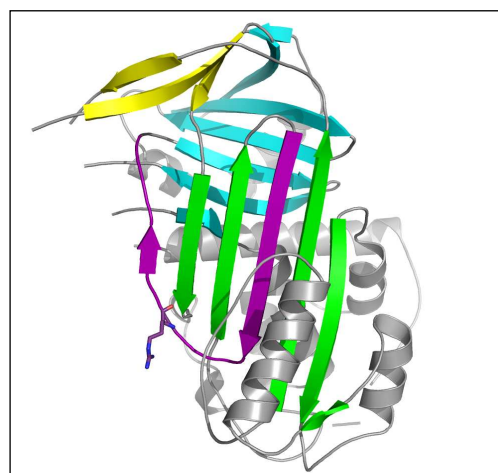
A szerkezet alapján számítógép segítségével modellezték a heparin (egy biológiailag aktív szénhidrát) moduláló hatását a proteáz-C1-inhibitor reakcióra. Modelljük helyességét *in vitro* mutagenézis segítségével, laboratóriumi mérésekkel fogják igazolni. Az örökletes angioödéma gyógyítására külső forrásból izolált C1-inhibitor preparátumot szoktak adni a betegeknek. A természetes forrásból (emberi vérből) izolált C1-inhibitor terápiás használata a potenciálisan jelenlévő fertőző ágensek miatt komoly kockázatokat rejt magában. A jövőben a természetes eredetű fehérjét rekombináns preparátummal fogják kiváltani. Az általuk meghatározott térszerkezet alapján lehetőség nyílik terápiásan hatékonyabb, stabilabb C1-inhibitor variánsok tervezésére és tesztelésére.



19. ábra: A komplementrendszer aktiválódásának három ismert útja: a klasszikus, az alternatív és a lektin út. A lektin út esetében egy felismerőmolekula – az MBL – kapcsolódik a baktériumsejt felszínéhez. Az MBL kötődése a hozzá kapcsolódó szerin proteázok MASP-1 és MASP-2 aktiválódását eredményezi. A MASP-2 rendkívül hatékonyan képes beindítani a baktériumot elpusztító komplement kaskádát, míg a másik proteáz – a MASP-1 – élettani funkciója jórészt még ismeretlen.



20. ábra: A MASP-2 enzim aktív és zimogén formájának térszerkezete látható egymásra vetítve. A legnagyobb eltérés a két forma között a szerin proteáz (SP) doménben figyelhető meg: ennek szerkezete jelentősen átrendeződik az aktiválódás során. Az SP doménhez kapcsolódó komplement kontroll protein (CCP) modul szerkezete nem, csak az SP doménhez viszonyított térbeli elhelyezkedése változik.



21. ábra: A C1-inhibitor térszerkezete. A C1-inhibitor molekula a serpin (serin protease inhibitor) típusú inhibitorok családjába tartozik. Célproteázait – az immunrendszer és a véralvadás enzimeit – irreverzibilis komplex kialakítása által gátolja. Az kovalens enzim-inhibitor komplex kialakulása az inhibitor szerkezetének nagyfokú stabilizációjával jár. A C1-inhibitor mutációi súlyos, örökletes megbetegedéshez vezethetnek.

Reaktív oxigén származékok kimutatása növényekben – új kísérleti technikák a növényi oxidatív stressz kutatás szolgálatában

A növényeket érő stressz hatások közül mind a biotikus (pl. vírus- vagy gombafertőzések) mind az abiotikus (környezetszennyező vegyületek, kedvezőtlen vízellátottság, hőmérsékleti- vagy fényviszonyok) is reaktív oxigén származékokon keresztül fejtik ki hatásukat. Ezek szerepe sokrétű: kémiai természetüktől, a sejten belüli lokalizációjuktól és mennyiségüktől függően mind az alkalmazkodást eredményező jelátviteli folyamatokban, mind pedig a biológiai membránok maradandó, oxidatív károsodásában is részt vehetnek. Rövid élettartamuk és alacsony koncentrációjuk miatt azonban a növényi stressz folyamatokban központi szerepet betöltő reaktív oxigén származékok közvetlen kísérleti kimutatása számos technikai problémát vet fel, így azok jelenlétére a klasszikus stressz élettan általában közvetve, a már oxidatív károsodott molekulák megjelenéséből vagy a különböző védelmi utak aktiválódásából következtet.

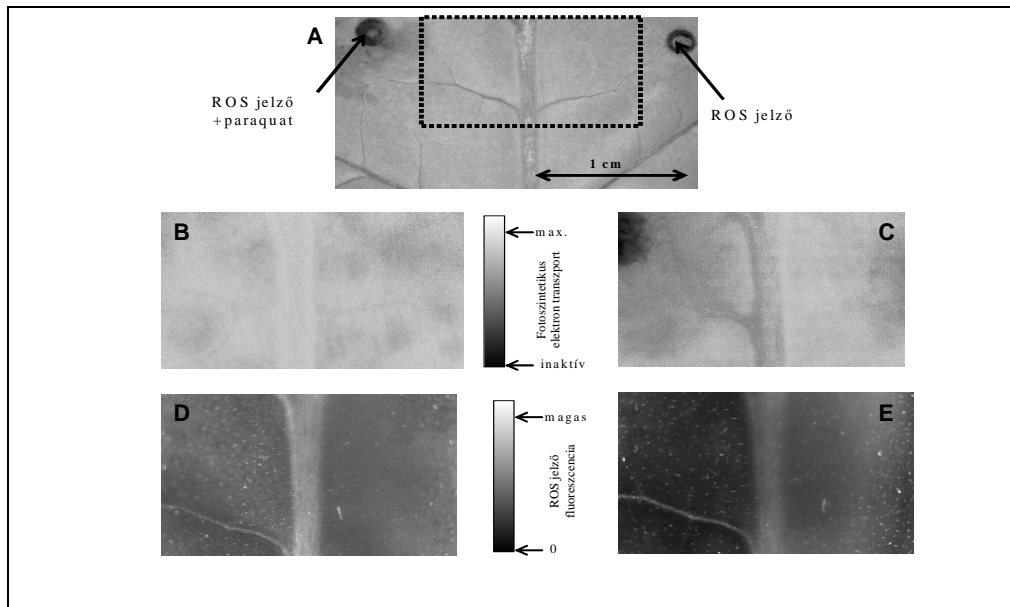
Jelentős előrelépést hoztak az *MTA SzBK Növénybiológiai Intézetében* 1993–2000 között végzett kutatások, melyekben a korábban csak orvosi élettanban alkalmazott spin csapdázásos elektron spin rezonancia módszerekkel modell rendszerekben, izolált fotoszintetikus membrán preparátumokban mutatták ki a stressz-keltette reaktív oxigén származékok jelenlétét. Azóta a kutatók újabb, már *in vivo* körülmények között (pl. levelekben) is alkalmazható módszert fejlesztettek ki egy magyarországi együttműködés (Pécsi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Kar, Szerves- és Gyógyszerkémiai Intézet) keretében. Az ún. kettősen jelölő vegyületek kutatása és növényi stressz élettani alkalmazása kb. tíz évvel ezelőtt kezdődött. A módszer lényege, hogy egy intenzíven fluoreszkáló, diamágneses molekulát juttatnak a növényi szövetbe, a reaktív oxigén származékok feltételezett keletkezési helyére. A jelző molekula egy speciális része „csapda”-ként működik, a stressz közben keletkező reaktív oxigén származékokat befogva paramágnesessé válik, aminek hatására a fluoreszcencia lecsökken. A molekula megváltozása tehát kétféle úton is követhető: paramágnesessé válása elektron spin rezonancia spektroszkópiával, a fluoreszcencia kioltódása pedig spektrofluoriméterrel vagy képalkotó technikákkal.

A stressz-indukált reaktív oxigén származékok mérése szorosan illeszkedik az egyéb fiziológiai (morfológiai változások, gázcsere csökkenés), biofizikai (fotoszintetikus elektron transzport inaktíválódás), oxidatív kémiai (proteinek és lipidek oxidációja) és molekuláris biológiai (mRNS aktíválódás) paraméterek nyomon követésével kialakítható komplex megközelítésbe.

Az új módszert a Növénybiológiai Intézet kutatói és több külföldi laboratórium is sikeresen alkalmazta az UV-sugárzás, a nagy intenzitású megvilágítás (fotoinhibíció) és kémiai stresszorok (pl. paraquat) okozta oxidatív stressz vizsgálatára, illetve a növények fejlődése során keletkező reaktív oxigén származékok szerepének felderítésére. A mellékelt ábrán a 2006-ban a GKI GVOP-3.2.1-2004-04-01444/3.0 számú, „Növényi oxidatív stressz labor” című kutatásfejlesztési pályázat révén, üzembe állított fluoreszcencia képalkotó rendszerrel készült felvételek láthatóak. A kutatók egy dohány levél levélerek határolta két kis szegmensébe jutatták be a reaktív oxigén származékok kimutatására alkalmas fluoreszcens jelző molekulát (22. ábra, A). Ezen felül, a bal oldali levél szegmensbe az oxidatív stresszt okozó paraquatot is bejutatták, ami megvilágítás hatására reaktív oxigén származékok, elsősorban szuperoxid keletkezésére vezet.

A kísérleti példa azt az állapotot mutatja, amikor az oxidatív károsodás még nem jelentős (a fotoszintézis aktivitása még csak kis mértékben csökkent a levél bal oldali részében, 22. ábra, B, C), a szuperoxid gyökök megjelenését azonban már jelzi a reaktív oxigén jelző fluoreszcenciájának csökkenése ezen a területen (22. ábra, D, E). A paraquat szuperoxid gyök keltő hatása már korábbról is ismert volt, közvetlen kísérleti kimutatására a stressz ezen korai szakaszában azonban az illusztrált módon történt először.

A fenti csak egyetlen példa az új technika lehetőségei közül. A kutatók jelenleg az egyes reaktív oxigén származékokra specifikus, a növényi minták speciális körülményeinek megfelelő (alacsony toxicitású, széles pH tartományban működő, sejtmembránokon könnyen áthatoló, stb.) további jelzők kifejlesztése mellett a módszer többféle stressz fiziológiai alkalmazásán is dolgoznak.



22. ábra: Reaktív oxigén jelzővel és paraquattal infiltrált dohány levél (A) fényképe, (B,C) fotoszintetikus aktivitása és (D,E) a reaktív oxigén (ROS) jelző fluoreszcenciája. A fényképen nyilak jelzik az infiltrálások helyét. A (B)–(E) ábrákon a fényképen szaggatott négyzettel jelzett területek különböző fluoreszcencia képei láthatók, az intenzitásnak megfelelő szürke-skálán színekódolva. A fekete területek a nagyon alacsony, a fehérhez közeli a magas fluoreszcenciát jelzik a képek mellett feltüntetett skálák szerint. A (B) és (D) képek megvilágítás előtt, a (C) és (E) képek 15 perc megvilágítás után készültek. Kísérleti körülmények: 2 mM reaktív oxigén jelző, $\pm 2 \mu\text{M}$ paraquat, vizes oldatban infiltrálva. Megvilágítás = $35 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PAR. A fluoreszcencia mérés Imaging-PAM készülékkel (Heinz Walz GmbH, Effeltrich, Németország) történt a következő gerjesztés/megfigyelés hullámhosszakkal: 480 nm/ 650 nm felett (klorofill fluoreszcencia), 365 nm/ 400–600 nm (ROS jelző).

Az agroökoszisztémák szerepének vizsgálata a vízháztartási szélsőségek mérséklésében és a szén-dioxid forgalom szabályozásában

Hazánk területének túlnyomó hányadát nem természetes vagy természetközeli, hanem tulajdonképpen "mesterséges", különböző mértékben szabályozott agroökoszisztémák (telepített erdő és gyepek, szántóföldi és kertészeti kultúrák, mesterséges vizes élőhelyek stb.) borítják. Ezen agroökoszisztémák sokoldalú ökológiai felmérésére, értékelésére eddig viszonylag kevés figyelem irányult, annak ellenére, hogy napjainkban egyre inkább felértékelődnek az agroökoszisztémák környezeti és közjóléti funkciói, mint pl. szerepük az esztétikus táj kialakításában, a szén-dioxid forgalom szabályozásában és a *vízháztartási szélsőségek mérséklésében*.

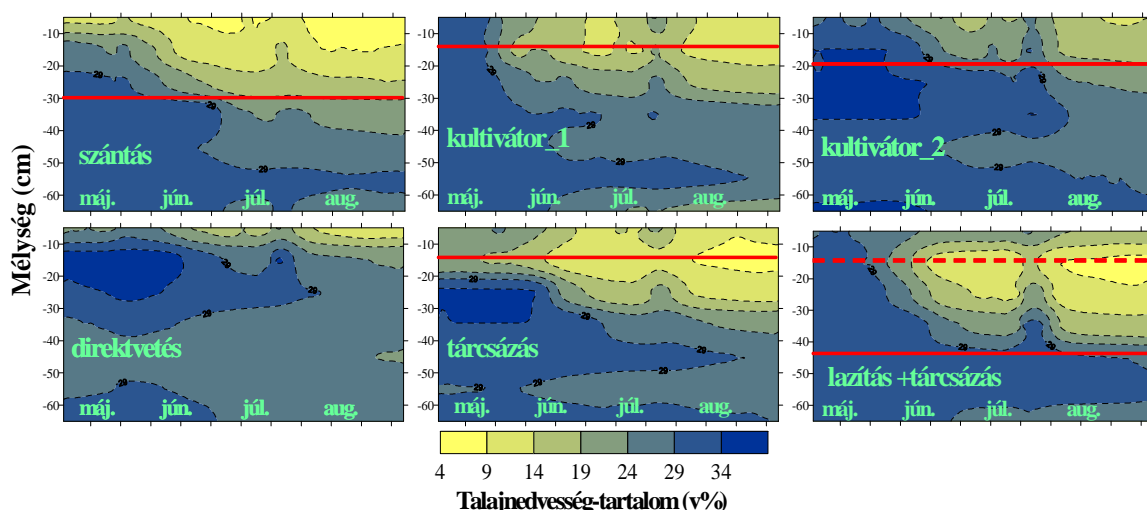
Az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet (TAKI) munkatársai évek óta kiemelten foglalkoznak az agroökoszisztémák káros környezeti hatások nélküli működésének talajtani szempontból történő tudományos megalapozásával. Az Intézet koordinálta azt a 2005-ben zárult „Agroökológia” elnevezésű NKFP kutatási programot, mely tíz intézmény kutatóinak bevonásával vizsgálta az agroökoszisztémák környezeti összefüggéseit és szabályozási lehetőségeit.

Az intézetben dolgozó kutatók külön figyelmet fordítanak a klimatológusok által prognosztizált klímaváltozás hatásainak elemzésére, és a lehetséges beavatkozási stratégiák kidolgozására. Vizsgálataikat, melyek a talaj hő-, víz- gáz- és anyagforgalmára valamint biológiai állapotára egyaránt kiterjednek, számos kutatási program (pl. VAHAVA, Klíma KKT (Jedlik Ányos), ADAM (EU FP6 stb.) keretében végzik. Fontos szempont a talajindikátorok tér- és időbeli változékonyságának figyelembe vétele, valamint mérési és modellezési eredményeik több léptékben történő értelmezése.

A talaj nedvességforgalmának vizsgálata különböző léptékben

Az MTA TAKI munkatársai a talaj nedvességforgalmára irányuló kutatásokat laboratóriumi körülmények között, tábla- és farmléptékben, továbbá kistérségi szinten végzik. A „Búzakalász” NKFP kutatási program keretében stresszdiagnosztikai rendszert dolgoztak ki, melyben klímaszobában, kontrollált *laboratóriumi* körülmények között mérik a talajvíz mérleg elemeit és vizsgálják eltérő búza genotípusok szárazságstressz-tűrő képességét. A kontrollált körülmények között végzett precíziós mérések lehetővé teszik az egyéb kutatásokban használt, a talaj nedvességforgalmát szimuláló matematikai modellek tesztelését és adaptációját.

A *tábla léptékű* vizsgálatok kisparcellás szabadföldi kísérletekre terjednek ki. A TAKI kutatói a SZIE gödöllői és józsefmajori talajművelési tartamkísérleteiben egy OTKA és egy Jedlik Ányos (Klíma KKT) kutatási téma keretében vizsgálják eltérő talajművelési rendszerek hatását a talaj szerkezetére, fizikai és kémiai tulajdonságaira, hő- víz- és gázforgalmára. A józsefmajori kísérletben komplex monitoring rendszert építettek ki, melyben hat eltérő talajművelési rendszerben folyamatosan mérik a talaj hőmérsékletét és nedvességtartalmát (23. ábra).

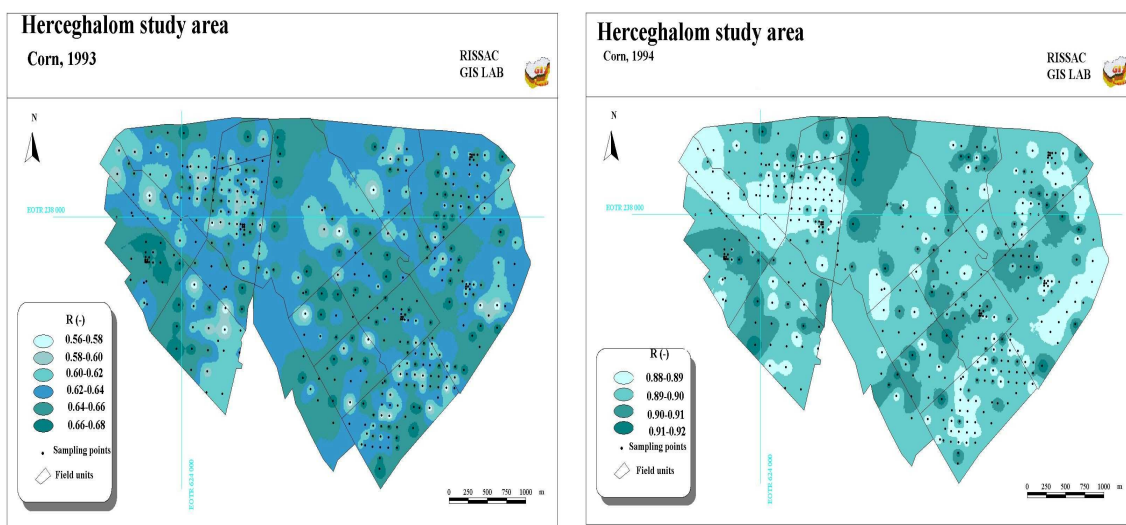


23. ábra: A talajnedvesség-tartalom alakulása térben és időben eltérő talajművelési rendszerekben. (Hatvan, 2003) A művelés mélységét piros vonallal jelölték.

Igazolták, hogy művelt talajok esetében a talajnedvesség-forgalom matematikai modellezésének fő korlátja az, hogy a jelenleg használt modellek nem veszik

figyelembe a talajhidrológiai függvények szezonális dinamikáját. Egy OTKA kutatási téma és egy szlovák–magyar EU Interreg projekt keretében kidolgozták a 4M (MTA TAKI) és a Global (Szlovák Tudományos Akadémia Hidrológiai Kutatóintézete) modellek új verzióját, melyek alkalmasak a talajhidrológiai függvények időbeli változékonyságának kezelésére. A modellek bemenő adatállományának előállítására céljából becslési eljárást dolgoztak ki a talajhidrológiai függvények szezonális dinamikájának térfogattömegben alapuló becslésére. Az új módszer hatékonyságát a talajművelési tartamkísérletek mérési eredményeiből összeállított talajfizikai adatbázison tesztelték az ún. Jack-knifing módszerrel. Az egész mintahalmazra vonatkoztatva a becsült víztartó-görbék 85%-a mutatott egyezést a mért víztartó-görbékkel. A matematikai modellek adaptációját követően lehetőség nyílt eltérő időjárási scenáriók talajnedvesség-forgalomra gyakorolt hatásának vizsgálatára. Az eredmények arra engednek következtetni, hogy a extrém időjárási jelenségek gyakoriságának növekedésével várhatóan megnő a szélsőséges vízháztartási helyzetek gyakorisága, tehát a talajok aszály- és belvízérzékenysége. A kutatás eredményi hozzájárulnak a fenntartható talajművelési rendszerek talajállapotról, a talaj hő- és vízforgalmára gyakorolt hatásának értékeléséhez valamint talajkímélő, a megváltozott körülmények káros hatását mérsékelni tudó talajművelési rendszerek fejlesztéséhez.

A talajtulajdonságok térbeli változékonyságának vizsgálata három eltérő léptéket ölel fel. A TAKI munkatársai a hatvani talajművelési tartamkísérletben *táblaléptékben*, Herceghalmon *farm-léptékben*, Apajon és a Bodrogeközben pedig *kistérségi szinten* tanulmányozták az eltérő talajművelési rendszerek (Hatvan) valamint az eltérő talajhasználat (Herceghalom, Apaj, Bodrogeköz) hatását a talajtulajdonságok területi eloszlására. Megvizsgálták a területi heterogenitás indirekt terepi módszerekkel történő meghatározásának lehetőségeit és korlátjait. Megállapították, hogy a talaj elektromos vezetőképességének detektálása egy gyors és hatékony módszer az eltérő művelési módok (azonos talajtípus de különböző művelési rendszerek, tábla-lépték), illetve az eltérő talajfoltok valamint talajhasználat (kistérségi szinten) elhatárolására. Emellett a mért értékek jól korrelálnak több talajparaméterrel is, ezért bizonyos feltételek mellett a módszer alkalmazható számos talajtulajdonság becslésére.



24. ábra: A kukorica szimulációs modellel becsült relatív vízfogyasztása (R) egy száraz (bal) és egy csapadékos (jobb) évben. R – a tényleges és a potenciális transzspiráció aránya

A herceghalmi mintaterületen geostatistikai módszerekkel vizsgálták a talajtulajdonságok területi inhomogenitását a mintaterületre (két OTKA kutatási program támogatásával) létrehozott finom felbontású térbeli talajtani adatbázis felhasználásával (24. ábra). Elvégezték a SWAP talajnedvesség-forgalmat szimuláló matematikai pontmodell területi kiterjesztését. Megállapították, hogy a talajvízmérleg elemei (elsősorban a talajfelszínről történő párolgás és a növényi vízfogyasztás) és a feltalaj hidrofizikai jellemzői közötti összefüggés száraz és csapadékos évben jelentősen eltér, ezért a tényleges transzspiráció területi eloszlása eltérő években nagyon különböző lehet.

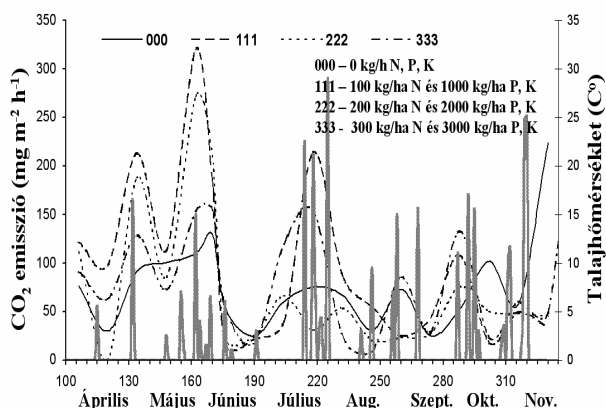
A talaj vízforgalmának *kistérségi szintű* jellemzését a Scenes (EU FP6) valamint két EU Interreg projekt támogatásával végzik az MTA TAKI GIS laboratóriumában feldolgozott és aktualizált ún. átnézetes, 1:25.000 méretarányú Kreybig-térképek felhasználásával. Finom felbontású térbeli talajfizikai adatbázist építettek ki a bodrogi víztározók talajtakarójának jellemzésére. Vizsgálták a talajtulajdonságok és a domborzati kategória közötti összefüggést, valamint az egyes ártéri szintekre jellemző talajvíz-forgalmat négy referencia-szelvényben. Jó egyezést találtak a mért talajtulajdonságok és a vizsgált szelvény tengerszint feletti magassága között. Megállapították, hogy a négy jellemző ártéri szint talajnedvesség-forgalma jelentősen eltér. A Kreybig-térképek reambulációjára, a laboratóriumi és terepi mérések, terepbejárások eredményeire épülő talajtani térbeli adatbázis valamint a mért talajnedvesség-dinamikák megfelelő alapot szolgáltatnak a fenntartható, a térség adottságaihoz igazodó tájhasználati rendszerek kialakításához. A fenti eredmények megfelelő talajtani háttérrel biztosítanak a BME modellező csoportja számára a VTT keretében létrehozandó ártéri tározókban létrejövő vízmozgás modellezéséhez.

A talaj CO₂-forgalmának vizsgálata különböző léptékben

A talaj CO₂ emissziójának és szénforgalmának vizsgálatát laboratóriumi és terepi körülmények között végzik egy GVOP és egy Jedlik Ányos kutatási projekt támogatásával. Havonta két alkalommal mérik a talaj szén-dioxid emisszióját három mintaterületen (a nagyhorcsöki műtrágyázási tartamkísérlet hat, a hatvani talajművelési tartamkísérlet három kezelésében és egy váci gyümölcsösben). Vizsgálják az eltérő talajművelési rendszerek és a különböző műtrágyázási stratégiák hatását a talaj szervesanyag-forgalmára és CO₂ emissziójára. Az adatok értelmezése és kiterjeszhetősége érdekében mérik a talaj nedvességtartalmát, hőmérsékletét, táp- és szervesanyag-tartalmát. A nagyobb bolygatással járó, mélyebb talajrétegeket is elérő művelési eljárásokban általában nagyobb CO₂ fluxust mértek. Ez alól kivételt képezett a direktvetéses kezelés, melyben néhány mérési időpontban kiugróan magas volt az emisszió értéke. Feltételezhető, hogy a kevésbé bolygatott talajban nagyobb volt a biológiai aktivitás, ezért a respiráció révén megnőtt a talaj CO₂ kibocsátása.

Orosz-magyar TÉT együttműködés keretében egy hazai viszonylatban új, a talaj szén-dioxid emissziójának meghatározására szolgáló *laboratóriumi* módszert adaptáltak és fejlesztettek tovább. A mérésekhez eredeti szerkezetű, bolygatatlan mintákat használnak. Az inkubálást klímaszobában, azonos nedvességpotenciálnak megfelelő talajnedvesség-állapot mellett végzik. A gázminták CO₂ koncentrációját gázkromatográffal mérik. A módszer segítségével megállapítható a talaj szén-dioxid kibocsátása és hőmérséklete illetve nedvességtartalma közötti összefüggés. Az

együttműködés keretében lehetőség nyílt a talajminták NO_2 emissziójának meghatározására is. Az eredmények értékelése során megállapították, hogy a talaj térfogattömegének 25%-os növekedésével több, mint duplájára nőtt a szántásos kezeléssel vett talajminták NO_2 emissziója. Ez arra enged következtetni, hogy a helytelen művelés következtében fellépő talajtömörödés (pl. eke- vagy tárcsatalp) növelheti az üvegházhatású gázok emisszióját a mezőgazdasági termelésbe bevont talajokból (25. ábra).



25. ábra: Levegőminta-vétel a laboratóriumi inkubáció során (bal). A CO_2 emisszió szezonális dinamikája nagyhorcsói NPK műtrágyázási kísérletben (N – CaNH_4NO_3 ; P – P_2O_5 ; – K_2O) (jobb).

Az új módszer elősegíti a terepi körülmények között mért CO_2 értékek verifikálását, az eltérő talajhasználati rendszerek szénmegkötő-képességének értékelését. Alkalmazásával lehetőség nyílik a pontszerű mérések területi kiterjesztésére és a mezőgazdasági hasznosítás alá vont területek CO_2 emissziójának számszerűsítésére.

Nehézfém-stabilizációs eljárás hatásainak vizsgálata laboratóriumi modellkísérletben

Nehézfémekkel szennyezett talajok esetén a többi környezeti elem elérési kockázatának és a tápláléklánc terhelésének csökkentésére sokszor az egyetlen megvalósítható út a nehézfémek nehezen felvehető, kötött formában való stabilizációja, a talajoldatba kerülésük veszélyének csökkentése (immobilizáció). A kémiai stabilizálás során adalékanyagokat adva a talajhoz a különféle kémiai reakciók (pH eltolás, redukzív körülmények biztosítása, adszorpció, ioncsere, abszorpció stb.) eredményeként geokémiailag stabil ásványi fázisok jönnek létre. A kémiai stabilizációs technológiák alkalmazhatók *in situ* is: ez esetben általában agrokémiai eljárásokkal (mélyszántás, boronálás stb.) juttatják a talajba az adalékanyagokat. Az egyes kémiai stabilizálószerke (foszfáttartalmú ércek, oldható foszfátsók, pernye, lignit, alginit, mészhidrát, ivóvíztisztítási vas-mangán-hidroxid-csapadék, vörösiszap stb.) különbözhetnek egymástól hatásmechanizmusukban, hatékonyságukban és a talaj egyéb tulajdonságaira, köztük a talajéletre gyakorolt hatásukban is.

A lignit a biomassza bomlása során, redukzív körülmények között kialakuló, 65–70% szenet tartalmazó szervesanyag. Szén és humusztartalmából eredően elsősorban szorpcióval vagy komplexképződéssel történő immobilizálásra képes. Már évtizedekkel

ezelőtt történtek agrokémiai vizsgálatok a bányászott lignit tisztításakor kapott alacsony kalóriatartalmú frakció talajjavításra való felhasználását célozva. A gyöngyösvisontai lignitnek, mint kémiai stabilizálószernek nehézfém-megkötő képességéről viszonylag kevés adat áll rendelkezésre. Ezért a Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet kutatói arra kerestek választ, hogy lignit és nehézfémek együttes hatásai esetén hogyan alakulnak a talaj mobilis nehézfém-frakciói, valamint a mikrobióta állapotát tükröző paraméterek. Ehhez – multifaktoriális ortogonális kísérleti terv alapján – laboratóriumi modellkísérletet állítottak be. A célkitűzések között szerepelt olyan, a talaj mikrobiális életét jellemző mutatók keresése, melyek érzékeny indikátorokként alkalmasak a szennyező nehézfémek hatásának, valamint a mobilitásviszonyaikban történt változásoknak a kimutatására.

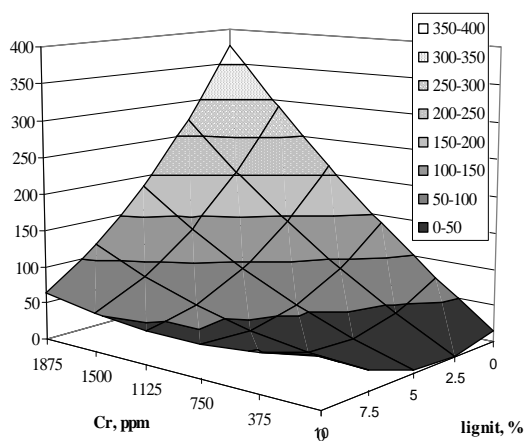
A kísérlet tervezése és eredményeinek értékelése a DISITOBİ-modell alapján történt. E modellrendszer alapja az a megfigyelés, hogy több hatás esetén a legtöbb modellezett agrokémiai és talajbiológiai jelenség lineáris-, párkölcsön-, kvadrátikus hatások által meghatározottnak bizonyult. A modell szerint a vizsgált függő változó (mért talajkémiai, talajbiológiai jellemző) viselkedése a kísérletben beállított faktoroktól függ, esetünkben a három nehézfém és a lignit koncentrációjától. A komplex talaj-inkubációs kísérleti rendszerben lehetőség nyílt az országban pontszerű és diffúz szennyeződésként jellemzően előforduló, széles koncentráció-tartományban alkalmazott három nehézfém (króm, cink, ólom) megkötődésének vizsgálatára az ugyancsak változóan adagolt ligniten.

A nehézfém-szennyezések és a lignites kémiai stabilizáció talajkémiai és talajbiológiai hatásai több esetben a DISITOBİ-moddellel leírhatónak bizonyultak. Talaj-inkubációs kísérleteikben a lignit leginkább a króm megkötődését növelte, az ólom esetében csak a vizes kivonatban volt igazolható a mobilitáscsökkenés, míg a cinkre nem gyakorolt szignifikáns stabilizáló hatást. A lignit hatása a króm esetében három kivonatban (köztük a növényi gyökerek felvételét legjobban modellező Lakanen-Erviö kivonatban) lineáris és króm-lignit párkölcsönhatásban is szignifikáns volt. A króm hatott az ólom és a cink kivonhatóságára is. A lignit stabilizáló-képességét a talaj kémhatása erősen befolyásolta, különösen a króm esetében.

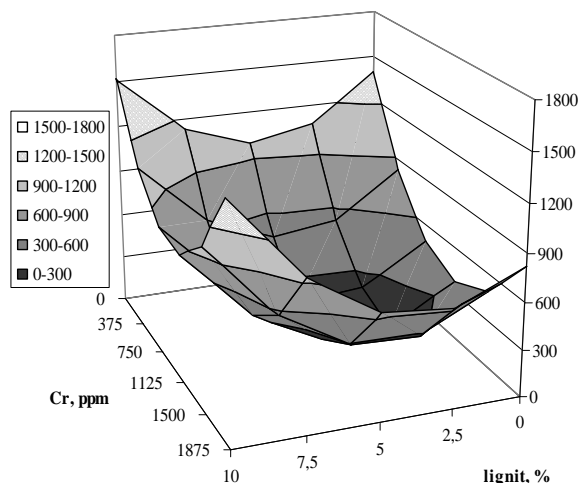
A talaj-mikrobióta állapotát indikációs módszerekkel: kloroform-fumigációs extrakcióval, a mikrobióta foszfolipid-zsírsavainak, észteráz-, dehidrogenáz- és szacharáz-enzimaktivitásainak analízisével követték. A nehézfémek mobilis frakciói által a mikrobiális közösségek méretében és anyagcsere-intenzitásában okozott változások csökkenő sorrendben alkalmas mutatóknak bizonyultak: a talaj foszfolipid-zsírsav-összetétele és szacharáz-enzimaktivitása; a mikrobiális biomassza nagyságát és általános anyagcsere-aktivitását mutató fumigációs és észteráz-aktivitási (FDA) értékek.

A foszfolipid-zsírsav-spektrumok 48 változóra elvégzett statisztikai elemzése nyomán 11 zsírsavat és 4 zsírsav-csoportot találtak, melyek specifikus illetve általános módon jó indikátorai az egyes nehézfémek talajszennyező hatásának. A kezelésekkel elsősorban az elágazó láncú zsírsavak mutattak a modell szerinti összefüggést: esetükben különösen erősen mutatkozott a króm toxikus hatása. E zsírsavak a Gram-pozitívokra, ezen belül a nehézfém-érzékenyként ismert Actinobacteria (sugárgombák) csoportra jellemzőek. E mikróbák jellemzően a nehezen hozzáférhető, összetett bontó

enzimkészletet igénylő makromolekulákat hasznosítva jutnak szén- és energiaforráshoz. Ennek megfelelően a lignit négyzetes összefüggésben növelte mennyiségüket. Az elágazó láncúknál, valamint a 16:1 c9 zsírsav esetében jól látszott a lignitnek a króm toxicitását csökkentő hatása: utóbbi esetben amellett, hogy a lignit önmagában (nehézfémek hozzáadása nélkül) gátló hatásúnak mutatkozott. Egyes páratlan szénatomszámú, normál láncú zsírsavak az elágazóakkal fordított hatásgörbe-mintázatot mutattak (pl. 17:0): ennek oka az elágazó láncú zsírsavakkal képviselt Gram-pozitívok visszaszorulása következtében csökkenő versengés lehet. A lignit talajéletre gyakorolt összehatásában több esetben jelentős volt a lignit-króm párkölcsönhatás. Megfigyelhetők voltak fém–fém kombinált hatások is. A foszfolipid-zsírsav-analízis eredményei alapján a lignit jelenlétében a nehézfémek nem csak nehezebben felvehetőek a növények számára, de a talajéletre gyakorolt toxikus hatásuk is kisebb. A munkához támogatást biztosítottak: az OTKA (Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok), a Gazdasági Versenyképesség Operatív Program, valamint a Nemzeti Kutatás-Fejlesztési Program pályázataival.



26. ábra: Króm (ppm) Lakanen-Erviö-kivonatban, a bemért króm (III) és lignit függvényében.



27. ábrára: Az elágazó láncú 17:0 anteiso zsírsav mennyisége (nmol / kg talaj) a bemért Cr és lignit függvényében

II. MATEMATIKA ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYOK

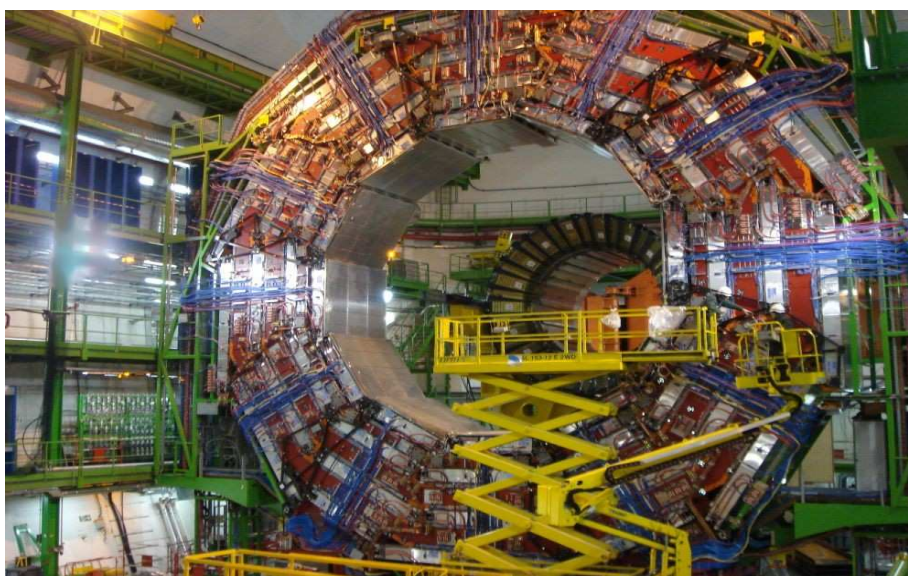
Atomfizikai kutatások és gyakorlati alkalmazásuk

A CMS müondetektorainak helyzete

A CERN Nagy Hadronütköztető nevű (LHC) gyorsítója, amely az elemi részecskék vizsgálatának minden eddiginél hatásosabb eszköze lesz, a tervek szerint 2007-ben kezdi meg működését. A gyorsítóval egy időben négy nagy detektorrendszer (ATLAS, CMS, ALICE, LHCb) építése is folyamatban van. A kompakt müonszolenoid nevű (CMS) rendszer építésében az *MTA Atommagkutató Intézet (ATOMKI)* kutatói is részt vesznek. Az egymásnak lőtt protonok ütközésében keletkező részecskék pályáját a detektorok adatai alapján számítógéppel rekonstruálják. Ehhez a CMS müondetektorainak a helyzetét nagyon pontosan kell ismerni. A rendszer óriási méretei és 12500 tonnás tömege miatt ez bonyolult feladat. A rendszer helyzete kissé folyton változhat, főként a hatalmas mágneses terek keltette feszültségek miatt, így a helyzetmeghatározásnak folyamatosnak kell lennie. A Debrecenben folyó műszerfejlesztés eredményeként a detektorok helyzetét 20 mikrométer pontossággal lehet mérni.

A CMS „hordó” részének 250 müondetektora 5 nagy gyűrűn helyezkedik el. A 28. ábrán ezen gyűrűk egyike látható készen. Egy ilyen gyűrűn 50 müondetektor van, az egyes detektoroknak mind a négy sarkán 10–10 db LED fényforrással. Az összes detektoron elhelyezett 10000 LED vezérlését egy intelligens hálózat látja el. A fényforrásokat érzékelő 700 db videokamera jelét pedig 36 db számítógép dolgozza fel, majd a képanalízis eredményét – azaz a müondetektorok térbeli koordinátáit – a CMS vezérlő és adatgyűjtő rendszeréhez továbbítja.

A debreceni csoport által az elmúlt hat évben kifejlesztett rendszer telepítése 2006-ban sikeresen megtörtént. A CMS mágnesének 4 tesla erősségű gerjesztésével megvalósított teszt során a berendezés kifogástalanul működött, így engedélyt adtak rá, hogy végleges helyére, a gyorsító alagútjába helyezték.



28. ábra: A CMS müondetektorait tartalmazó egyik gyűrű

Kvantumszíndinamikai második sugárzási korrekciók számítása

Az LHC gyorsítón proton-proton ütközések végállapotait fogják tanulmányozni. Ezekben a folyamatokban az alapvető erők közül a magerőként is ismert erős kölcsönhatás fogja a legfontosabb szerepet játszani. Az ilyen ütközési folyamatok matematikai modellezésének nyelve a perturbatív kvantumszíndinamika (QCD). Ez lassan konvergáló korrekciós lépésekből áll. Elengedhetetlen legalább az első (NLO), de számos folyamat esetében a második (NNLO) (sugárzási) korrekciók kiszámítása is. Az első korrekciók elmélete jól ismert, de a második korrekciókat eddig csak néhány különlegesen egyszerű kinematikájú folyamatra sikerült kiszámítani.

Az ATOMKI kutatói jelentős elméleti eredményeket értek el a második QCD sugárzási korrekciók számítására alkalmas általános módszer kidolgozásában. E korrekciók különböző kinematikájú folyamatokat vesznek figyelembe, amelyek során részecskék vagy ténylegesen kilépnek, vagy egy „hurkot” leírva, el is nyelődnek. A második korrekciók háromféle folyamatból tevődnek össze: egy kéthurok-járulékból (VV), az egy hurkot leíró és egy valódi részecske kibocsátásával járó (RV) és két valódi részecske kibocsátásával járó (RR) folyamatból. Mindhárom járulék önmagában végtelen, de az összegük véges. Sikerült mégis kidolgozniuk egy számítási módszert, amely az ütközési eseményeknek egy széles osztályára megadja e véges összeget.

A 20-as mágikusság eltűnése neutrongazdag atommagokban

Az atommagok energiája a protonok vagy neutronok számának függvényében hirtelen változásokat mutat. A múlt század derekán ennek a ténynek az alapján alkották meg az atommagok elméletének egyik fontos pillérét, a héjmodellt. Azokat a számokat, amelyeknél a hirtelen változások bekövetkeznek – ilyen például a 20-as proton- és neutrons szám – mágikus számoknak nevezték el. A héjmodell fogalmai szerint ezek a héjlezárodások helyei.

Már a '80-as években felmerült, hogy a neutronokhoz képest nagyon kevés protont tartalmazó magokban a héjmodell-átlagtér alakjának változása következtében a szokásos mágikus neutrons számokhoz tartozó héjzáródások megszűnhetnek. Az ilyen magok azonban igen bomlékonyak, ezért nehéz előállítani őket. Ma már azonban mesterségesen létrehozott magok is gyorsíthatók, és ilyen lövedékekkel erősen protonhiányos magok is előállíthatók.

Az ATOMKI kutatói Japánban a RIKEN intézet nehézion-laboratóriumában mesterséges ^{28}Ne ionnyalábokkal folyékony hidrogén céltárgyat bombáztak, és a ^{27}Ne és a ^{28}Ne magoknak az ütközés során keletkező állapotait tanulmányozták. Megmérték a ^{28}Ne kvadrupólus gerjesztési valószínűségét, és azonosították a ^{27}Ne két gerjesztett állapotát. Ezek a kísérleti eredmények olyan elmélet keretei között értelmezhetők, melyben a 20-as neutronszámnál nincs héjköz, tehát a 20 nem mágikus szám.

Kvantummechanikai rendszerek fázisátmenetei és a fázisokat jellemző szimmetriák

Kvantummechanikai rendszerek fázisátmeneteit és a fázisokat jellemző szimmetriák viselkedését is tanulmányozták az ATOMKI-ban. Olyan modelleket vizsgáltak, amelyek

véges részecskeszám (szabadsági fok) esetében numerikusan oldhatók meg, de létezik analitikusan megoldható határesetük is nagy részecskeszámmra, vagyis (közel) végtelen szabadsági fokra. Azt is megvizsgálták, hogy a fázisátmenetek és a fázisokat jellemző szimmetriák természete függ-e a Pauli-elv tekintetbevételétől.

Az eredmények azt mutatják, hogy a végtelen szabadsági fokú rendszereket jellemző fázisátmenetnek a véges rendszerekben is marad nyoma (kisimítva). A fázist meghatározó dinamikai szimmetria pedig, dacolva a szimmetriasértő kölcsönhatás romboló voltával, „kvázidinamikai szimmetria” formájában érvényes marad egészen a kritikus pontig, sőt néha még azon túl is. A következtetéseket nem befolyásolta a Pauli-elv fellépése.

Felületek által megkötött hidrogén elektronspektroszkópiai kimutatása

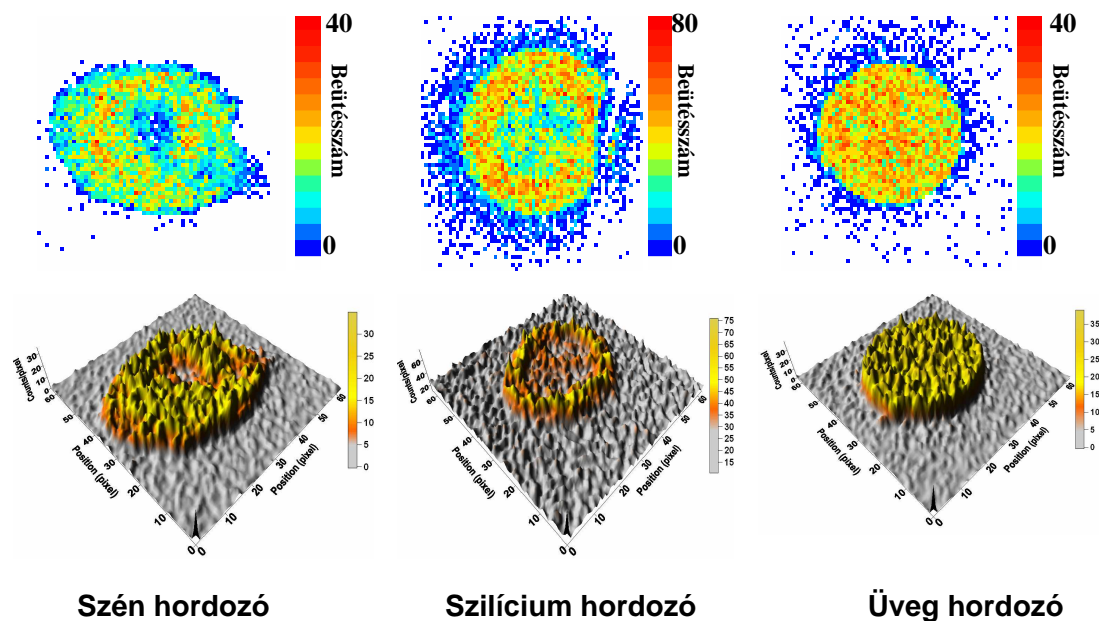
Az ATOMKI kutatóinak sikerült felületek által megkötött hidrogént elektronspektroszkópiai úton kimutatni. Ez a felületvizsgálati módszer a jövő járműipara számára lehet hasznos, mert a hidrogén üzemanyagot valószínűleg szilárd közegben lehet legbiztonságosabban tárolni.

Korrózióvédelem atomerőműben

Az ATOMKI munkatársai egy nagy munkacsoportban már évek óta monitorozzák a Paksi Atomerőmű szerkezeti elemeinek állapotát a szennyeződés meghatározása, a megtisztítás és a kémiai passzív réteg megóvásának érdekében. Munkájuk első összefoglalóját a csoport 2006-ban tette közzé. A szerkezeti anyagok korróziós állapotáról megállapították, hogy a korábban alkalmazott dekontaminációs eljárás a felületi passzív rétegeket megrongálta, és ez csökkentette a korrózióállóságot. Folyamatosan dolgoznak a korrózióvédelem, tehát az erőmű élettartama szempontjából is optimális dekontaminációs technika kifejlesztésén. Az ATOMKI a felületi rétegek kémiai állapotának feltárásával és a felület minőségét befolyásoló események utólagos azonosításával járul hozzá a közös program sikeréhez.

Cu mintázatok direkt írása tintasugaras technológiával

Részecskegyorsító segítségével végzett elemvizsgálással vettek részt az ATOMKI kutatói abban a nemzetközi együttműködésben, amelynek célja Cu mintázatok létrehozása és vizsgálata volt. A Cu mintázatok C, Si és SiO₂ hordozón való létrehozására sikerrel alkalmaztak Cu(I) komplex festékvegyületeket tintasugaras nyomtatási technológiára alapozott eljárásban. Ennek a direkt írásos módszernek a mikroelektronikában, pl. nyomtatott áramkörök előállításában/javításában lehet jelentősége. Kimutatták, hogy a filmek Cu-dúsak, így vezetőképességük jó, ugyanakkor a mintázatoknak elmosódott udvaruk van, ami rövidzárlatot okozhat (29. ábra). Meghatározták a mintázatok morfológiáját és az összetevő elemek mélységi eloszlását. Mindezekre alapozva modellt alkottak a filmképződés mechanizmusára. Így a direkt írás paraméterei a létrehozott mintázat minősége érdekében optimalizálhatók.



29. ábra: Tintasugaras nyomtatási eljárással leválasztott Cu mintázatok nagy laterális feloldású mikro-RBS módszerrel meghatározott elemterképei. A 2D ábrákon (fent) jól látható az alak szerinti definiáltság foka, míg a 3D ábrák (lent) a mintázatok szerkezetét emelik ki.

A Kárpát-Pannon régió vulkanizmusának kronológiája

Az ATOMKI geokronológiai laboratóriumában több éve folyik a Kárpát-medencének és környékének földtörténeti kutatása. Többoldalú folyamatos nemzetközi együttműködés keretében végzett vizsgálatok eredményeként 2006-ban összefoglaló munka készült a Kárpát-Pannon régió vulkanizmusának kronológiájáról. Ebben a munkában mintegy húszmillió év alatt lezajlott vulkáni tevékenység tér-időbeli rekonstruálása található.

Környezetellenőrzés a Paksi Atomerőműnél

Az ATOMKI a Paksi Atomerőmű trícium- és radiokarbonkibocsátását egy évtizede monitorozza. A 2006-ban készített összegzés megállapítja, hogy az erőmű 2 km-es körzetében a légkör radiokarbonaktivitása a természetes szintnél átlagosan 2–4%-kal magasabb. Az erőművi járulék 3 km távolságban már gyakorlatilag nem mutatható ki. A mérési sorozat a légköri szén-dioxid eredetéről is információt nyújt, s ebben a tekintetben Kelet-Közép-Európában egyedülálló. A levegő tríciumtól származó aktivitása a kimutathatósági határon van. A vízpára átlagos trícium-koncentrációja másfél-kétszerese a Debrecenben hullott csapadékénak.

A Kárpát-medence régióinak és településcsoportjainak vizsgálata

A MTA Földrajztudományi Kutatóintézet (FKI) kutatói a SOWAP projekt keretében mintaterületeken végzett vizsgálataikkal bebizonyították, hogy a talajkímélő művelési módoknak a talajerózióra gyakorolt hatása számos vonatkozásban sokkal kedvezőbb,

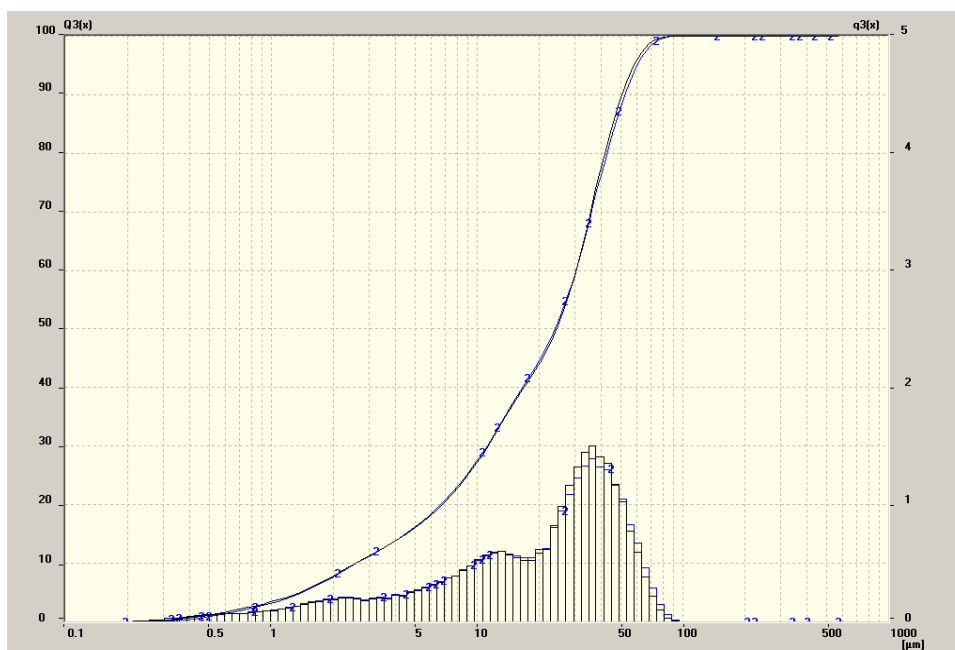
mint a hagyományos művelésé. Ezt bizonyítják az alacsonyabb fajlagos talajveszteségi és lefolyásértékek, a talaj magasabb nitrogén-koncentrációja, a talajok felső rétegének jobb tápanyag-ellátottsága, a magasabb humusztartalom, valamint a talaj termőrétegének és felszínének egyaránt gazdagabb élővilága. A talajkímélő művelési módok hatásainak mélyebb megismerése segíti a talajvédelem hatékonyságának növelését.

A BORASSUS-projekt során modellterületen bizonyították a juta alapanyagú geotextíliák védő szerepét a talajt az erős csapadékesemény hatására bekövetkező lepusztulástól (30. ábra). Kimutatták, hogy a geotextília borítás nincs káros hatással a talajok szemcse-összetételének alakulására, és ez a borítás nagyobb lefolyást eredményez az erózióknak kitett lejtőkön anélkül, hogy komoly talajlehordás következne be (31. ábra). Megállapították, hogy a talajvédelem ezen újabb módszere hozzájárul a tájdegradációs folyamatok fékezéséhez, aminek káros hatásai tovább erősödhetnek a szélsőséges csapadékesemények gyakoribbá válásával a gyér növényzet csekély ellenálló képessége miatt. Az új típusú környezetkímélő hatású talajvédelmi eszköz elterjedéséhez szükség van a helyi társadalmak hagyományos talajvédelmi gyakorlatának átalakítására. A kutatás a környezetkímélő mezőgazdálkodási gyakorlat tudományos megalapozását szolgálja, a talajok hosszú távú megővésével biztosítva a tápanyag megőrzését.



30. ábra: Geotextíliával fedett parcella kordonos szőlőben

NKFP projekt keretében a Kárpát-medence régióinak és településcsoportjainak vizsgálata során kimutatták azokat az okokat, amelyek a makrorégióban a 20. század végétől a felerősödő térbeli mobilitásban, valamint a nemzeti, különösen a magyar kisebbségek fokozatos beolvadásában öltöttek testet. Bizonyították a nemzetközivé váló munkaerőpiac pozitív gazdasági hatásait (jövedelemnövekedés, javuló életszínvonal), illetve negatív regionális és társadalmi következményeit (közösségek szétesése, családi



31. ábra: Gyümölcsösben kialakított, geotextíliával fedett és fedetlen parcellákról lehordott talaj szemcseméret eloszlása (2006. augusztus 10., 29.4mm csapadék). A görbék olyan közel futnak egymáshoz, hogy alig lehet különbséget tenni köztük.

kapcsolatok lazulása, a roma népesség fokozatos térnyerése). Mindez jelentősen eltér a Nyugat-Európában tapasztalható regionális trendektől és sajátos fejlődési pályára tereli a régió országait. A kutatás elősegíti a migráció és az etnikai folyamatok változó természetének megértését a kelet-közép-európai társadalmi és gazdasági átalakulási folyamatokban. A kutatási eredmény a felsőoktatásban (népességföldrajzi tananyag) is jól hasznosítható.

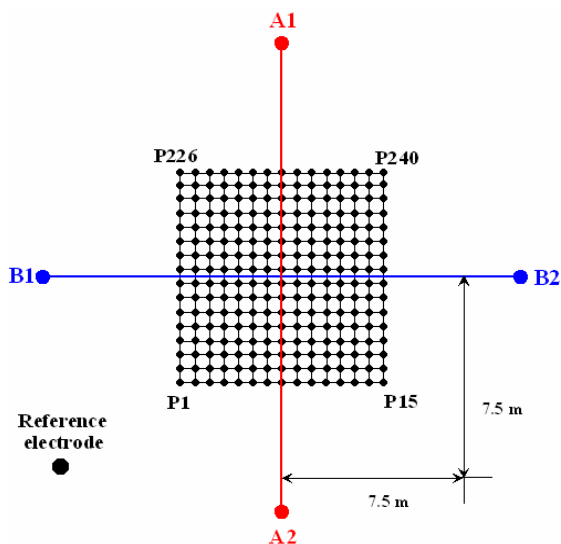
A Magyarország turizmusföldrajza” program keretében kidolgozták a falusi turizmus fejlesztésének földrajzi feltételrendszerét. Az eredményeknek hosszú távú vidékfejlesztő hatása van. Kiemelték az idegenforgalmi vonzó tényezőket és az aktív turizmust illetően az elmaradott, országhatár menti régiók kihasználatlan tartalékait a keleti határrégiókban. Ellenpéldaként állították szembe a térségek turizmusfejlesztési problémáit az osztrák-magyar határmenti prosperitást mutató példáival. A kutatás egyaránt segíti a hátrányos turisztikai helyzetű kistérségek idegenforgalmi vonzerejének növelését, a turizmusföldrajz felsőfokú oktatását, és az idegenforgalmi szakemberképzés színvonalának emelését.

Geodéziai és geofizikai kutatások eredményeinek alkalmazása

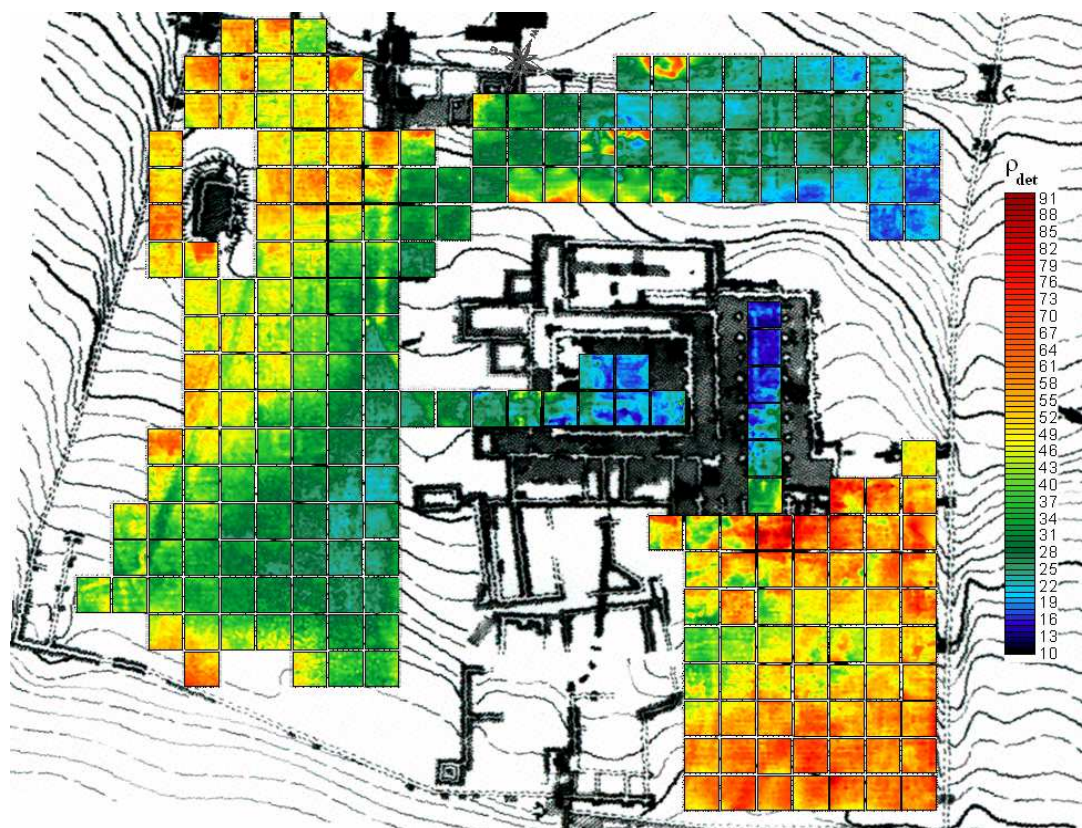
Tenzoriális geoelektromos térképezés a régészetben

Egy kisvállalkozással közösen, egy másik akadémiai intézet (MTA Régészeti Intézet) megbízásából egy új geofizikai térképezési eljárást dolgoztak ki a soproni *Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézetben*, amelyet a gyakorlatban a pilisszentkereszti ciszterci

apátság romjai körül próbálták ki. A 32. ábrán az A és B pontok (egymástól 15 m-re) árambetáplálási helyeket jelölnek, a rácshálózat pontjai pedig a mérőelektrodák elhelyezkedését mutatják. Két eltérő irányú árambetáplálás esetén az adatszám éppen elegendő ahhoz, hogy minden egyes mérési pontban meghatározhassák egy 2x2-es méretű fajlagos ellenállás-tenzornak mind a négy elemét.



A 32. ábrán bemutatott elemi térképekből összesen 239-et mértek, azaz 239*210 fajlagos ellenállás-tenzort határoztak meg. Három, egymástól független invariáns-jellemzőt vezettek le, amelyek közül a gyakorlatban az ún. egydimenziós fajlagos ellenállás-bebecslés vált be.

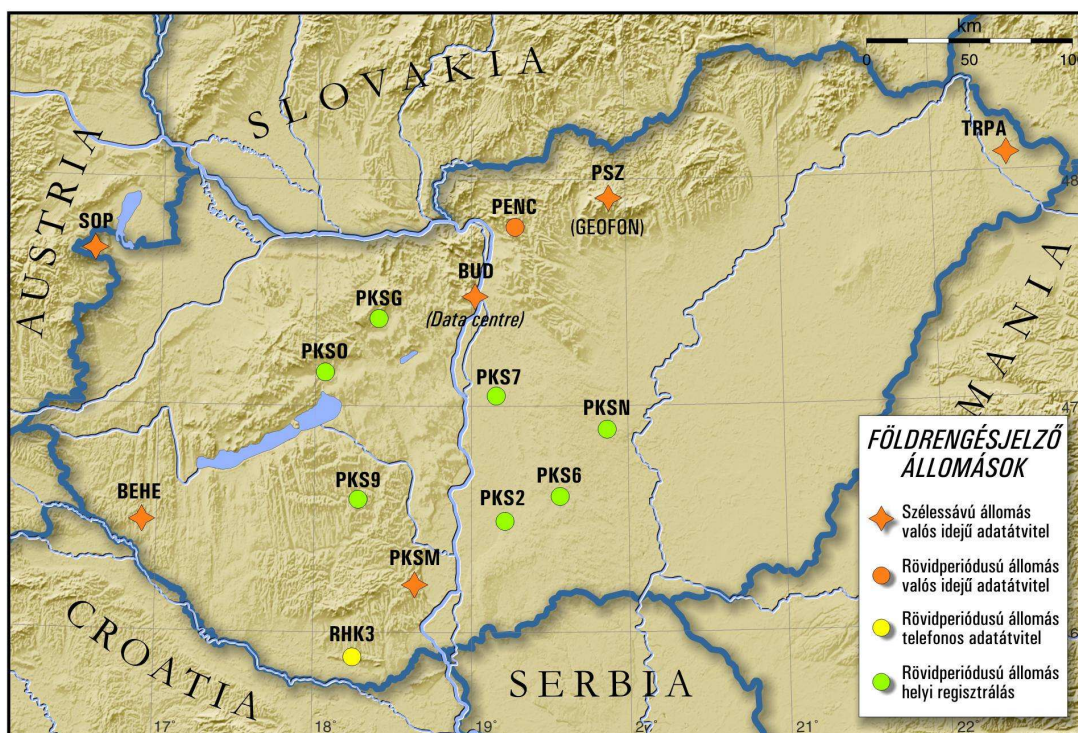


33. ábra: A látszólagos fajlagos ellenállás területi eloszlása – logaritmikus szintvonalazású színskálában. A képen több, a felszínen egyáltalán nem látható egykori létesítmény maradványainak alaprajza azonosítható.

A magyarországi szeizmológiai állomáshálózat fejlődése az utóbbi években

Magyarországon a rendszeres műszeres szeizmológiai megfigyelések a 20. század elején kezdődtek. A század első évtizedének végére – elsősorban Kövesligethy Radó munkásságának köszönhetően – kialakult egy országos földrengés-megfigyelő állomáshálózat. Azóta e hálózat többször módosult, különféle (politikai, pénzügyi, koncepcionális) okok miatt átalakult.

Az utóbbi 15 évben a magyarországi állomáshálózat fejlődése ugrásszerűen felgyorsult. 1992-ben a Németországi Szövetségi Köztársaság ajándékképpen került telepítésre első digitális szélessávú szeizmométerünk Piskésetőn. Ebben az időben ugyancsak a MTA Geodéziai és Geofizikai Intézet (GGKI) két rövidperiódusú digitális állomást is létesített. A fejlődés következő fontos állomását jelentette a Paksi Atomerőmű Földrengés biztonsági projektjének keretében létrehozott Mikroszeizmikus Megfigyelő Hálózat, amely mintegy 10 rövidperiódusú digitális állomásból állt.

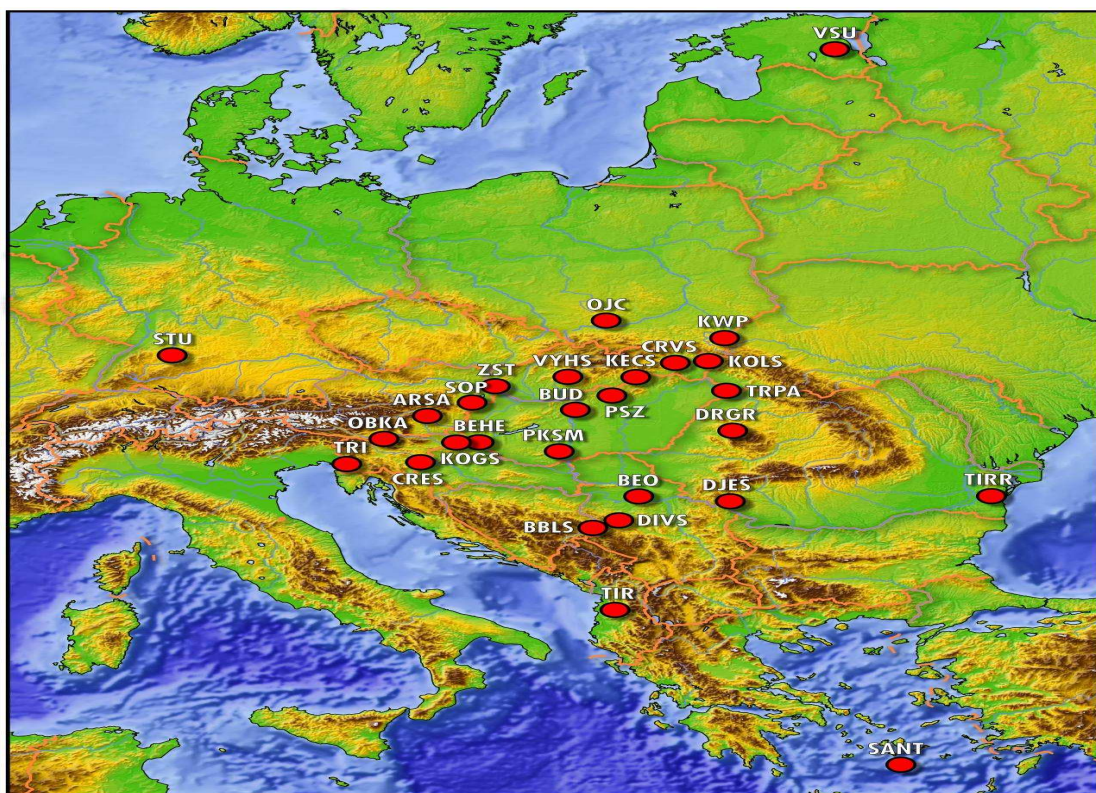


34. ábra: A magyarországi állomáshálózat 2006-ban

A legutóbbi fejlődési szakasz 2002-ben kezdődött, amikor a GGKI Földrengésjelző Observatóriuma megkezdte a valós idejű (on-line) adatátvitellel működő szélessávú (broad-band, BB) observatóriumi állomáshálózat létrehozását. 2006 végéig öt ilyen állomás létesült. Így, az 1992 óta működő piskésetői állomással együtt hat korszerű, a magas szintű nemzetközi tudományos együttműködést és adatcserét biztosító országos hálózat jött létre. Jelenleg a Paksi Atomerőmű Mikroszeizmikus Megfigyelő Hálózat rövidperiódusú állomásaival együtt, melyeket a GeoRisk Kft. üzemeltet, Magyarországon 15 digitális földrengésjelző állomás működik, melyek közül kilenc on-line kapcsolatban áll a Budapesti Földrengésjelző Observatóriumban lévő adatközponttal (34. ábra).

A szélessávú állomások esetében az adatok szokásos késése az adatközpontban a valós időhöz mérve kevesebb, mint 10 másodperc. A rövidperiódusú állomásokon az alkalmazott konfiguráció eltér a szélessávú állomásokétól, ebből adódóan az adatok késése valamivel nagyobb: 10–30 perces. Az RHK3 állomás esetén ez az időtartam még nagyobb, mivel itt az átvitel telefonon keresztül történik.

A valós idejű adatátvitel és az azonos adatátviteli protokoll (SeedLink) Európa-szerte elterjedt használata új lehetőségeket nyitott a szeizmológiai obszervatóriumi gyakorlatban. Egy nemzeti adatközpont egyszerűen kibővítheti állomáshálózatát külföldi állomásokkal – természetesen a megfelelő intézmények közötti két- vagy többoldalú megállapodás alapján. Így – hasonlóan más nemzeti és nemzetközi adatközpontokhoz – mi is kialakítottuk az ún. „virtuális” állomáshálózatunkat (35. ábra), melynek segítségével a saját országos hálózatunkat kibővítettük más – elsősorban szomszédos – országok állomásaival.



35. ábra: A magyar adatközpont virtuális hálózata

A külföldi állomások adatainak felhasználásával a földrengések paraméterei még pontosabban, megbízhatóbban számíthatók ki. De ezen kívül a nagyszámú állomás adatahoz való valós idejű hozzáférés lehetővé tette, hogy elindítsák automatikus földrengésjelző rendszerüket. Ez a rendszer automatikusan képes felismerni a földrengést, és annak paramétereit néhány percen belül ki is számítja. Az eredményeket – amelyeket honlapjukon folyamatosan közzétesznek – kritikával kell fogadni, esetenként pontatlanságok is előfordulhatnak.

Az utóbbi években tehát a magyarországi földrengés-megfigyelő állomáshálózat rohamos fejlődésének lehettünk tanúi. Áttértünk az analóg rendszerekről a digitális technikára, azon belül az eseményregisztrálásra a folyamatos regisztrálásra. A szélessávú állomások száma az elmúlt 4 évben egyről hatra nőtt. Egyre több állomásról vagyunk képesek az adatokat valós időben az adatközpontba juttatni. E technikai fejlesztéseknek és az egyre bővülő nemzetközi együttműködésnek köszönhetően kialakíthattuk „virtuális” hálózatunkat, és beindíthattuk automatikus földrengésjelző rendszerünket.

A klímaváltozási folyamatok geokémiai rekordokban történő megőrződésének vizsgálata, különös tekintettel a Kárpát-medence klímaváltozással szembeni viselkedésére

Az MTA Geokémiai Kutatóintézet (GKI) kutatói 2006-ban hozták létre a Geokémia & Paleoklíma Kutatócsoportot, amely *ad hoc* módon az Intézetben folyó kutatási munkák összehangolására jött létre. Fő tevékenységi köre a klímaváltozási folyamatok geokémiai rekordokban történő megőrződésének vizsgálata, különös tekintettel a Kárpát-medence klímaváltozással szembeni viselkedésére. A globális felmelegedés és az ahhoz kapcsolódó várható klímaváltozás a jelen kutatási irányvonalak egyik társadalmilag legnagyobb jelentőséggel bíró ágazata. A várható tendenciák biztosabb becsléséhez fontos adatokat szolgáltat a múltbeli események elemzése. A globális folyamatok viszonylag jól ismertek, viszont a regionális és lokális jelenségek modellezése új adatokat igényel. A Kárpát-medence részletes paleoklimatológiai elemzése fontos adatokat szolgáltat a várható tendenciák modellezéséhez. Ugyanakkor általános jelenség, hogy a paleoklimatológiai információt rejtő képződmények geokémiai rekordjának értelmezése számos problémát rejt magában, ami a levont következtetéseket nagyban gyengíti. A megoldást a több, különböző képződmény elemzése jelentheti, hiszen a kérdéses képződmények az azonos környezeti körülményeket különböző mértékben tükrözik. A Geokémia & Paleoklíma Kutatócsoport tagjai számos képződmény vizsgálatával foglalkoznak (nagy kihalási események földtani szelvényei, édesvízi mészkövek, barlangi képződmények, kagylóhéjak, talajok és felszín alatti vizek). A Kutatócsoport munkájának és eredményeinek széleskörű bemutatása nem csak tudományos publikációk, hanem egy informatív és figyelemfelhívó internetes honlap formájában is történik (36. ábra), amelynek elérhetősége: <http://www.geokemia.hu/gp/>.

A Kutatócsoport munkájának elismertségét mutatja, hogy számos hazai és külföldi kutató jelezte csatlakozási szándékát. Emellett a nemzetközi érdeklődést jelzi, hogy a Kutatócsoport benyújtott „Geochemical proxies of palaeoenvironmental change in terrestrial environments” című szekciójavaslatát a 33. International Geological Congress szervezőbizottsága elfogadta.

A Kutatócsoportban 2006-ban végzett munkán belül két fő területen születtek nemzetközi érdeklődést keltő eredmények.

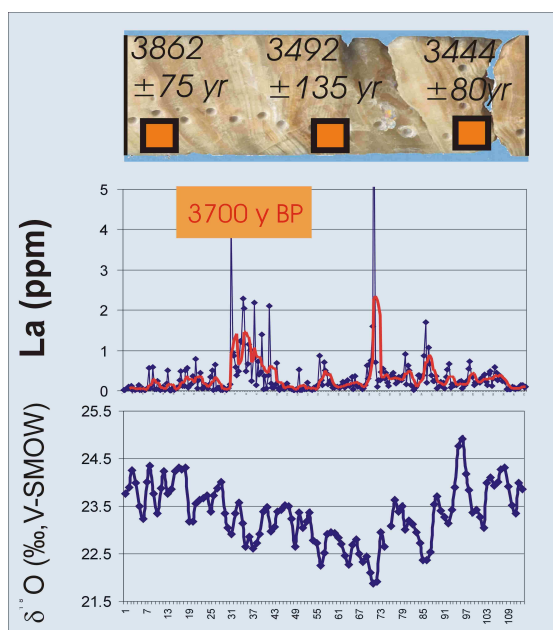


36. ábra: Geokémiai és Paleoklíma Kutatócsoport honlapja

Barlangi képződmények kutatása

Barlangi karbonátok (elsősorban cseppkövek) képződnek a barlangba belépő, a talajrétegből oldott CO_2 -ben gazdag víz kigázosodása után. Az elmúlt évtizedben a cseppkövek egyre inkább a klímakutatások fókuszpontjába kerültek, mivel a kontinensek nagy területén, védett környezetben megtalálhatóak, illetve az egyre pontosabbá váló kormeghatározások révén a segítségével felismert változások jól párhuzamosíthatóak. A Geokémiai Kutatóintézetben 2005-ben egy GVOP projekt keretében beszerzett és üzembe helyezett modern izotóparánymérő tömegspektrométer segítségével éves-évtizedes felbontással válnak vizsgálhatóvá a cseppkövekben megőrződött múltbéli klímaváltozási folyamatok.

A Kutatócsoport elvégezte számos, Magyarország különböző területeiről származó cseppkő stabilizotóp és nyomelem-geokémiai vizsgálatát. Ezek közül a kb. az utolsó



37. ábra: Izotópgörbe

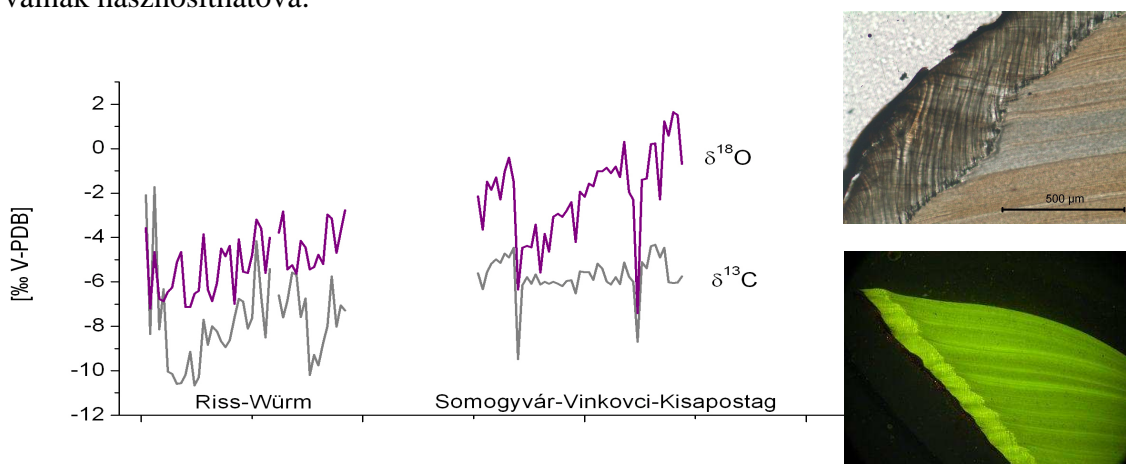
5000 évben folyamatosan képződő mecseki Trió-zsomboly képződménye szolgáltatta a legérdekesebb eredményeket. A cseppkőből vett fúrómag nagy felbontású (0,1–0,2 mm, így néhány éves időtartamot reprezentáló) tanulmányozásával megállapítható volt hogy a legfiatalabb – az elmúlt kb. 150 évet lefedő – cseppkő-növekedési szakasz izotópgeokémiai elemzési adatsora közvetlenül összevethető a meteorológiai mérésekkel, beleértve az 1940-es években feljegyzett néhány éves erős lehülési időszakot is. A megfigyelés alátámasztja, hogy a cseppkő kiválóan rögzíti a klimatikus változásokat, így a távolabbi múlt vizsgálatára is alkalmas lehet.

A nemzetközi együttműködésben végzett részletes izotóp- és nyomelem-geokémiai felmérés kimutatta, hogy a területen kb. 3800 éve kezdődően és kb. 300 évet felölelve lehűlés, majd felmelegedés ment végbe (lásd a 37. ábra oxigénizotóp-görbéjét), ami intenzív csapadékváltozással is járt. A kutatócsoport tagjai világviszonylatban elsőként mutattak ki cseppkőképződésben a klímaváltozással egyidejű ritkaföldfém-dúsulást, amit a korvizsgálatok alapján a Santorini kitörésével és a Minoszi Kultúra összeomlásával lehet párhuzamosítani.

A természeti erők emberi kultúrára tett hatását számos kutatócsoport tanulmányozza világszerte. A Kutatócsoport tagjai az eredményeket többek között a Swansea University által koordinált és az Európai Unió által finanszírozott Millennium Project konferenciáján is bemutatták, aminek alapján a projekt vezetői a Geokémiai Kutatóintézetet a társult tagok sorába választották.

Kagylóhéjak stabilizotóp-geokémiája

A paleolimnológiai környezet és klímarekonstrukció vizsgálatának egyik széles körben alkalmazott eszköze a biogén karbonátok (kagylóhéjak) stabilizotóp-összetételének meghatározása. Nagy léptékű (pleisztocén-holocén) klímaváltozások mellett a kagylóhéjak évszakos növekedésüknek köszönhetően kisebb léptékű szezonális változások kimutatására is alkalmasak. A stabil C és O izotópok összetételi változása jelezheti a hőmérséklet és a csapadék mennyiségének változását, a párolgás mértékét, különböző eredetű vizek keveredését, vízszintingadozást, valamint a produktivitás változását. A munka során több, ismert korú régészeti feltárásból származó kagylóhéj nagy felbontású elemzése történt meg. A 38. ábrán a kagylóhéjak átalakulást nem mutató – és így az eredeti klímarekord megőrződését jelző – belső szerkezete mellett egy eljegesedési időszakból és egy kb. 4500–5000 évvel ezelőtti melegebb időszakból származó kagyló adatsora látszik (38. ábra). Az átlagos adatok eltérése az éves átlaghőmérsékletnek, a kagylón belüli ingadozás az évszakos hőmérséklet- és csapadékingadozásnak tulajdonítható. Az eredmények jól mutatják, hogy a vizsgálatokkal egyedülálló – egy adott időszakban néhány hetes – felbontás érhető el, így a lezajlott klímaváltozásokhoz kötődő időjárásbeli különbségek mutathatóak ki. Az eredmények a későbbiekben a Kárpát-medencebeli klímaváltozás modellezésében válnak hasznosíthatóvá.

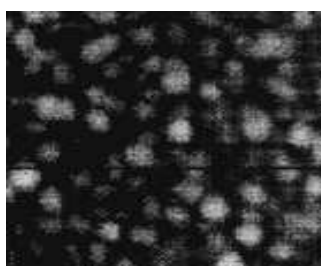


38. ábra: Kagyló adatsora a lezajlott klímaváltozások és időjárásváltozások tükrében

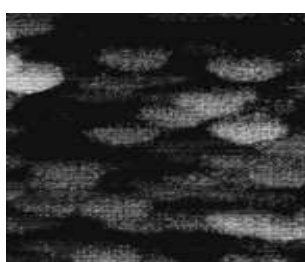
Aranykatalízis: újabb eredmények, és hogyan tovább?

Az MTA Izotópkutató Intézet (IKI), amelyben annak megalakulása óta folyik katalízis- és katalizátorkutatás, egyik kutatócsoportjával a kilencvenes évek közepén kapcsolódott be az aranykatalízis kutatásokba. Az azóta eltelt időben 3 PhD értekezés került megvédésre, 39 tudományos közlemény jelent meg, és számos előadást tartottak a tárgykörben. Kutatásaik két egymást kiegészítő irányban haladtak: egyrészt modellezték az arany nanorészecskék és az oxid hordozó közötti kölcsönhatást, másrészt az arany nanorészecskék, illetve arany alapú nanokompozitok előállításához szol módszert dolgoztak ki. Az előbbi esetben Si egykristály (100) orientációjú lapjának SiO₂-vel borított felületén (SiO₂/Si(100)) lézersugaras, ún. ablációs eljárással arany nanorészecskéket és oxid rétegeket, illetve részecskéket állítottak elő különböző elrendezésben, míg az utóbbi esetben meghatározott méretű, stabilizált arany részecskéket készítettek szol formájában, azokat esetenként módosították átmeneti fémoxidokkal, majd aktív vagy inert oxid hordozó felületére vitték fel.

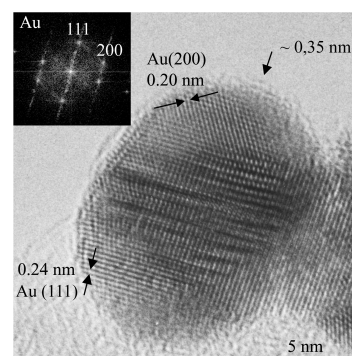
Korábbi vizsgálatok során találtak ugyan bizonyos összefüggést az Au/TiO₂ rendszerben az arany nanorészecske mérete (2–4 nm) és kiemelkedő CO oxidációs aktivitása között, ennek döntő bizonyítékát azonban a modell kísérletek adták meg. Atomerőmikroszkópiás (AFM), elektronspektroszkópiai és katalitikus vizsgálatok bizonyították, hogy a részecske méretváltozásával megváltozik az arany elektronszerkezete és CO oxidációs aktivitása (39. ábra). Ebben a rendszerben az arany nanorészecske és az inert SiO₂/Si(100) hordozó közötti kölcsönhatás kizárható. A katalitikus folyamatban bekövetkező részecskeméret növekedéssel csökken a katalitikus aktivitás. Az arany nanorészecskékre kis mennyiségű vasoxidot helyezve („dekoráció”) a katalitikus aktivitás növekszik. Következésképpen a részecskeméret mellett az arany/fém-oxid határfelület jelenléte és minősége is meghatározó szerepet játszik a katalitikus aktivitás alakításában (40. ábra). Kimutatták, hogy az arany/fém-oxid határfelületen az arany és vasoxid nemcsak a katalitikus folyamatban együttműködve növeli az aktivitást, hanem az arany elektronikus kölcsönhatás révén növeli, „promoveálja” magának a vasoxidnak a katalitikus aktivitását is.



CO oxidációs aktivitás:
 $2,0 \times 10^{-2} \mu\text{mol s}^{-1} \text{cm}^{-2}$



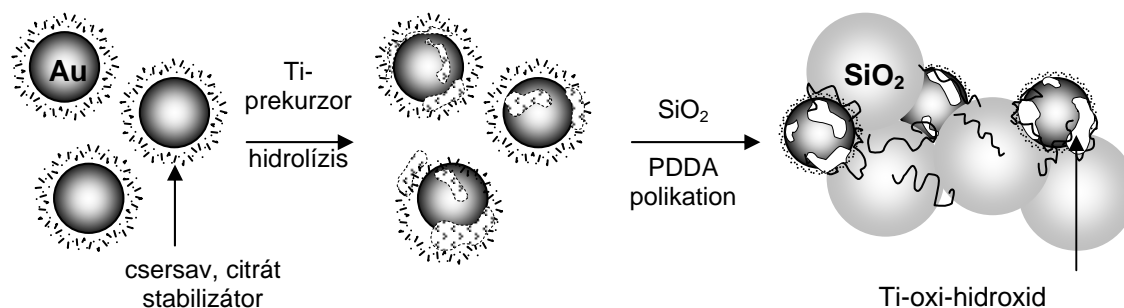
Aktivitás ismételt CO oxidációban:
 $2,0 \times 10^{-3} \mu\text{mol s}^{-1} \text{cm}^{-2}$



40. ábra: Au-TiO₂/SiO₂ nagy felbontású transzmissziós elektronmikroszkópiás felvétele

39. ábra: Au nanorészecskék SiO₂/Si(100) hordozón
A friss és katalitikus reakcióban használt minta
AFM felvétele

Fenti elvek érvényességét vizsgálva arany szorból ($d_{Au}=6$ nm) kiindulva különböző Ti-prekursorok alkalmazásával Au/TiO₂ kompozit nanorészecskéket alakítottak ki nagyfelületű inert SiO₂ (200 m²/g felületű Aerogel) hordozón. Értelmezték az alkalmazott szerves stabilizátorok és polimerek szerepét a stabilis Au/TiO₂ nanoegyüttesek kialakulásában a SiO₂ felületen. 4-5%-os TiO₂ tartalom esetén érték el a legnagyobb aktivitást, amely meghaladta az ugyanolyan Au szorral előállított anatóz hordozós katalizátor aktivitását. Ennek oka egyrészt az Au-TiO₂/SiO₂ rendszerben az Au nanorészecskék aggregációval szembeni látványosan megnövekedett stabilitása, másrészt az Au nanorészecskék amorf TiO₂-vel, illetve a SiO₂ felülettel kölcsönhatásban lévő (Ti-O-Si kötések) TiO₂ szigetekkel alkotott határfelületének az Au/anatóz határfelületét meghaladó aktivitása. A TiO₂ koncentráció növelése anatóz fázis kialakulását, a katalitikus aktivitás csökkenését eredményezi. Mindezek érvényességét anatóz és SiO₂ mechanikai keverékével előállított Au-TiO₂/SiO₂ rendszerrel végzett összehasonlító vizsgálatok is alátámasztották (41. ábra).



41. ábra: SiO₂ hordozós Au-TiO₂ nanokompozit rendszer kontrollált előállításának sémája

Napjainkban az arany jelentősége a katalízisben folyamatosan növekszik. A CO eltávolítása és a szagtalanítás ma már iparilag megoldott. Számos probléma megoldásában folynak kutatások, mint pl. a PROX (preferenciális oxidáció), azaz a CO szelektív eltávolítása nagymennyiségű hidrogénből, in situ hidrogén peroxid előállítás hidrogénből és oxigénből, ami elkerülhetővé teszi a veszélyes anyag költséges szállítását. Biodízel előállításánál a zsírsav észterek megbontásakor nagymennyiségű glicerint keletkezik, amely parciális oxidációja értékes köztermékekhez vezet, e folyamat hatékony, szelektív katalizátorai lehetnek az aranyalapú rendszerek.

Az aranykatalízis kutatás előtt álló legnagyobb kihívás stabilis, hosszú élettartamú katalizátorok előállítása, ami előfeltétele az ipari alkalmazásnak. A stabilitás egyik kulcsa az arany részecskék méretének stabilizációja. A kutatócsoport által alkalmazott, úttörőnek tekinthető dekorációs technika közelebb visz e probléma megoldásához.

Új nukleáris elemvizelési módszerek

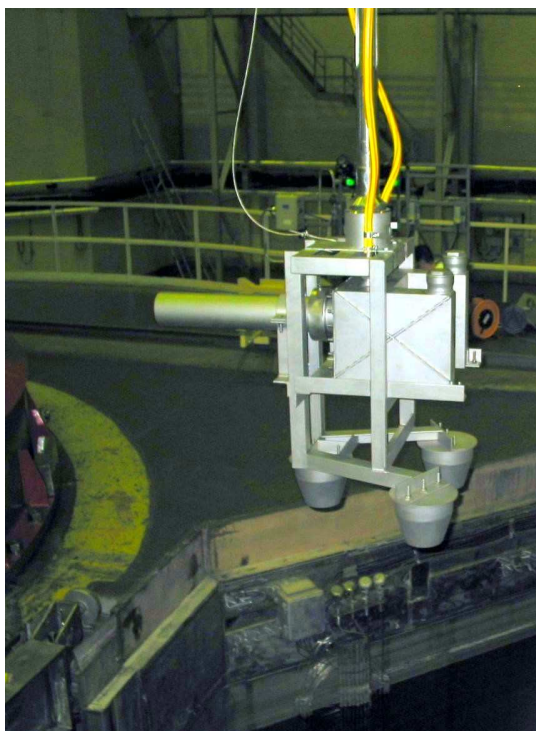
Az MTA Izótopkutató Intézetének (IKI) egyik alapvető feladata nukleáris és radioaktív anyagok kimutatására szolgáló mérés-technikai eljárások kidolgozása. Ezek az eljárások kapcsolódnak a nukleáris anyagok biztosítéki (safeguards) ellenőrzéséhez, a Nukleáris fegyverek elterjedését megakadályozó nemzetközi megállapodás (az ún. atomsorompó

szerződés) alapján a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség és a Magyar Köztársaság Kormánya között kötött kétoldalú szerződés és annak kiegészítő jegyzőkönyve alapján vállalt kötelezettségek teljesítéséhez, továbbá a nukleáris anyagok illegális forgalma elleni védekezéshez, környezeti ellenőrzési feladatokhoz, és szerepük van a radioaktív hulladékok elhelyezésével kapcsolatos munkákban, sőt geológiai alkalmazásoknál is.

Az intézetben kidolgozott eljárások közül néhány olyan kerül bemutatásra, amely megkülönböztetett figyelmet érdemel.

A 2003-as paksi üzemzavarban megsérült üzemanyag kazettákat tartalmazó tokok nukleáris-anyag tartalmának meghatározása

Az atomfegyverek elterjedésének megakadályozását célzó atomsorompó egyezmény aláírásával Magyarország vállalta, hogy az országban található nukleáris anyagokról leltárt vezet, melyet a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ) rendelkezésére bocsát, illetve a NAÜ ellenőrei számára lehetővé teszi a leltár ellenőrzését. Ezen kívül az Európai Unióhoz való csatlakozással Magyarország az EURATOM szerződés betartására is kötelezett, amely előírja a nukleáris-anyag leltár verifikálását EU szinten. Ezzel összhangban a paksi 2. reaktorbloknál 2003. április 10-én bekövetkezett üzemzavarban megsérült fűtőelemek nukleáris-anyag tartalmáról is leltárt kell készíteni, és azt a NAÜ és az EURATOM rendelkezésére bocsátani.



42. ábra: A berendezés beemelése a pihentető medencébe

Az üzemzavar teljes elhárításához hozzátartozik az üzemzavar közben megsérült kazetták üzemanyagának hermetikus tokokba helyezése. A további intézkedésig a lezárt tokok a reaktorblokk pihentető medencéjében maradnak víz alatt. Ezután a NAÜ a tokokat egyenként fogja nyilvántartani és verifikálni. Ez azt jelenti, hogy a sérült kazettákat tartalmazó tokok nukleáris-üzemanyag tartalmáról is leltárt kell készíteni, és a NAÜ-nek átadni.

Az ép üzemanyag tekintetében a leltár elkészítéséhez nincs szükség mérésekre, az országba beérkezett nukleáris anyag történetét végigkövetve megállapítható a rendelkezésre álló nukleáris anyagok leltára. A sérült kazetták esetében azonban csak sugármérésekkel lehet eldönteni, hogy egy-egy tokban mennyi nukleáris anyag van, különös tekintettel arra, hogy a tokok különböző fűtőelem-kazettákból származó darabok keverékét tartalmazzák, amelyekről

nem tudható, hogy melyik honnan való. Hasonló mérésekre eddig a világban nem volt példa, így az Izotópkutató Intézet új eljárást és berendezést fejlesztett ki a tokok nukleáris-anyag tartalmának meghatározására. A módszer gamma-spektrometrián és

neutronszámláláson alapszik. Az elkészült berendezéssel lehetővé vált a pihentető medencében tárolt tokok hasadóanyag tartalmának, precedens értékű, víz alatti meghatározása (42. ábra)

A Paksi Atomerőmű Zrt. megbízásából az Izotópkutató Intézet a kifejlesztett eszközt 2006-ban ép fűtőelem-kazettákon tesztelte. Várhatóan 2007 végén fogják meghatározni minden egyes tok nukleáris-anyag (urán és plutónium) tartalmát. A leltárt a NAÜ ellenőrei mérésekkel és a dokumentumok átvizsgálásával fogják ellenőrizni (verifikálni).

Nagyfelbontóképességű tömegspektrometria alkalmazása nukleáris anyagok izotóp-összetételének, valamint környezeti minták hosszú felezési idejű radionuklid-tartalmának meghatározása

Az Izotópkutató Intézet az EU PHARE program támogatásával 2005 januárjában szerezte be az ELEMENT 2 megnevezésű induktív csatolású plazma kettős fókuszálású mágneses tömegspektrométert (ICP-SFMS). A műszer (43. ábra) tisztalaboratóriumi körülmények közötti működtetésével nagy szelektivitást és nagy érzékenységet értek el, mind az elem- mind az izotóp összetétel meghatározásánál. A kimutatási határok az egyes elemekre tipikusan a pg/g tartományban vannak, egyes esetekben néhány fg/g is elérhető. Ezzel hazai viszonylatban kivételes analitikai lehetőségek nyíltak meg. A műszer előnyös módon összesíti a nagy pontosságú izotóparány-mérésének és a teljes elem összetétel gyors meghatározásának lehetőségét. Külön is említést érdemel a műszerhez illeszthető lézerablációs mintavevő, amely szilárd minták direkt (minta-előkészítés nélküli) elemzését teszi lehetővé, ami kiemelten fontos a lefoglalt minták kvázi roncsolásmentes vizsgálatánál, valamint a nagy aktivitású minták elemzésénél.



43. ábra: Az ICP-SFMS készülék

A műszert már az első két évben – a mintafeldolgozási eljárások folyamatos fejlesztése mellett – sikeresen alkalmazták

- ismeretlen eredetű (lefoglalt) nukleáris anyagok (zömmel uránoxid pasztillák) elemzésére, az anyagok származási helyének megállapítása érdekében,
- hosszú felezési idejű radionuklidok (U, Pu, Am, Np és más aktinoidák) meghatározására környezeti mintákban,
- paksi eredetű technológiai mintákon a kontaminációs folyamatok vizsgálatához,
- ásványok egyes izotóp összetevőinek meghatározására (geológiai kor, stb.)

Összegezve: az MTA IKI-ben egy olyan egyedi műszeres analitikai laboratórium valósult meg, amely lehetőséget nyújt arra, hogy a (lefoglalt, talált, csempészett) nukleáris anyagok pontos, teljes körű jellemzésével ezek származási helye és a forgalom útja felderíthető legyen. A készülék és a kidolgozott mérési módszerek révén hazai vagy külföldi eredetű esetleges környezeti transzurán-szennyezés elem- és izotóp-összetétele igen gyorsan (néhány óra alatt) megállapítható, így alapvető információt szolgáltat a szennyezés eredetéről, veszélyességéről, valamint alapadatokat nyújt esetleges beavatkozási teendőkhöz. A módszerek távolabbi célként alkalmazhatók a hazai nukleáris létesítmények későbbi leállítás (ún. decommissioning) utáni munkahelyi és környezeti ellenőrzés támogatására. Az igen kis mennyiségek kimutatására alkalmas módszerek lehetőséget biztosítanak a radioaktív hulladéktárolók környezetének ellenőrzésére, migrációs vizsgálatok végzésére, így a nukleáris biztonság egyik legkritikusabb lépéséhez is képesek alapvető fontosságú adatokat szolgáltatni.

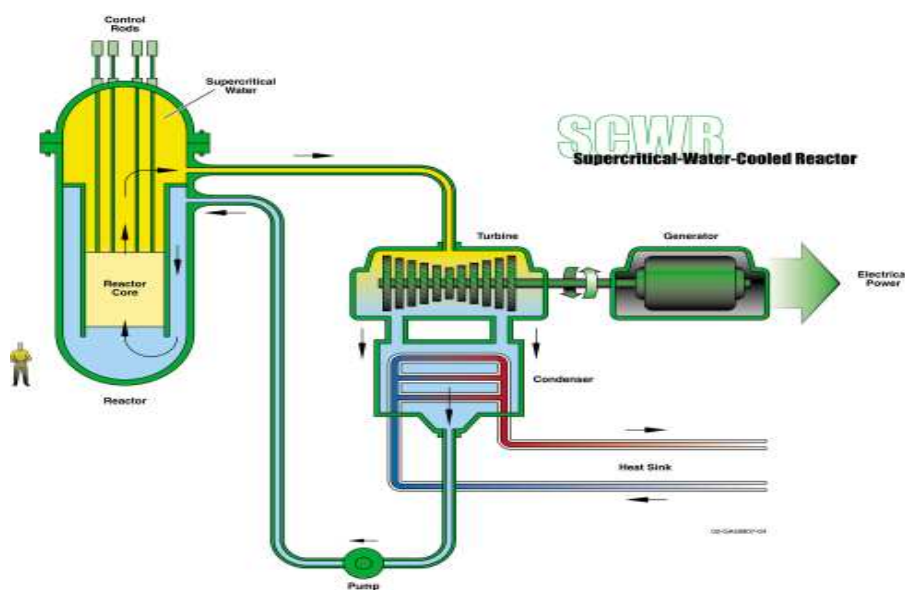
Hasadó anyagok kimutatása PGAA módszerrel

A Prompt Gamma Aktivációs Analízis (PGAA) egy nukleáris analitikai módszer, amely a vizsgált minták elemi és izotópösszetételének meghatározására alkalmas. A mérés során a neutronnyaládba helyezett minta atommagjai gerjesztett állapotba kerülnek, és nagy energiájú, ún. prompt gamma sugárzást bocsátanak ki. A PGAA technika elvben minden elem minden izotópjának kimutatására alkalmas, bár igen eltérő érzékenységgel. A gyakorlatban elsősorban könnyű elemek (pl. H, B), és más fő összetevők (Si, Al, Fe, Ca stb.), illetve néhány nyomelem (Cd és ritkaföldfémek) meghatározására alkalmazzák régészeti tárgyak, geológiai minták stb. elemzésekor. Ez az elemzési eljárás ugyanakkor hasadóanyagok kimutatására is kiválóan alkalmas. Mind a neutronok, mind a kibocsátott gamma sugárzás nagy áthatoló képességű, így a mérés során a mintát teljes mélységében átvilágítják, annak egészéről kapnak átlagos információt. A PGAA módszer minta előkészítést nem igényel, továbbá roncsolásmentes. Ez teszi lehetővé, hogy segítségével vastag tokban vagy más sugárzás árnyékoló közeg mögött akár kis mennyiségű hasadó anyagot is kimutathassanak, mennyiségét és dúsítását is meg tudják határozni, ami más módszerekkel nem megvalósítható.

Az Izotópkutató Intézet a Budapesti Kutatóreaktor mellett üzemelteti hazánk, sőt jelenleg Európa egyetlen PGAA berendezését, amely iránt igen komoly az érdeklődés külföldi és hazai kutatóhelyek részéről. Az 1996 óta itt folyó alkalmazott és alap kutatások világviszonylatban is a legkiemelkedőbbek közé tartoznak az analitikai módszer fejlesztése, alkalmazása, továbbá nukleáris adatok meghatározása terén.

A HPLWR szuperkritikus vízhűtésű reaktor neutronfizikai tervezése

A High Performance Light Water Reactor (HPLWR) a 4. Generációs Nemzetközi Fórum (GEN-IV) által kiválasztott 6 ígéretes reaktortípus egyikének, a szuperkritikus vízhűtésű reaktornak (44. ábra) az európai változata.

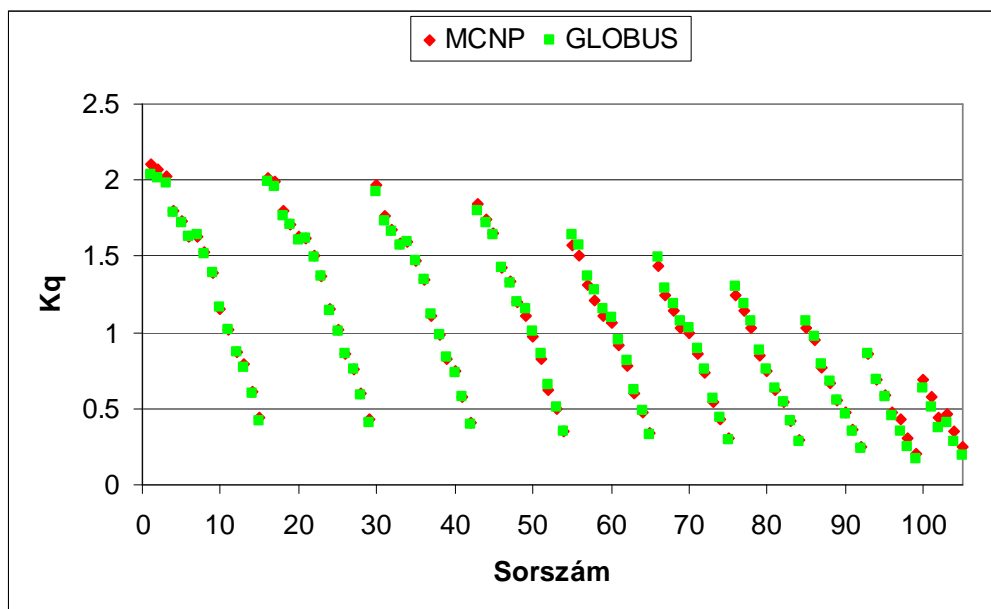


44. ábra: A szuperkritikus vízű reaktor vázlatja

A GEN-IV által kiválasztott reaktortípusoktól elvárják, hogy felülmúlják a jelenlegi reaktorokat a megbízhatóság, a biztonság, az elektromos energia előállításának költsége, a fenntartható fejlődés biztosítása és a nukleáris fegyverek elterjedésének megakadályozása területén. Az elmúlt években a HPLWR EURATOM 5-ös keretprogramban megvalósult projekt célkitűzése egy termodinamikailag szuperkritikus tartományban működő magas hatásfokú könnyűvízes reaktor vizsgálata volt. Az egykörös, a víz termodinamikai kritikus nyomásánál nagyobb nyomású reaktorban a víz fázisátalakulás nélkül melegszik fel. A pseudo-kritikus hőmérsékletnél a hőelvonás hatékony, míg a hűtőközeg sűrűsége jelentősen lecsökken. A kilépő hűtőközeg közvetlenül hajtja meg a turbinát, így az erőmű szerkezeti kialakítása egyszerű. A termikus hatásfok 44% körül van. A kiválasztott japán elgondolás értékelését és továbbfejlesztését nyolc európai kutatóintézetből álló konzorcium végezte el. A HPLWR reaktor legfőbb előnye a jelenlegi könnyűvízes reaktorokhoz képest az egykörös megoldással, méretcsökkenéssel és a meglévő szerkezeti egységek alkalmazásával elérhető alacsonyabb beruházási költség, valamint a nagy hatásfoknak köszönhető alacsony elektromos energia előállításának költsége.

Az MTA KFKI Atomenergia Kutatóintézet (KFKI-AEKI) szerepe a munkában a kazetta szintű neutrontranszport és részben a zóna diffúziós számítások elvégzése volt. Mivel a hűtővíz sűrűsége nagyon kicsi a zónából való kilépésnél, a termikus spektrumú reaktorban a megfelelő moderáltság eléréséhez a hatszöges geometriájú kazettákban nagy átmérőjű, nagy vízsűrűségű moderátor csövek alkalmazását javasolták. Mivel a hűtővíz axiális sűrűségeloszlása jelentősen befolyásolja a teljesítményprofil, csatolt neutronfizikai-termohidraulikai számítások végzése elengedhetetlen. Elkészítették a HPLWR kazetták paraméterezett diffúziós típusú kevéscsoportállandóit. A kevéscsoportállandók a kiégéstől, a vízsűrűségtől, a fűtőelem-hőmérséklettől és néhány izotóp koncentrációjától függenek, hideg és nominális teljesítményű állapotokra is érvényesek. A paraméterezett kevéscsoportállandókat az AEKI-ben kifejlesztett és a Paksi Atomerőmű ZRt-ben is használt KARATE programrendszer GLOBUS nodális kódjában használták fel. A visszacsatolási paramétereket a Tokiói Egyetem szuperkritikus tartományban működő SPROD termohidraulikai kódja számította.

A GLOBUS végtelen sokszorozási tényező relatív eltérése az MCNP-től 0,5%. A 46. ábra mutatja az MCNP és a GLOBUS által számított radiális teljesítményeloszlást az 1/8 szimmetriaszektorban.



46. ábra: A tesztfeladat radiális teljesítményeloszlásai

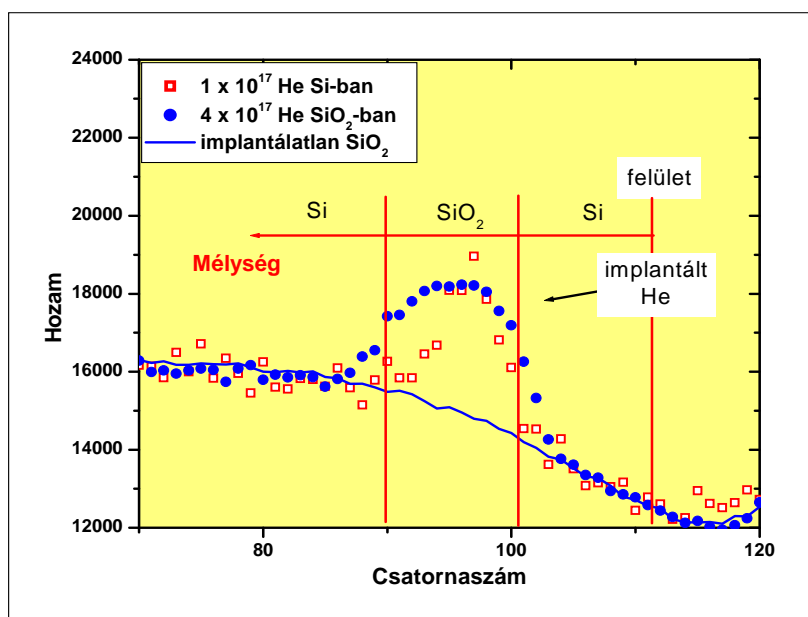
A 2006. év szeptemberében az AEKI-ben megrendezett „HPLWR Phase 2 Kick-off Meeting” és „HPLWR Information Exchange Meeting” keretében bemutatott eredmények azt mutatják, hogy a módosított KARATE programrendszer alkalmas a HPLWR típusú szuperkritikus vízhűtésű reaktorok számítására. Jelenleg az SPROD kódban alkalmazott termohidraulikai korrelációkat cserélik ki, valamint alkalmassá teszik a kódot a négyszöges geometriájú kazetták számítására. Ezzel párhuzamosan az új HPLWR kazetták olyan paraméterezett csoportállandó könyvtára készül, amely üzemzavari helyzetekben is alkalmazható. Az elkészülő apparátussal egyensúlyi kampányszámításokat fognak végezni és meghatározzák azon keretparamétereket, amelyek felhasználhatóak lesznek későbbi biztonsági elemzéseknél.

Héliumvándorlás kvarcban

A jövő ígéretes energiaforrása, a termonukleáris fúziós reaktor szerkezeti anyagai a magfúzióban keletkező nagyenergiájú hélium ionok felhalmozódásának hatására károsodnak, tönkremehetnek. A *KFKI Részecske- és Magfizikai Kutatóintézetben* (KFKI RMKI) folyó kutatások kezdetben annak kiderítésére irányultak, miként lehetne ezt megakadályozni. Az intézet gyorsítójával változatos körülmények között különféle anyagokat bombáztak, s megfigyelték, miként mennek azok tönkre a felgyülemelő hélium hatására. A héliumtartalmú réteg mentén a minta elhasadt, s az így leváló réteg feldobborodott, vagy lepattozott. Jó ötletnek tűnt annak kiaknázása, hogy porózus anyagokban a héliumnak, nemesgáz lévén, elvileg ki kell vándorolnia az anyagból a porusok mentén. Ezután porózus szilíciumot választottak modellanyagként, de a porózus szerkezet a becsapódó ionok hatására viszonylag gyorsan tönkrement, betömörödött. Ugyanez volt a helyzet porózus alumínium-oxidban is. Megfigyelték

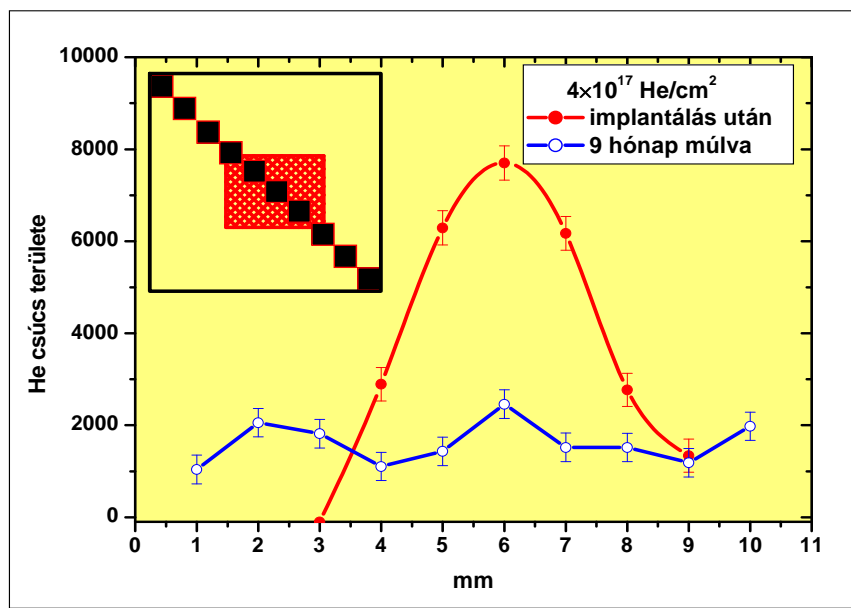
azonban, hogy ha a porózus szilícium már régen készült s így részben oxidálódott, sokkal ellenállóbbá vált a héliumbombázással szemben. Méréseik szerint ennek az volt az oka, hogy a hélium részben kiszökött a mintából. Tömör szilícium-oxidot bombázva megfigyelték, hogy az még hosszú idejű bombázás hatására is teljesen változatlan maradt, s benne kimutatható mennyiségű hélium nem maradt vissza. Ennek valószínűleg az a magyarázata, hogy a hélium szilícium-oxidban (azaz kvarcban) még szobahőmérsékleten is gyorsan tud vándorolni, miként arra a magasabb hőmérsékleteken mért irodalmi adatokból következtetni lehet. A kvarc e tulajdonságát aknázzák ki a gyorsítókban a nyaláb észlelésére szolgáló betolható kvarc lemezek is, melyek igen sokáig károsodás nélkül használhatók. Ionsugaras szintézissel különféle oxigéntartalmú szilícium-oxigén rétegeket alakítottak ki, s megfigyelték, hogy már viszonylag alacsony oxigén-tartalom is elegendő a hélium mozgékonyá tételéhez.

A fentiek alapján logikusnak tűnik, hogy a vékony szilícium-oxid szálakkal vagy rétegekkel átszőtt kompozit anyagok ellenállóak lesznek a hélium felhalmozódás káros hatásaival szemben. Ennek kipróbálására olyan mintát készítettek, amelyben egy $1 \times 1 \text{ cm}^2$ -es folton egy 1 mikron vastag réteg volt eltemetve. E réteg közepébe egy $3 \times 3 \text{ mm}^2$ -es folton héliumot implantáltak, s annak térbeli eloszlását a gyorsítón végzett proton visszaszórásos mérésekkel határozták meg. Ebben a mintában – a tiszta szilíciummal ellentétben – a hélium már a besugárzás alatt átrendeződött: mélységben szétterjedt, s egyenletesen eloszlott az 1 mikron vastag oxidrétegben (47. ábra).



47. ábra: Hélium átrendeződése a besugárzás következtében

A felülettel párhuzamos irányú átrendeződést – tekintettel a mérés korlátozott síkbeli felbontóképességére (kb. 0,5 mm) – ekkor még nem észlelték. Néhány hónap múltán azonban a hélium már a teljes 1 cm^2 -es folton egyenletesen szétterjedt (48. ábra).



48. ábra: Hélium szétterjedése

Megállapítható tehát, hogy a hélium nemkívánatos felhalmozódása a szerkezeti elemekbe beágyazott kvarcszálakkal, illetve kvarcrétegekkel jó eséllyel megakadályozható, vagy jelentősen késleltethető. Bár a kvarcszálak a különféle nukleáris sugárzások hatására idővel tönkremehetnek, részben feloldódhatnak, ez azonban nem feltétlenül vezet azonnal problémára, hiszen méréseik szerint még az oxigénben szegény szilícium-oxid is hatékony.

Dinamikus modellek a gyógyszertervezés szolgálatában

A szimulációs megközelítések, melyek dinamikus modelleket vesznek alapul, mint az egészséges és kóros neuronális mechanizmusok megértésének nélkülözhetetlen kellékei, széleskörűen elfogadottak az idegtudományi klinikai és alapkutatásban. Bár számítógéppel segített technológiákat használtak már a gyógyszerkutatásban (például a struktúra és ligand-alapú gyógyszertervezésben), a dinamikus modellek lehetőségeit még nem aknázták ki a gyógyszerek fejlesztésében. A *KFKI Részecske- és Magfizikai Kutatóintézet* (KFKI RMKI) kutatói olyan lehetőségeket tártak fel, melyek révén a dinamikus rendszerelmélet és a számítógépes idegtudomány – összedolgozva a jól bevált, szokványos molekuláris és elektrofiziológiai módszerekkel – széles perspektívát nyitnak a gyógyszerek fejlesztésében és az új célpontok kijelölésében, egyúttal új stratégiákat adnak a neurológiai és pszichiátriai betegségek gyógyítására.

Az elmúlt években kifejlesztett új módszertan, a Computational Neuropharmacology központi eleme, hogy számítógépes idegrendszeri modelleken vizsgálják, illetve jósolják meg bizonyos vegyületek idegrendszerre gyakorolt hatását, így segítve a gyógyszertervezés folyamatát. Ezen új tudományterület eszköztárának alkalmazásával egy már alkalmazásban lévő és egy kísérleti stádiumban lévő szorongásoldó gyógyszer hatását vizsgálták az érzelmi és memória folyamatokban is fontos szerepet játszó szepto-hippokampális agyi rendszer aktivitására, oszcillációira, illetve a sejtek

szinkronizációjára. A két vegyület eltérő aktivitás-mintázatot eredményezett a számítógépes modellekben, ami eltérő hatásmechanizmusra utal. Mivel az eddigi kísérletek arra mutatnak, hogy a szepto-hippokampális sejtek aktivitás-mintázatai kapcsolatba hozhatók a szorongás szintjével, illetve a szorongás által kiváltott kognitív teljesítményszint-változással, a modellek alapján további következtetések várhatók a vizsgált gyógyszerek hatékonyságára illetve specificitására vonatkozóan. Amennyiben a módszer megbízhatónak mutatkozik a szorongáshoz kötődő paradigmában, úgy a későbbiekben általánosabb keretek között is kipróbálhatóvá válik.

Megújuló energiaforrások hatékony felhasználására irányuló kutatások és fejlesztések

A megújuló energiaforrások felhasználásának növelése hazánkban is, és az Európai Unióban is igen fontos. Ezzel mind a globális klímaváltozásért döntően felelős CO₂ kibocsátása, mind pedig a régió energiaimporttól való függése csökkenthető. A tárgykörben a *Kémiai Kutatóközpont Anyag- és Környezetkémiai Intézet* a megújuló energiaforrások hatékonyabb felhasználási módjait és újszerű alkalmazási lehetőségeit vizsgálja.

A faszén felhasználásának újszerű lehetőségei

Az elmúlt években kidolgozták a faszén nagy hatékonyságú ipari előállítási technológiáját. Segítségével a biomassza anyagok energiatartalmának zöme a képződő termékben koncentrálódik, lehetővé téve a biomassza, mint energiahordozó gazdaságos szállítását. Az intézet részt vesz az Európai Unió LIFE programjának egyik, a Duferco Italia Holding által vezetett projektjében, amely a faszén erőművi felhasználásának lehetőségét és gazdaságosságát vizsgálja. Az intézet kutatói megállapították, hogy a szállítás és raktározás során különös gondot kell fordítani a faszén porladásának elkerülésére, mivel bizonyos gyártási eljárások és nyersanyag típusok esetén a faszén por igen reaktív, öngyulladásra hajlamos. Ugyanakkor azt is megállapították, hogy a faszén porok reaktivitása előnyös is lehet elgázosítás vagy közvetlen motorhajtóanyagként való hasznosítás esetén. Utóbbi eshetőséggel kapcsolatban megjegyezhető, hogy Rudolf Diesel az első dízel motort a szénbányászat során képződő szénpor motorhajtóanyagként való felhasználására hozta létre. A faszén az ásványi szeneknél jóval kedvezőbb tulajdonságokkal rendelkezik: kevesebb hamut ad, elhanyagolható a kéntartalma, és jóval reaktívabb.

A faszén energetikai hasznosításának az a legígéretesebb módja, ha a $C + O_2 = CO_2$ reakció energiatartalmát közvetlenül, nagy hatásfokkal alakítják át elektromos energiává tüzelőanyag cellákban. 2006-ban az intézet amerikai együttműködő partnere, a Hawaii Egyetem elkészítette az első faszén hasznosító tüzelőanyag cellát. A fejlesztésben az intézet is részt vett, az egyik munkatárs társszerzője a felfedezésről beszámoló, jelenleg nyomdában lévő közleménynek.

Motorhajtóanyagok előállítása biomassza pirolízisével

Az intézet részt vesz a 2006-ban alakult nemzetközi Center of Competence in Thermo-Chemical Treatment of Biomass (CTCB) nevű virtuális kutatóhálózatban. A kutatóhálózat vezetője a Karlsruhei Kutatóközpont Technológiai Intézete. A CTCB kutatási tervében szereplő egyik kulcstémához (energiafüvek és nagy szilikáttartamú biomasszák optimális feldolgozása) csatlakozva az intézet tanulmányozta a Magyarországon termelt energiafű hőbomlási folyamatait, valamint a szalmából nyerhető pirolízisolaj összetételét és minőségét befolyásoló katalizátorok alkalmazási lehetőségeit. Megállapították, hogy bizonyos zeolit katalizátorok hatékonyan csökkentik a pirolízisolaj levoglukozán tartalmát és a nagyobb molekulatömegű fenolok mennyiségét, ezáltal a pirolízisolaj stabilitása növelhető.

A napenergia hasznosítása édesvíz előállítására

Az elmúlt évtizedben különböző típusú, a hagyományosnál gazdaságosabb és a kondenzációs hő visszajárata révén jóval termelékenyebb eljárásokat fejlesztettek ki édesvíz előállítására tengervízből, illetve sós tavakból (49. ábra). Az egyik legolcsóbb, sorozatgyártásra alkalmas modult magyar–olasz együttműködésben Cagliari szigetére telepítették bevizsgálás, továbbfejlesztés és demonstráció céljából. Az új technológia célterülete a harmadik világ, ahol kétmilliárd ember él egészséges ivóvíz nélkül.



49. ábra: Felhagyott sólepárlók tavaira tervezett üzemi modul Szardínia szigetén

Napenergiás fotokatalitikus víztisztítás

Az NKTH által támogatott program keretében eljárást dolgoztak ki a talajba került, biológiailag nem bontható klórbenzol szennyezők eltávolítására. Az 50 m³/nap kapacitású, folyamatos működésű, mobil típusú víztisztító referencia-üzemet kisvállalkozókkal együttműködve építették és Hidas térségébe telepítették (50. ábra). Üveggel fedett tálcás reaktorok képezik a tetőszerkezetet, ez alatt helyezkednek el a kiegészítő berendezések. A fotokatalizátor anatóz-TiO₂. Borús időben, valamint éjszaka a reaktorban lecsorgó vékony vízrétegből ellenáramú levegővel hajtják ki a vízzel nemideális oldatot képező, ezért jelentős illékonyságú klórbenzolokat, melyeket speciális katalitikus oxidációs reaktor alakít át vízgőzzé, szén-dioxiddá és sósav gázzá. A reaktorból kijövő gázkeveréket a belépő tisztítandó vízbe vezetik, ahol nagy feleslegben lévő hidrokarbonátok közömbösítik a sósavat.



50. ábra: Napenergiát hasznosító víztisztító Hidas külterületén.

Fluoros Lawesson-reagensok kifejlesztése

A szerves szintetikus kémiai gyakorlatban – ipari és laboratóriumi méretekben egyaránt – a sikeres reakció végrehajtása a szintézis első részlépése csupán, amit azután a reakcióelegy feldolgozása követ. Ez a második folyamat gyakran komolyabb kihívást jelent, s ezért számos erőfeszítést történik annak érdekében, hogy a feldolgozási lépések egyszerűbbé váljanak. A probléma megoldásának kézenfekvő módja, ha a feldolgozás lehetőségét integráljuk a molekulába, vagyis ún. fázisjelölő csoportokat építünk be a célmolekulába (katalizátorba, reagensbe).

A heterogenitás problémájára adott válaszok közül a legjelentősebb a fluoros kémia alkalmazása, amely abban hozott jelentős áttörést, hogy lehetővé tette a reakciók homogén fázisban történő lefutását. E módszerben a célmolekulához „szuperhidrofób” perfluoroalkil-csoportokat (teflondarabok, amelyek kémiai szempontból inerte) csatolnak, s így a reakció homogén közegben mehet végbe. Az elválasztás alapja tulajdonképpen a „hasonló a hasonlóban oldódik” elve.



51. ábra: A fluoros Lawesson-reagens egyszerű eltávolítására szolgáló szűrőberendezés

Az MTA Kémiai Kutatóközpontjának Biomolekuláris Kémiai Intézetében folyó kutatások egyik célkitűzése ennek a fluoros módszernek a kiaknázása volt. Elsőként egy, a szintetikus gyakorlatban régóta ismert vegyületnek, a Lawesson-reagensnek a fluoros változatát fejlesztették ki. A Lawesson-reagens széles körben elterjedt és népszerű tionálási reagens, azonban alkalmazása szinte minden esetben nehézkes kromatográfiás tisztítási lépést von maga után. A szakirodalomban számos próbálkozás

található, amelyeknek célja az, hogy a reagens feleslegét, illetve maradékát valamilyen extraktív úton eltávolítsák, de gyakorlatilag ezek az utak nem jártak sikerrel.

Az MTA KK Biomolekuláris Intézet kutatóinak, egy nemzetközi vegyipari céggel összefogva, elsőként sikerült kifejleszteniük egy olyan fluoros Lawesson-reagenst, amelyet extraktív úton, fluoros szilikagélt használva, gyorsan és hatékonyan lehet eltávolítani a reakcióelegyből (51. ábra). Vizsgálataik során külön hangsúlyt fektettek arra, hogy a módszert mg-os méretű reakciókban is tudják alkalmazni. Ennek köszönhetően, illetve a mikrohullámú technikát felhasználva, lehetővé tették, hogy a reagenst kombinatorikus molekulakönyvtárak előállítására is felhasználják. Az előzőekben vázolt eredményekből eddig három, nemzetközi folyóiratban megjelent és máris igen gyakran idézett közlemény, továbbá egy szabadalom született.

Nanocsövek felületmódosítása

Az MTA KK Felületkémiai és Katalízis Intézetében 2006-ban végzett kutatási-fejlesztési munka eredményeként a nanocsövek felületének módosítására számos hidrophil és hidrophób módosítási eljárást dolgoztak ki. A felületmódosítás jelentősége abban mutatkozik meg, hogy ennek révén válhat lehetővé a nanocsövek sokoldalú alkalmazása. Kutatási eredményeik iránt máris élénk érdeklődés mutatkozik mind az érdekelt kutatók-fejlesztők, mind a potenciális alkalmazók részéről.

A nanocsövek polimer-kompozitokban történő alkalmazása elektromosan vezető polimer nanokompozitok előállítását eredményezheti, amelyeknek kitüntetett szerepe van az elektromágneses árnyékolási problémák megoldásában. A nanocsövek felületmódosítását TG/MS, NMR és XPS módszerrel vizsgálták. A polimerekben történő alkalmazhatóságát diszperziós kísérletekkel ellenőrizték. Megállapították hogy a módosított nanocsövekkel előállított polimer-nanokompozitok vezetőképessége jelentősen megnőtt. A téma kapcsolódik a PolyCond elnevezésű EU FP6-os projekthez (POLYCOND-Creating competitive edge for European polymer processing industry driving new added value products with polymer). 20 európai intézménnyel működnek együtt.

A nanocsövek toxikusságának csökkentésére irányuló kutatásoknak nagy jelentősége van a nanoméretű anyagok orvosi alkalmazásainak vizsgálatában. A megfelelő felületmódosítások alkalmazása áttörést hozhat ezen a területen. Felületmódosítással kapott eredményeik felhasználhatók pl. a tüzelőanyagok, üzemanyagcellák kidolgozásában is. Ennek a jövő alternatív energiaforrásainak hasznosításában van jelentős szerepe.

2006-ban sikerült egy kiváló tulajdonságú szénnanocső-tartalmú vegyeskompozit festék adalékanyagot előállítaniuk. Ezt a munkát 2007-ben egy Jedlik Ányos projekt keretében folytatják. Eredményeikről 2006-ban négy tudományos cikkben számoltak be. A konkrét gyakorlati felhasználási lehetőségeket egy know-how és egy szabadalmi bejelentés foglalja össze.

Egy új orvosi diagnosztikai módszer: a glikoziláció mintázat meghatározása

A proteinek szerkezetének vizsgálata világszerte kiemelt kutatási terület. A kutatások legfontosabb módszerei közé tartoznak a tömegspektrometriai módszerek. Az utóbbi években megvalósult fejlesztések eredményeképp a hazai műszerezettség eléri a fejlettebb országokban lévő színvonalat, ami lehetővé tette a proteomikai kutatások hazai elindítását. Ezt a fejlődést jelzi a Magyar Proteomikai Társaság megalakulása is 2006-ban. Ugyanebben az évben állították üzembe az *MTA KK Szerkezeti Kémiai Intézetben* a nagy teljesítőképességű, proteomikai vizsgálatokra alkalmas, Q-TOF típusú tömegspektrométert (52. ábra). Ez a beszerzés lehetővé tette, hogy a korábban kizárólag külföldön lehetséges méréseket itthon is folytathassák.



52. ábra: Az új tömegspektrometriai laboratórium a Szerkezeti Kémiai Intézetben

A proteomika területén számos kutatási irányzat létezik. Ezek közül az orvosbiológiai alkalmazások az életminőség javításával közvetlen kapcsolatban vannak, ennek megfelelően dinamikusan fejlődnek. A proteinek szerkezetének és biológiai funkciójának meghatározásában egyre nagyobb jelentőségre tesz szert a poszttranszlációs módosulások jellemzése, ezen belül a glikoziláció vizsgálata. Ez utóbbi jellegzetessége az oligoszacharid szerkezetek nagy száma (az úgynevezett mikroheterogenitás) és ezek változékonysága. Ennek megfelelően, a glikoziláció vizsgálata ezen szerkezetek és az egyes szerkezeti variánsok mennyiségének (eloszlásának, mintázatának) meghatározását jelenti. A legújabb vizsgálatok szerint ezek a mintázatok a szervezet állapotát, így pl. esetleges rákos megbetegedés kialakulását jól jelzik (biomarker). A legtöbb proteomikai technikával szemben, a glikozilációs mintázat vizsgálata jelentős módszertani fejlesztést igényel, a gyakorlatban jól használható, nagy áteresztőképességű technikák egyelőre nem léteznek.

Az intézetben folyó kutatások a glikozilációs mintázat meghatározására irányulnak. A meghatározott mintázatokat új, orvosi diagnosztikai módszerek kifejlesztésére használják fel. A kutatásokat az Országos Onkológiai Intézettel, a Semmelweis Egyetemen és a Richter Gyógyszergyárral együttműködésben végzik. A vizsgálatokhoz vérszérumot, valamint sérumból izolált glikoproteineket (elsősorban α 1-savas glikoproteint, AGP) is felhasználtak. A kutatások részben módszertani

jellegűek, s így új, potenciálisan nagy áteresztőképességű módszerek kidolgozására, glikoproteinek, glikopeptidek azonosítására, a glikozilációs mintázat meghatározására vonatkoznak.

Izolált glikoproteinek esetén a kutatás első fázisa az intakt glikoprotein molekulatömegének meghatározása, mely MALDI-TOF, illetve ESI-módszerekkel történik. Ez kedvező esetben (pl. transzferin) a molekulatömeg mellett a glikozilációs mintázat közelítő meghatározását is lehetővé teszi. A legtöbb esetben azonban (mint pl. AGP) a glikoprotein szerkezete olyan mértékben heterogén, hogy a közvetlen tömegspektrometriai vizsgálat ennek meghatározására nem elegendő.

Részletesebb vizsgálatokhoz a glikoproteint enzimatikusan emésztik, amihez tripszint, illetve PNGase F enzimet használnak. Az előbbi a glikozilációs pozíciók azonosítását és az ún. „site specific glycosylation” mintázat meghatározását teszi lehetővé. Az enzimátikus emésztés eredményét HPLC-ESI-MS-MS vizsgálatok segítségével analizálják. A proteomikában általánosan használatos, kereskedelembe kapható szoftverek glikopeptidek azonosítására és szerkezetmeghatározására nem (vagy csak nagyon kis hatékonysággal) használhatók. Kutatásaik során olyan szerkezetkutatási algoritmust és ennek gyakorlati meghatározását lehetővé tevő szoftvert dolgoztak ki, amely alkalmas glikopeptidek azonosítására, és a szerkezetmeghatározást is jelentősen megkönnyíti. A szoftver értékesítése és publikálása folyamatban van. Az AGP-vizsgálata során ennek mind az öt glikozilációs pozícióját azonosították, továbbá mind az öt esetben meghatározták a glikozileződési mintázatot. Megállapították, hogy ez a mintázat az öt glikozilációs hely esetén egymástól jelentősen eltér. A feladat bonyolultságát jelzi, hogy a vizsgálatok során egyetlen AGP-mintából mintegy 90 különböző glikopeptid szerkezeti egységet azonosítottak. Ezek döntő többsége az irodalomban korábban ismeretlen volt. Szintén az AGP-vizsgálata során, ennek PNGase F enzimmel történő hasítását is elvégezték. Az így előállított oligoszacharidokat, szeparálás és izolálás után, MALDI-TOF tömegspektrometriás módszerrel vizsgálták. Mintegy 40 különböző cukorszekvenciát azonosítottak, és elvégezték ezek (az adott AGP-mintára jellemző) intenzitáseloszlásának meghatározását.

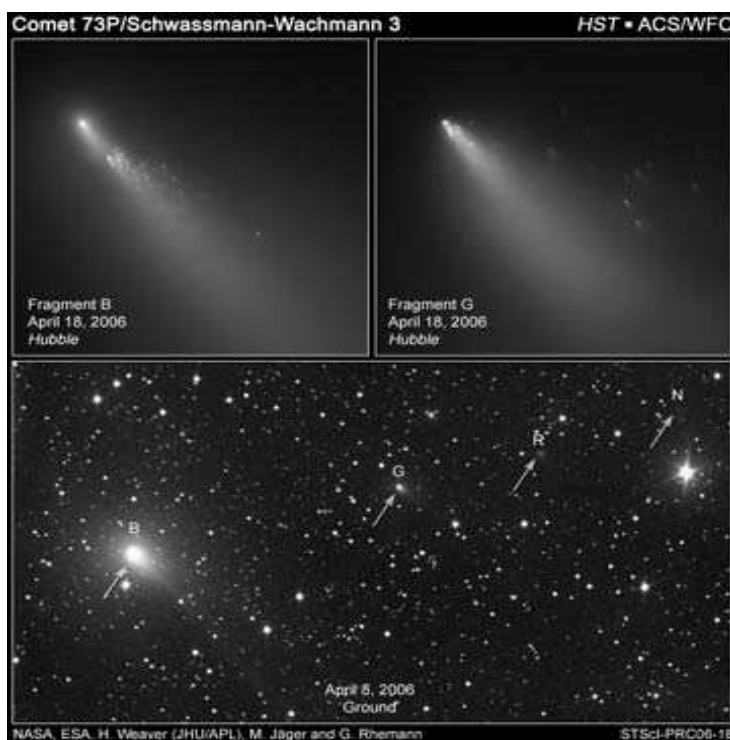
A kutatás következő fázisában az oligoszacharid mintázat vizsgálatát egyedi (egy adott önkéntes vérszérumból izolált) AGP-mintából is elvégezték. Három csoportot, egészséges önkénteseket, illetve két különböző rákos megbetegedésben szenvedő beteget vizsgáltak. A cukormintázat meghatározását követően elvégezték ezek matematikai-statisztikai (kemometriás) elemzését. Megállapították, hogy a három csoport LDA-módszerrel jól jellemezhető, mind az egészséges-beteg, mind pedig a limphoma-ovarium tumoros elváltozás egymástól elkülöníthető. Az általuk kidolgozott módszerrel meghatározott cukoreloszlás kiváló biomarkernek bizonyult. További fejlesztést követően várható, hogy új, a rákos megbetegedések korai kimutatását lehetővé tevő, klinikailag jól alkalmazható módszert lehet majd kidolgozni.

Kutatásaikat két irányban folytatják. Egyrészt a jelenleg használt, igen időigényes módszereket szeretnék felgyorsítani és automatizálni. Másrészt, az AGP-n túlmenően, más glikoproteinek cukormintázatát, illetve további, klinikailag fontos betegcsoportok jellemzését tervezik. Céljuk továbbá a cukormintázat és az ezt meghatározó enzimátikus (glikozilációs) folyamatok közötti kapcsolat felderítése.

A Hubble Űrtávcső képei egy üstökös széteséséről

Magyar résztvevője is volt annak a kutatócsoportnak, amely a Hubble Űrtávcső kamerájával 2006. április 18-án látványos felvételeket készített egy üstökös széteséséről. A megfigyelő csoport az *MTA Konkoly Thege Miklós Csillagászati Kutatóintézet* közreműködésével a „73P/Schwassmann-Wachmann 3” elnevezésű szétesett magvú üstökös mag-töredékeinek látványos képi megfigyeléseit tette közzé.

2006. április 18-án a Hubble Űrteleszkóp (HST) ACS/WFC széleslátásű kamerájával készítette a felvételeket (53. ábra), amikor az üstökös 173 millió km-re volt a Naptól és 32 millió km-re a Földtől. Az üstökös május 13-án haladt el a Föld közelében, mintegy 11,8 millió km-re és a darabjai június 7-én kerültek legközelebb a Naphoz.



53. ábra: A Hubble űrtávcső felvétele a 73P/Schwassmann-Wachmann 3 üstökről

Az 1930-ban felfedezett, és a Jupiter üstökös családjához tartozó (rövid keringési idejű) 73P/Schwassmann-Wachmann 3 (73P/SW3) üstökös magja az 1995-os visszatérésekor több darabra, magtöredékre esett szét. A magtöredékek közül csak néhányat sikerült megfigyelni az üstökös következő, 2000/2001-es visszatérésekor az üstökös kedvezőtlen láthatósági viszonyai miatt. Azonban már akkor, 2001. november 26-án sikerült közvetlenül is megfigyelni az üstökös magtöredékeinek C-jelű főkomponensét a Hubble Űrtávcső nagyfelbontású Bolygókamerájával (HST PC2). Az adatok kiértékelésében, értelmezésében és az eredményeket ismertető tudományos közleményekben az MTA Konkoly Thege Miklós Csillagászati Kutatóintézete is részt vett MTA-CNRS kétoldalú nemzetközi együttműködésben.

Tudományos vizsgálatok szempontjából olyan fontos volt a 73P/SW3 üstökös, hogy a magja 1995-ben történt szétesésének tudományos jelentőségét figyelembe véve a NASA CONTOUR (COMet Nucleus TOUR) elnevezésű helyszíni (in-situ) üstökös programját úgy alakították ki, hogy egyik célobjektuma ez az üstökös legyen. A CONTOUR űrszonda egyébként több más, a Jupiter családjához tartozó üstököst is meglátogatott volna útja során. Sajnos, a CONTOUR űrszonda 2002-ben a sikeres felbocsátása után néhány héttel elveszett: egy fontos pályamódosító manőver során a hajtóműve beindításakor felrobbant.

Nem volt bizonyos, hogy a 73P/SW3 minden magtöredéke egyáltalán létezik-e még majd a további felaprózódási folyamatokat elkerülve a következő, 2006-os visszatérésekor is, azaz megfigyelhetők lesznek-e a magtöredékek. A Hubble Űrteleszkóp megfigyelő csoport a 73P/Schwassmann-Wachmann 3 szétesett magvú üstökös mag-töredékeinek látványos képi megfigyeléseit tette közzé, amelyet a Hubble Űrteleszkóp (HST) ACS/WFC (Wide Field Camera) széleslátószögű kamerájával készítettek 2006. április 18-án. A HST nagyszerű optikai rendszerét dicséri, hogy nagyon halvány magtöredékeket is sikerült fotometriailag megfigyelni, fényességüket pontosan megmérni, a körülöttük levő aktív koma (az üstökös por és gáz köde) ellenére is. A mérések szerint a kis magtöredékek igen kis méretűek, átmérőjük mintegy 25–50 méter!

A HST spektroszkópiai megfigyelései szerint a kis magtöredékek kémiai összetétele egymáshoz hasonló, de aktivitásuk mértéke különböző: van amelyik gyorsan „eltűnik”, azaz a megfigyelhetőség határa alá csökken (mérete az anyagkibocsátás miatt, illetve a fényességük a gáz- és porkibocsátás megszűnése miatt is lecsökken) a fényessége, más kis magtöredékek viszont hosszabb ideig is aktívak maradnak, de élettartamuk legfeljebb csak néhány nap.

Az üstökös magok kialakulásának modelljei szerint ezek a méretek a magokat alkotó „építőelemek, építőblokkok” méretének felelnek meg, tehát a HST-vel az üstökös magoknak ezek az őseredeti alkotórészei is megfigyelhetővé váltak. A korai Naprendszer „mélybehűtött” ősi maradékanyagát őrzik az üstökös magok, amelyek por és jegek keverékéből álló porózus, laza szerkezetű törékeny kis égitestek. A részletes, nagy szögfelbontással és nagy fotometriai pontossággal készített HST megfigyeléseknek óriási tudományos jelentősége van a szétesett üstökös magok töredékeinek vizsgálatában.

A Hubble Űrtávcső megfigyelési adatainak, valamint más obszervatóriumok megfigyeléseinek elemzéséből választ kaphatunk arra, hogy a több lehetséges szétesést okozó folyamat közül melyek járultak hozzá a 73P/SW3 üstökös magjának és magtöredékeinek szétaprózódásához. A HST segítségével már tanúi voltunk egy az Oort-féle üstökösfelhőből eredő C/1999 S4 (LINEAR) üstökös magja szétesésének, de most egy másik üstökös család, az ún. Jupiter-családhoz tartozó ekliptikai (régőbbi ismert nevükön rövid keringési idejű) üstökös magja szétesését figyelhetjük meg részletesen. Továbbá, a HST megfigyelések felfedhetik az Oort-felhő és az ekliptikai üstökösök magjának lehetséges különbségeit és hasonlóságait, valamint a kialakulási körülményeikben meglévő különbségeket is.

A HAT-P-1 extraszoláris bolygó és a HAT projekt

Magyar és amerikai csillagászokból álló kutatócsoport új extraszoláris óriásbolygót fedezett fel. A bolygó, amelynek átmérője 38%-kal nagyobb a Jupiternél, egy kb. 450 fényévre, a Lacerta (Gyík) csillagképben lévő kettőscsillag egyik komponense körül kering 4,46 napos periódussal.

A felfedezés a Hungarian made Automated Telescopes (HAT) Arizonában és a Hawaii-szigeteken lévő 6 darab kisméretű távcsőből álló rendszerrel történt, amelyet az MTA Konkoly Thege Miklós Csillagászati Kutatóintézete támogatásával magyar szakemberek fejlesztettek ki. A jelenleg működő rendszer a Smithsonian Center for Astrophysics (CfA) támogatásával készült.

A CfA, illetve az MTA KTM CSKI, valamint az ELTE kutatóiból álló csoport több éves céltudatos munkája gyümölcseként felfedezett égitest átmérője ugyan mintegy 40%-kal nagyobb a Jupiternél, de tömege annak csupán a fele. Ilyen égitestet eddig még nem ismertek (54. ábra).



54. ábra: Az újonnan felfedezett bolygóról készült fantázia rajz

Az extraszoláris bolygók kutatása alig több mint tíz évre tekint vissza, amikor pontos sebességmérésekkel először sikerült bizonyítani, hogy az 51~Peg nevű csillag körül egy, a Jupiter tömegéhez és méretéhez igen hasonló bolygó kering. Mivel az objektum keringési ideje csak néhány nap és ezért a csillaghoz nagyon közel kering, melynek következtében hőmérséklete akár ezer fok felett is lehet, az ilyen típusú bolygót „forró Jupiter”-nek nevezték el. Bár a felfedezés után több hasonló objektumot találtak, az igazi áttörés csak 2000-ben történt, amikor először sikerült egy, már a sebességmérésekből ismert forró Jupiter (a HD 209458b) esetében megfigyelni azt az eseményt, amikor a bolygó elfedi a csillagot és ezáltal az általunk észlelt fényességben

pár órás időtartalommal mintegy 1% csökkenést észlelhetünk. Ez a felfedezés egy igen erőteljes fejlesztést indított el a különböző automata fotometriai megfigyelési programok tekintetében. Részben a bolygóátvonulások, részben pedig általános változocsillagászati kutatások céljából indult el a Hungarian-made Automated Telescope (HAT) projekt 2001-ben.

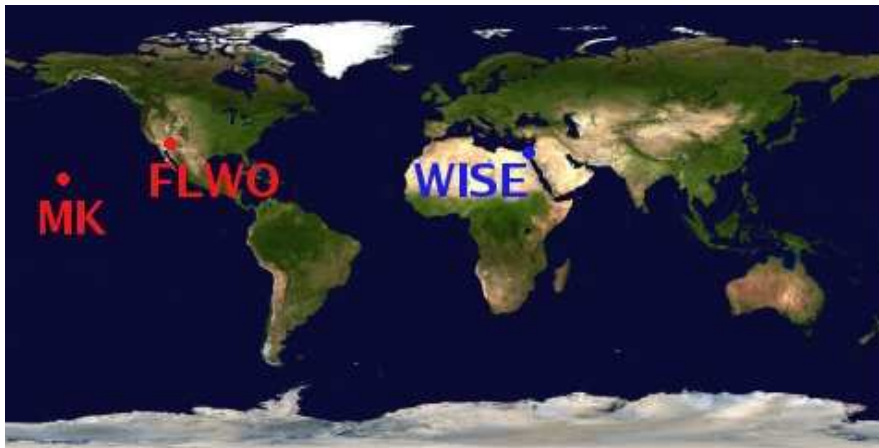
A HAT projekt 2003 ősztől egy hálózattá nőtte ki magát. A HATNet ma már mintegy 6 eszközből álló rendszer, melyek közül 2 db található a Manua Kea-n (Hawaii) és 4 db a Whipple obszervatóriumban (Arizona, ld. 55. ábra). A részletesebb utóvizsgálatokra egy nagyobb átmérőjű objektívval rendelkező, hasonlóan teljesen automata távcsövet, a TopHAT-et használják, amely szintén a Whipple obszervatóriumban található.



55. ábra: HATNet-hez tartozó távcsövek az arizonai Whipple obszervatóriumban

A HATNet-től függetlenül, de azzal együttműködve működik 2004. januárjától a Wise Hungarian-made Automated Telescope (WHAT) Izraelben, a Wise obszervatóriumban. Mindkét projekt hosszú távú működést feltételez, amely az extraszoláris bolygófelfedezéseken túl értékes változocsillagászati adatokat is szolgáltat.

A HAT projekt elindítása Bohdan Paczynski (Princeton egyetem) segítségével a Konkoly-obszervatóriumban történt. A HATNet működtetését és a további fejlesztéseket a Harvard egyetem, illetve a NASA támogatja (az utóbbi egy pályázat formájában). A WHAT izraeli és magyar (vagyis OTKA) pályázatokból fenntartott projekt. Az automatikus működés, valamint a földrajzi hosszúságban történő kiterjedtség a HAT projektet igen versenyképesé teszi a többi projekttel szemben (56. ábra).



56. ábra: A HAT rendszerhez tartozó távcsövek területi eloszlása

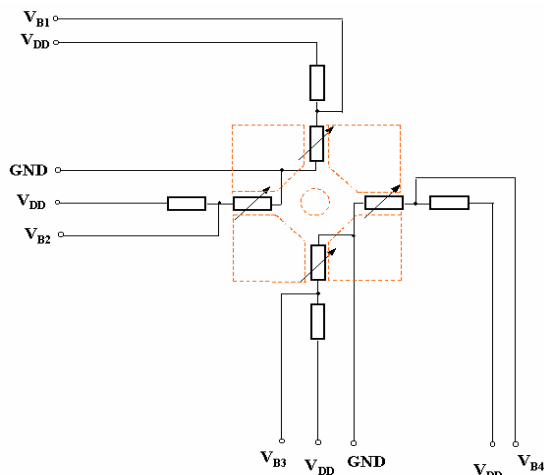
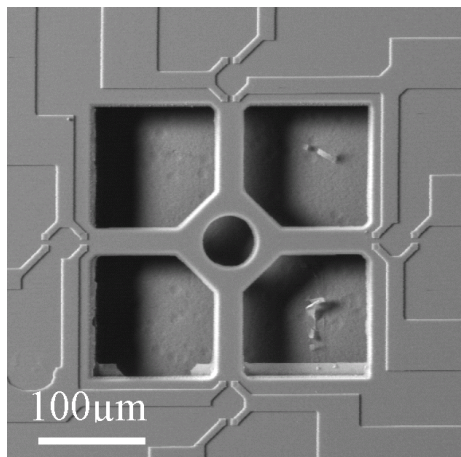
Integrált tapintásérzékelő chip fejlesztése

Az utóbbi években a tapintásérzékeléssel kapcsolatos kutató-fejlesztő munka a világ számos laboratóriumában, kutatóhelyén központi szerepet kapott, mert az alkalmazások széles köre a klasszikus ipari robotikai feladatoktól az űrkutatáson át a minimál invazív műtéti technikákig terjed. Mindezen túl a neurobiológiai kutatások is egyre nagyobb intenzitással fordulnak az emberi tapintás megértése, a tapintási események feldolgozása és modellezése felé.

Az MTA Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutatóintézete (MFA) Mikrotechnológia Laboratóriumában a Széchenyi–NKFP program „Érzékelő számítógép és távjelenlét” című projekt keretében 2001–2004 között végzett kutatómunka folytatásaként 2006-ban jutottak el arra a szintre, amely lehetővé teszi, hogy az NKFP támogatásával kidolgozott új tömbi mikrogépészeti technológiával előállított háromdimenziós mikro erőmérő elemeket beépíthessék a Pázmány Péter Tudományegyetem Információs Technológia Karának (PPTE ITK) munkatársaival közösen kifejlesztett demonstrációs célú tapintó-rendszerekbe.

Az összetett feladat végrehajtása – a gyakran biokompatibilis érzékelő mikrorendszer-fejlesztésben résztvevőktől az integrált elektronikai rendszer tervezőin át a megfelelő analogikai algoritmusok kidolgozójáig – különböző tudományterületek művelőinek összehangolt munkáját igényli. Az így kialakított kutatócsoport munkájában pl. nélkülözhetetlen szerepet töltenek be a humán tapintásérzékeléssel foglalkozó neurobiológusok. Az MFA Mikrotechnológiai Laboratóriuma a tapintó rendszerek létrehozásában – diszkrét és CMOS áramkörrel integrált – tapintásérzékelő chipek kifejlesztésével vesz részt.

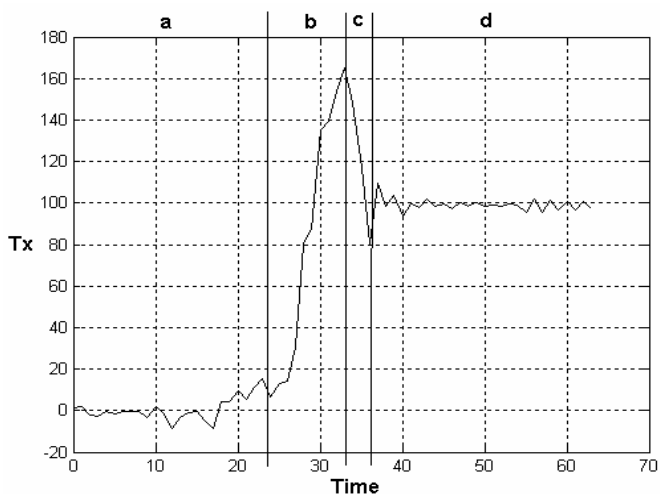
Az érzékelők alapja egy piezorezisztív jelátalakítási elven működő mikro erőmérő szerkezet, melyet egykristályos szilíciumból, pórusos Si mikrogépészeti megmunkálással alakítanak ki (57. ábra). A felfüggesztett membrán 4 tartókarjában elhelyezett piezo-ellenállások értékeinek változásából a membránra ható erő nagysága és támadási iránya is meghatározható. Az érzékelő elem a bemutatott geometriával a $10\mu\text{N}$ – 10mN erőtartományban működik.



57. ábra: Egykristályos Si-ból kialakított 3D mikroerőmérő és az érzékelő működési elve

Az érzékelőnek működése során egyszerre kell megfelelnie a nagy érzékenység és az erős mechanikai behatásokkal szemben mutatott ellenállóképesség követelményének. Ezért a sík érzékelő membrán – valamint a teljes chip – felületét olyan rugalmas anyaggal kell beborítani, amely – az emberi bőrhöz hasonlóan – mechanikai védelmet nyújt, ugyanakkor jól közvetíti a felületet érő erőhatásokat. A kettős funkció az érzékelő működését is jelentősen befolyásolja: csökken az eredeti érzékenység, de pl. növelhető az érzékelés hatósugara. A rugalmas borítás alakja, geometriai méreteinek, mechanikai, elasztikus tulajdonságainak hatása, a tapintási esemény értelmezése – az ún. inverz probléma megoldása – a tapintási érzékelés egyik kulcsfontosságú kutatási területe.

A fejlesztés első lépéseként 4 érzékelő elemet tartalmazó chipet állítottak elő. A PPKE ITK munkatársai a chipet egy 5 szabadsági fokú robotkar egy-egy ujjára szerelve az érzékelő chip – hardware – algoritmus demonstrációs rendszerrel különböző tapintási eseményeket értelmeztek. Az 58. ábra egy megcsúszási eseményt mutat be. A robotkarral megfogott üres kémcsőbe folyamatosan vizet töltve figyelik a nyíróerő

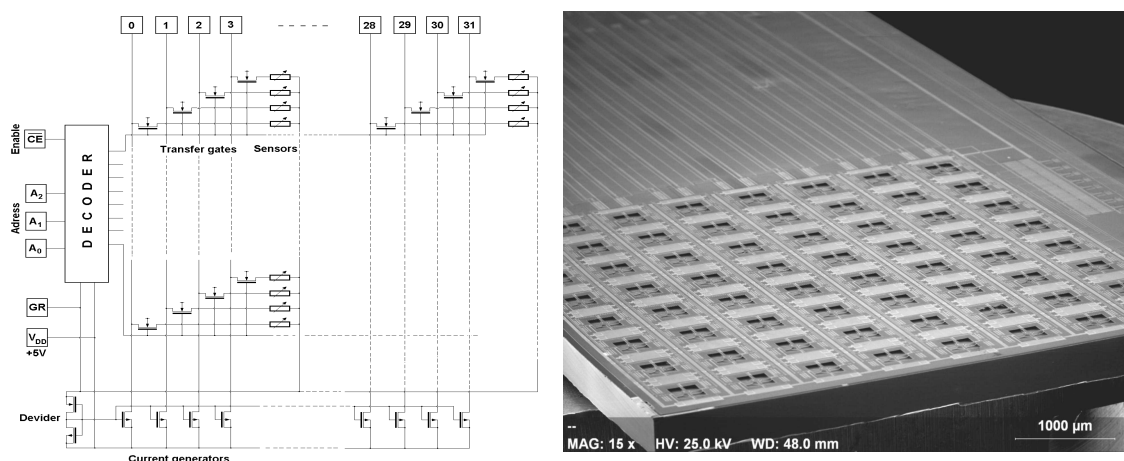


58. ábra: A demonstrációs kísérletekhez használt 5 szabadsági fokú KATANA robotkar és egy megcsúszási esemény leírása (lásd a szövegben.). Az idő másodpercben, az erők mN-ban értendők

változását. A grafikon első szakaszán (a) az üres kémcső megtartásához szükséges nyírőerő (T_x) látható. A tapadási súrlódási együtthatóval leírható nyírőerő ebben az állapotban referencia értéknek tekinthető. A (b) szakaszban a kémcsőbe folyamatosan vizet töltve a nyírőerő lineárisan növekszik addig a pontig, amíg a tapadási erő már nem elegendő a kémcső megtartására. Ekkor egy gyors átmeneti szakasz (c) után beáll egy stacionárius csúszási állapot (d), amelyet egy csúszási súrlódási együtthatóval lehet jellemezni.

A tapintó érzékelők fejlesztésének egyik fő iránya az emberi tapintás megértése és a humán tapintási képességek közelítése mesterséges érzékelőkkel. Egy ilyen tapintórendszer számtalan új, gyógyászati és ipari alkalmazásra nyújt lehetőséget. A fejlesztés első lépése az emberi ujj receptoraihoz hasonló érzékelő-hálózat kialakítása. Az emberi ujjban lévő 5 különböző mechano-receptor közül a Merkel- és a Meissner-testek funkcióit lehet az általuk kidolgozott mikroerőmérő szerkezettel helyettesíteni. Szerencsés egybeesés, hogy ezekből a receptorokból az ujjbegyen négyzetcentiméterenként 80–130 db található, így az MFA-ban kidolgozott technológia méretbeli korlátozást nem jelent. Ugyanakkor a nagy érzékelő mátrix gyors kiolvasása és vezérlése csak az érzékelő chipen monolit formában integrált áramkörrel lehetséges. Ezért a továbblépés feltétele a korábban kidolgozott mikromegmunkálási technika integrálása volt a klasszikus CMOS integrált áramköri technológiába.

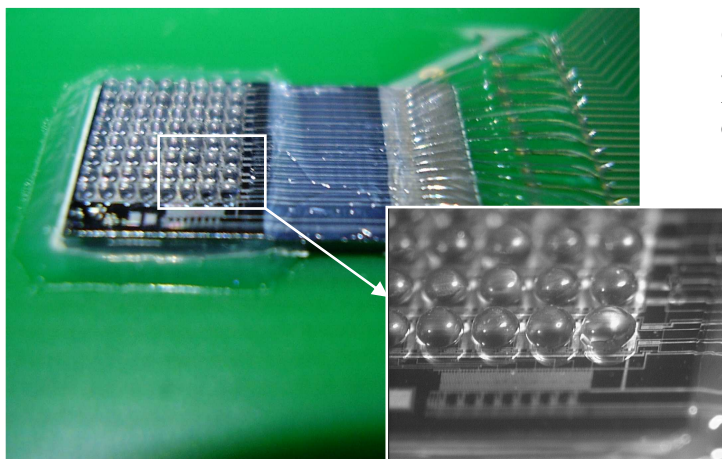
2005–2006 folyamán dolgozták ki azt a technológiai módszert, amellyel – ismereteik szerint – a világon először demonstrálták, hogy a pórusos Si tömbi mikromegmunkálási technika beilleszthető a klasszikus IC gyártástechnológiába. A 2006 tavaszán elkészült chipen egy integrált n-zsebes CMOS dekóderrel oldják meg a 64 db 3D mikro erőmérő elem (taxel) gyors kiolvasását (59. ábra). Az új technológiára „Eljárás CMOS technológiába integrált, pórusos Si mikromegmunkálással készített egykristályos Si, és egykristályos Si-ot hordozó mikromechanikai elemek előállítására” címmel szabadalmi igényt jelentettek be.



59. ábra: CMOS kompatibilis integrált tapintásérzékelő kapcsolási vázlata és a chip

Az emberi ujj tudását közelítő tapintásérzékeléséhez – a már említettek szerint – nélkülözhetetlen a sík felületű chip rugalmas anyaggal történő beborítása is. Az ujjbegy bőréhez hasonló, összetett 3D elasztikus fedőréteg kialakításához is a pórusos Si mikromegmunkálási technológiát alkalmazzák, hiszen a módszer lehetővé teszi

változatos alakzatú öntőformák kialakítását is. Ezt demonstrálja a 60. ábra, ahol a védőerőközvetítő közeg az erőmérő elemek felett szilikon-gumiból kialakított félgömb alakú hálózat. Bár ez az alakzat még nem követi az ujjlenyomatok domborzatát, de a félgömbök alatti erőmérő elem elhelyezkedése hasonlít a modellezett receptorok bőrszövetben elfoglalt helyéhez.



60. ábra: Mikro-formázott szilikon-gumival borított tapintásérzékelő chip. A kiemelt részlet alján a CMOS dekóder áramkör körvonalai láthatók

Rendkívül fontos fejlemény, hogy az érzékelő chip kifejlesztése lehetőséget teremtett a különböző tudományterületek hazai művelőinek új típusú együttműködésére. A korszerű kutatási témában a PPKE ITK-ral közösen elért eredmények, illetve a sikeres tapintásérzékelési demonstrációk a hazai ipar és a nemzetközi kutatócsoportok érdeklődését is felkeltették. Ennek alapján a két intézmény (MFA, PPKE) közösen egy spin-off vállalatot alapít.

A TACTOLOGIC Kft. demonstrációs oktató-kutató rendszerek és egyedi célokra kialakítandó, tapintásérzékelőt tartalmazó (pl. gyógyászati célú) eszközök kifejlesztésére és gyártására vállalkozik. Reményeik szerint a kifejlesztett technológia és a demonstrációs eszközök képességei alapján új, élvonalbeli FP7-es európai kutatási programokhoz is csatlakozhatnak. Középtávon kialakítható egy olyan K+F szegmens, amely a folyamatos kutatási feladatok igénye mellett hazai gyártású, csúcstechnológiai ipari termékekkel is megjelenik a piacon.

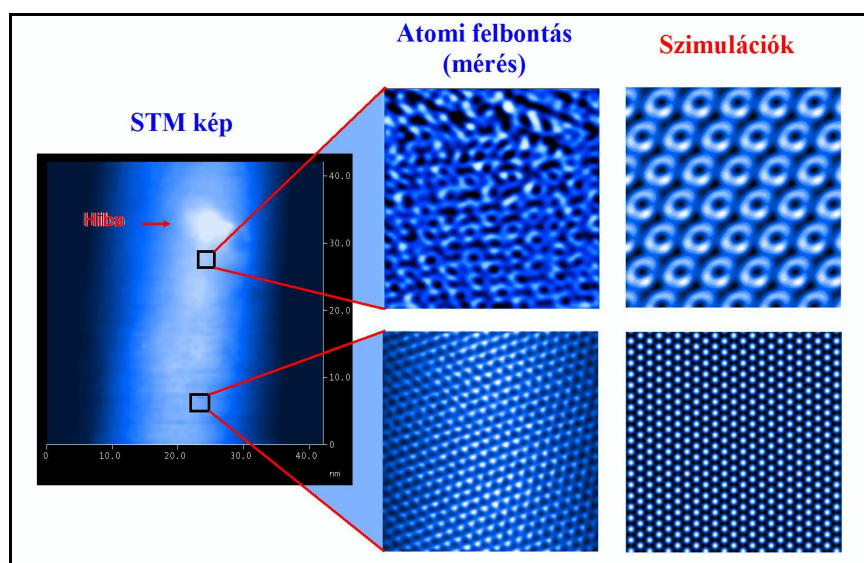
Elektronok szóródása szén nanocsövek hibahelyein

Az elektronikai eszközök további miniaturizálása a közeljövőben már csak alapvetően új típusú technológiák segítségével lesz megvalósítható. Egy ilyen potenciális új technológia a molekuláris elektronika. A molekuláris elektronika egyik legígéretesebb építőeleme a szén nanocsövek családja, amelyek nanométeres átmérővel rendelkező elektromos huzalként illetve funkcionális elektronikai eszközként (dióda, tranzisztor) egyaránt üzemelhetnek.

Mivel ezen eszközök mérete összemérhető az elektronok koherenciahosszával, a bennük fellépő transzport (vezetési) folyamatokat alapvetően befolyásolják a kvantummechanikai hatások. Míg a hagyományos eszközökben a hibák jelenléte pusztán az

eszköz ellenállását növelte, a nanocsövekben, az elektronok szóródása a hibákon komplex interferenciajelenségek fellépését eredményezi, amelyek drasztikus hatással lehetnek az eszköz működésére. Ezen hatások pontos ismerete nélkül az eszközként való működés nem tervezhető.

Kevés olyan módszer áll azonban rendelkezésünkre, amellyel e hatások direkt módon vizsgálhatók lennének. Az STM az egyik ilyen potenciális vizsgálati módszer, mivel egyaránt képes információt szolgáltatni a minta atomi szerkezetéről és lokális elektronszerkezetéről.



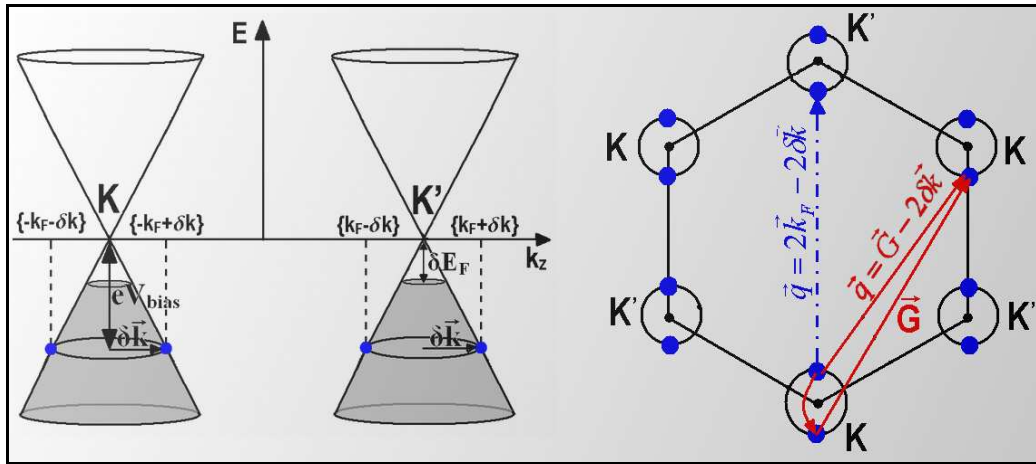
61. ábra: Savas kezelésnek alávetett többfalú szén nanocsőről készült STM felvétel

A savas kezelés hatására a nanocső falában keltett hibahely a baloldali STM felvételen, mint domszerű kiemelkedés jelenik meg, amely a hibahelyen megjelenő lokalizált elektronállapotokkal magyarázható (61. ábra). A hibahely által a nanocső elektronszerkezetében okozott erős perturbáció miatt nem lehet a hibahely atomi szerkezetét direkt módon leképezni STM mérésekkel, de a lokalizált állapotok részletes vizsgálatával következtetni lehet a hiba típusára.

A hibák által okozott hosszabb távú hatások megfigyelése akkor vált lehetővé, amikor a hibahely közvetlen környezetében sikerült atomi felbontású STM felvételeket készíteni. Összehasonlítva a hibahely környezetében készített atomi felbontású STM képeket, a nanocső hibamentes szakaszán készített STM felvételekkel, jól látható különbséget észleltek. Míg a hibahelytől távol a szén atomok elhelyezkedésének megfelelő háromszögrács látható, addig a hibahely közvetlen környezetében egy jellegzetes mintázat észlelhető, amely nem mutat látható korrelációt a nanocső atomi szerkezetével, így a mérés értelmezését csak elméleti számítások segítségével lehetett megadni.

Ezért a *Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutatóintézet* (MFA) Nanoszerkezetek Osztályán kidolgoztak egy elméleti modellt, amely a hibahelyek környezetében észlelt módosult elektronsűrűség eloszlást a hibahelyen szóródó elektronok interferenciájával írja le. Figyelembe vették, hogy a nanocső Fermi felületének környezetében, a

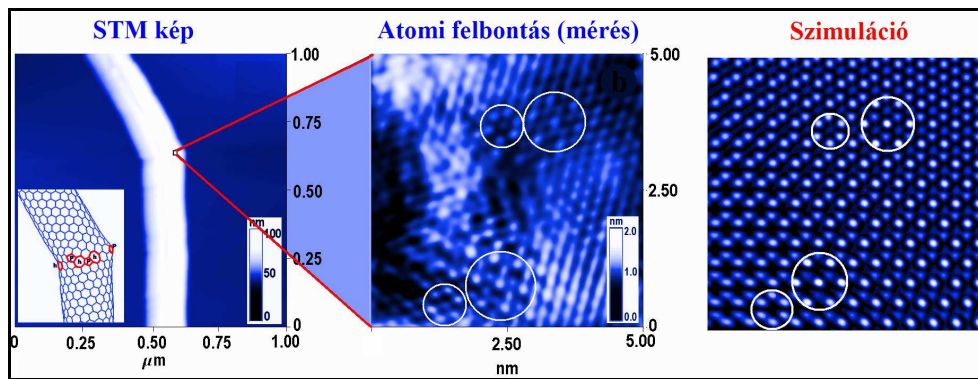
nanocsövek sáv szerkezete lineáris diszperziót mutat, és csak korlátozott számú megengedett állapot vehet részt a szórási folyamatokban. Így két jól elkülöníthető szórási mechanizmust tudtak megkülönböztetni: a kis, illetve nagy impulzusváltozással járó szórási folyamatokat (62. ábra).



62. ábra: Szórási mechanizmusok

A lehetséges szórási folyamatok és szórt állapotok figyelembevételével felírt hullámfüggvények már reprodukálni tudják az STM mérések során, a hibák közelében észlelt elektronsűrűség eloszlást.

A fenti elméletet sikeresen alkalmazták többfalú nanocső könyökön mért STM képek értelmezésére is. A nanocső könyökök a növekedés folyamán a hatszöges rácsba öt- illetve hétszög hibapárok beépülésével keletkeznek. Ezen szerkezeti hibákon történő elektronszóródás szintén értelmezhető, és jól reprodukálható a fent bemutatott elméleti modellel (63. ábra)



63. ábra: Többfalú nanocső könyökön mért STM képek

Az elméleti modell segítségével bebizonyították, hogy a nanocsövek hibahelyi környékén STM-el észlelt elektronsűrűség mintázatok a hibahelyeken szóródó elektronok interferenciájával magyarázhatók. Ezáltal kimutatták, hogy a nanocsövek hibahelyein végbemenő elektronszóródási folyamatok direkt módon tanulmányozhatók STM mérések segítségével. Ezen folyamatok pontos megértése kulcsfontosságú a molekuláris-elektronikai eszközök működésének megértéséhez és tervezettségéhez.

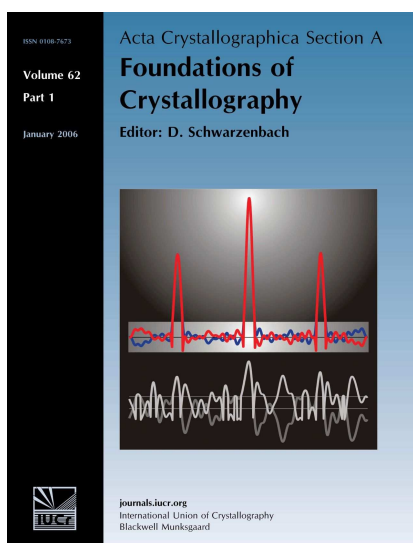
Matematikai kutatások gazdasági-társadalmi vonatkozásai

Kézzelfogható gazdasági haszonnal járt a már korábban elkezdődött szakmai kapcsolat az *MTA Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet* és a Morgan Stanley pénzügyi befektetési tanácsadó cég között. Miután a Morgan Stanley New Yorkot és Londont követően Budapesten hozta létre következő pénzügyi–matematikai kutatócsoportját, annyira meg volt elégedve az itt létrehozott tudásbázissal, hogy 400–450 fős pénzügyi központját is Budapestre telepíti, munkalehetőséget teremtve ezzel közgazdászok és informatikusok jelentős táborának.

Számos sikert hoztak az intézet épp csak elkezdődő bioinformatikai kutatásai. Hungarian Bioinformatics című pályázatukat támogatásra méltónak ítélte az Európai Unió, ami részint az eddigi eredmények elismerését jelenti, részint lehetőséget ad a vizsgálatok folytatására és kiterjesztésére. Emellett az intézet munkatársai hathatós részvételével megalakult a Magyar Bioinformatikai Társaság, melynek alelnöke és főtíkára is a Rényi Intézet munkatársa.

A „tisztán matematikai” sikerek is számos gazdasági–társadalmi vonatkozással bírnak. A közelmúlt egyik robbanásszerű fejlődésnek indult területe a regularitási lemma általánosításainak és különböző matematikai diszciplínákra való kiterjesztéseinek vizsgálata. Ezek a kutatások a Microsoft (Seattle), az ELTE és a Rényi Intézet kutatóinak részvételével a téma vezető kutatócsoportját hívták életre. A regularitási lemma megfelelőjét számos különböző matematikai struktúrában sikerült megtalálni, algebrában, csoportelméletben, véletlen struktúrákban, gráfsorozatokra, stb. Az eredmények nemzetközi elismertségét mutatja, hogy a téma számos kiemelkedő matematikusa vett részt a Phenomena in High Dimensions európai projekt 2007. januárjára szervezett workshopján. A résztvevők között a Microsoft és a magyarországi műhely képviselői között megtalálhatjuk a nagy izraeli, angliai, franciaországi és németországi központok képviselőit is. Az eddigi együttműködések további eredményekkel kecsegtetnek.

A diffrakciós szerkezetmeghatározás egy új módszere



Az *MTA Szilárdtestfizikai és Optikai Kutatóintézete* (SZFKI) Röntgendiffrakciós Laboratóriumának és Elméleti Osztályának együttműködő munkatársai egy új eljárást dolgoztak ki diffrakciós mérési adatok kiértékelésére. Könnyű adaptálhatóságának köszönhetően a töltésalternálás (charge flipping) módszere az első közlemény három évvel ezelőtti megjelenése óta rohamosan terjed. Alkalmazhatósága mára a diffrakciós szerkezetmeghatározás több területén nyert bizonyosságot; az algoritmust három felhasználói programcsomag kínálja alternatívaként nehéz esetek elemzésére. A kedvező nemzetközi fogadtatást jelzi több meghívott előadás az Európai és Nemzetközi Krisztallográfiai Unió konferenciáin, ez a

64. ábra

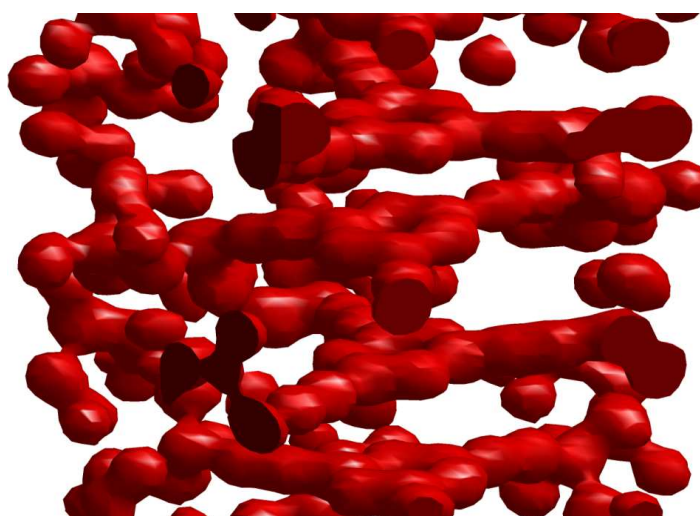
módszer illusztrálta az Acta Crystallographica A – Foundations of Crystallography című folyóirat teljes 2006. évfolyamának címlapját (64. ábra), és részletes tárgyalása már belekerült egy francia nyelvű krisztallográfiai tankönyvbe is.

Az anyagok térbeli szerkezetének meghatározása alapvető igénye a modern anyagtudománynak és az erre épülő számos ipari gyártási folyamatnak – a gyógyszergyártástól a repülőgépiparig. A kristályos anyagok mikroszkopikus szerkezetének meghatározására irányuló első és mindmáig legfontosabb kísérleti módszer a röntgendiffrakció. A röntgennyaláb áthatol a kristályon, az atomok elektronhéján szóródva interferenciát szenved, és ezáltal képet alkot a kristály belsejéről. A szerkezetmeghatározás feladata, hogy ebből a képből kiolvassa az atomok kristálybeli helyzetét. A feladat nem egyszerű, mert a mérés szolgáltatja információ töredékes: több-kevesebb pontossággal megállapíthatók a kristály periodikus rendjére jellemző irányok és a szórt sugárzás erőssége ezekben az irányokban, de hiányzik a szórt hullám fázisa. Márpedig, a fázisok ismerete nélkül az atomok térbeli helyzete direkt módon nem reprodukálható. A kísérleti munkát ezért elméleti-matematikai elemzésnek kell követnie, melynek célja a hiányzó fázisok meghatározása. A röntgendiffrakció közel száz éves története során a mérési technika fejlesztésével egyenértékű feladat volt a fázisrekonstrukció módszereinek folyamatos javítása. Hogy ez a feladat – minden nehézsége ellenére – nem reménytelen, az részben a mért intenzitásadatok redundanciájának, részben más, nem a diffrakciós mérésekből származó információk felhasználásának köszönhető. A redundancia mértéke a felbontás javításával növelhető és így a mérés technika fejlesztésén múlik. Az egyéb információk közül a legfontosabb az a tény, hogy a mért adat egy pozitív értékű függvény Fourier-transzformáltjának abszolút értéke. Ez a függvény az elektronsűrűség, azaz az atomi elektronok egységnyi térfogatra vonatkoztatott száma a tér különböző pontjaiban. A Fourier-analízis egy függvényt trigonometrikus függvények súlyozott összegeként állít elő, és pusztán annak ismerete, hogy az előállított függvény pozitív, komoly megszorítást jelent a komplex súlyok, a Fourier-együtthatók fázisaira nézve. A megszorítás matematikailag egyenlőtlenségek alakjában fogalmazható meg, és a szerkezetmeghatározás úgynevezett direkt módszere elsősorban ezekből az egyenlőtlenségekből levezetett közelítő fázisösszefüggésekre épül. További fontos információként a direkt módszer felhasználja az atomszerűséget, tehát hogy a röntgensugarat szóró elektronok a térben igen koncentráltan, az atommagok közvetlen környezetében találhatók. A kémiai összetétel és a kristály szimmetriáinak előzetes ismerete szintén előfeltétele a legtöbb szerkezetmeghatározó módszer működésének. A klasszikus direkt módszer, amelynek két fő kidolgozója, Hauptman és Karle 1985-ben kémiai Nobel-díjat kapott, lényegében 1950 és 1970 között alakult ki, a számítógépek gyermekkorában. A módszer ennek megfelelően számítógéppel megsegített, de alapvetően analitikus számítási eljárás volt. A számítógépek teljesítőképességének növekedtével a direkt módszert is automatizálták. Ugyanakkor a módszer filozófiája nem változott, az eljárás felhasználja a beprogramozott fázisösszefüggéseket és minden egyéb elérhető információt. Modern változatai csodálatra méltó teljesítőképességű, ám rendkívül bonyolult, alkotóik számára is nehezen áttekinthető programcsomagok.

Az SZFKI munkatársai által kidolgozott eljárás merőben más elveken alapul. A módszer lényegében gyenge perturbációk olyan sorozata, amely a hiányzó fázisok

terének nagy dimenziószámát hatékonyan lecsökkenti. A megvalósítás két alappillére a hatvanas évek második felében született új technika, az ún. gyors Fourier-transzformáció (FFT) és a mai asztali számítógépek rendkívüli kapacitása és számítási sebessége. A kettő együtt teszi lehetővé azt az iteratív algoritmust, amely Fourier- és inverz Fourier-transzformációk és a valós és reciproktérbeli adatmódosítások sorozatából áll. A módszer szemtelenül merész alapfeltevése az, hogy kellően jó felbontás esetén nincs szükség sem fázisösszefüggésekre, sem járulékos ismeretekre, a Fourier-együtthatók mért abszolút értéke és a valós térbeli függvény pozitivitása elegendő a hiányzó fázisok iteratív meghatározásához. Az eljárás kezdeti lépésként a kísérleti abszolút értékekhez véletlen fázisokat rendel. Az inverz Fourier-transzformációval kapott valós térbeli függvény a jó fázisokkal nem-negatív lenne, a véletlen fázisokkal viszont helyenként negatív. Következő lépésként ennek a függvénynek egy kis pozitív küszöb alatti – pozitív vagy negatív – értékeinek előjelét kell megváltoztatni: ez a módszer névadó lépése. Az eredmény egy olyan elektronsűrűség, amely mindenütt egy kis negatív szint fölött van. Ezt kell most Fourier-transzformálni, majd helyreállítani a kísérleti abszolút értékeket, de megtartani a fázisokat. Ezzel lezárult egy ciklus, az új ciklust ismételt inverz Fourier-transzformáció kezdi. A további iterációs folyamat során a megoldást valamely jósági tényező hirtelen zuhanása jelzi, a jósági tényező azonban csak indikátorként, nem pedig optimalizációs célfüggvényként szerepel.

Ez a végtelenül egyszerű eljárás meglepően jól működik néhány olyan esetben, amely a klasszikus direkt módszereknek komoly nehézséget támaszt. Ilyenek a nem-periodikus, ún. modulált szerkezetek, amelyek négydimenziós térbeli periodikus szerkezetek háromdimenziós vetületeként jellemezhetők. Mivel a négydimenziós szerkezet térben kiterjedt, nem pedig pontszerű objektumok együttese, az atomi feltevéseken alapuló direkt módszerek kudarcot vallanak rajta. Másik példaként említhetők a valamilyen pszeudo-szimmetriát felmutató kristályok. A töltésalternálás módszere, amely semmilyen szimmetria-feltevessel nem él, az ilyen anyagok szerkezetét a direkt módszereknél gyorsabban és megbízhatóbban képes megoldani. A legújabb irodalmi eredmények



szerint az új algoritmus segítségével polikristályos anyagokon és kvázikristályokon végzett mérések adataiból is történt már szerkezet-meghatározás (65. ábra). Az SZFKI munkatársai pedig a közelmúltban megmutatták, hogy a töltésalternálás egy változatával neutron-diffrakciós mérési adatokból is kinyerhető a kristály szerkezete.

65. ábra: Elemi cellánként 271 atomot tartalmazó pszeudoszimmetrikus triklin szerkezet elektronsűrűségének rekonstrukciója a töltésalternáló algoritmussal.

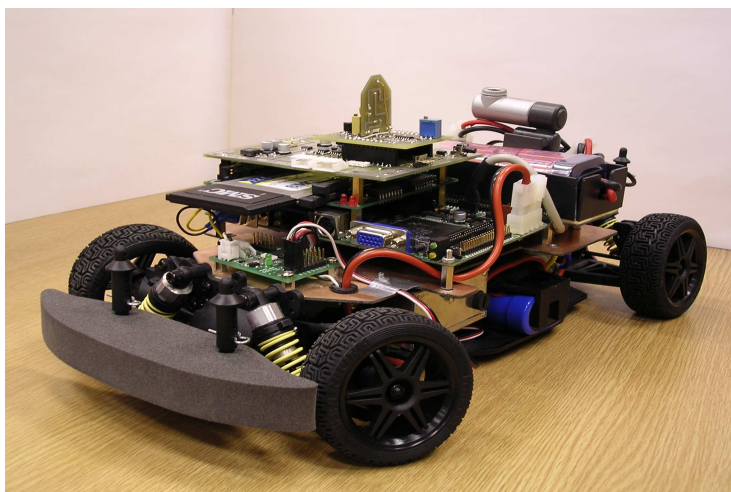
A számítástechnika és automatika gyakorlati alkalmazásai

Elektronikus járműirányítás

Az MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézetében (SZTAKI) a Rendszer és Irányításméleti Kutató Laboratórium az elektronikus járműirányítási kutatásai során a járművek és járműcsoportok irányítási módszereivel, valamint a járművön belüli és járművek közötti kommunikációval foglalkozik (66. ábra). A 2006. évi kutatási eredmények az alábbi három területre koncentráltak:

- Gépjármű aktív komponensei funkcionális integrálási lehetőségeinek kutatása az aktív fékezés, kormányzás és felfüggesztés komponensek integrálására irányult. A kutatás célja a járművekben lévő aktív irányítórendszerek működésének összehangolása, ami az erőforrások jobb kihasználását és a közöttük lévő kedvezőtlen kölcsönhatások kiküszöbölését eredményezi.
- A kommunikációs hálózaton alapuló rendszerirányítás témában nagy hangsúlyt kapott a kereszteződésen való áthaladás és az autópályán való közlekedés. Megtervezésre került egy vezeték nélküli irányítási hálózat is, amely a kooperatív járműirányítási kísérleteket támogatja.
- A hibatűrő fedélzeti elektronikus C-By-Wire típusú rendszerarchitektúrák megvalósításának vizsgálata során a lehetséges specifikációk kialakításának, tervezésének, kivitelezésének a vizsgálata megtörtént.

A Laboratórium az elektronikus járműirányítási kutatásai során szoros együttműködést alakított ki járműipari vállalkozásokkal és egyetemi tanszékekkel, továbbá bekapcsolódott a Budapesti Műszaki Egyetem koordinációjával létrejött Elektronikus Jármű és Járműirányítási Tudásközpontba.



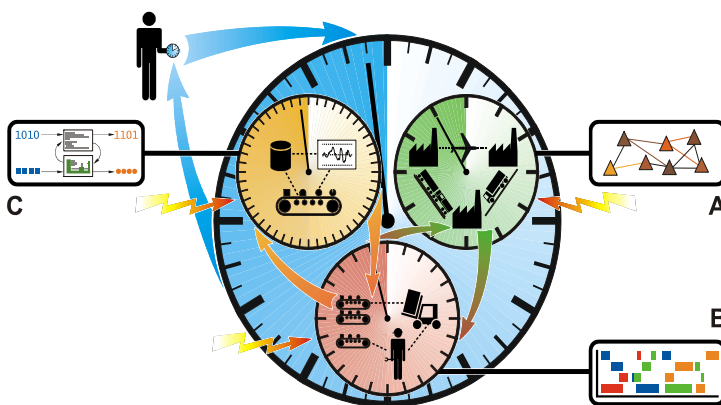
66. ábra: Elektronikus járműirányítási módszerek modellezése

Valósídejű, kooperatív vállalatok

A „VITAL: valósídejű kooperatív vállalatok” NKFP-projekt célja olyan technikák kutatása és felhasználása, melyek alkalmasak a változó, bizonytalansággal terhelt környezetben működő, összetett műszaki és gazdasági rendszerek valósídejű kezelésére,

különös tekintettel az informatika, az operációkutatás és a tudásalapú módszerek legújabb irányzataira, egyensúlyt teremtve az optimalálás, autonómia és kooperáció terén.

A 67. ábra foglalja össze a projekt fő célkitűzéseit: a termelési hálózatoktól az egyes gyárakon/üzemekon keresztül az egyes gépekig olyan megoldások kifejlesztése, melyek a teljes rendszer optimális – közel optimális működését biztosítják, mégpedig az adott terület által megkívánt valósidejű működés keretében. Az idő fontosságát mutatja az ábra nagy „órája”, mely jelképesen magában foglalja a termelési hálózatok (A), a vállalatok (B) és az üzemek, gyártósorok (C) szintjét, melyeket információ- és anyagáramlatok kapcsolnak össze. Az egész termelési láncot az ábrán villámokkal jelzett külső és belső változások és zavarok érik, melyekre az adott szintnek megfelelő válaszüddel, valósidejben kell reagálnunk. A megkívánt reakciósebesség a termelési hálózatoktól a vállalatokon keresztül az üzemekig, gyártósorokig fokozatosan növekszik, ezt mutatják az egyes szinteket reprezentáló kisebb „órák” egyre apróbb időegységei.



67. ábra: Termelési hálózat és a rájuk ható tényezők

A projekt témakörében a GE Hungary ZRt és az MTA SZTAKI együttműködése 6 éves múltra tekint vissza. További partnerek: a Miskolci Egyetem, a BME, a GE Hungary három beszállítója az M-real Petófi Nyomda Kft, a Dunapack Papír és Csomagolóanyag ZRt., és a Zalai Nyomda ZRt, valamint a Fraunhofer Társasághoz tartozó, stuttgarti székhelyű Gyártástechnológia és Automatizálási Intézet (IPA).

A GE Nagykanizsai Lámpagyárában – mely a maga nemében a világ egyik legnagyobbika – átfogó termelésinformatikai rekonstrukció részeként, 2006-ban bevezetésre került a több mint 100 gyártósor ütemezését végző rendszer. Az MTA SZTAKI-ban kifejlesztett, részben alapkutatásra, nagyobb részben alkalmazott kutatásra épülő szoftvercsomag lehetővé teszi a gyár heti ciklusú ütemtervének előállítását 15–20 perc alatt, döntéstámogató eszközként is szolgálva a gyári szakértők számára.

Az ütemezőn alapulnak a napon belül jelentkező változások és zavarok kezelését támogató, valamint a beszállító láncok átfogó, a teljes értékteremtő folyamat költségminimalizálását célzó, jelenleg fejlesztés alatt álló rendszerek. A létrehozott rendszerek nem iparág-specifikusak, várhatóan több hazai vállalatnál is felhasználhatók, akár telepített formában, akár elektronikus szolgáltatásként.

A projekttel kapcsolatos elméleti munkát támogatta az MTA Elnöke által Autonóm, kooperatív termelési-logisztikai rendszerek kutatása céljára odaítélt keret is. A témakör fontosságát és a hazai kutatók elismertségét jelzi, hogy a 2006-ban a SZTAKI Mérnöki

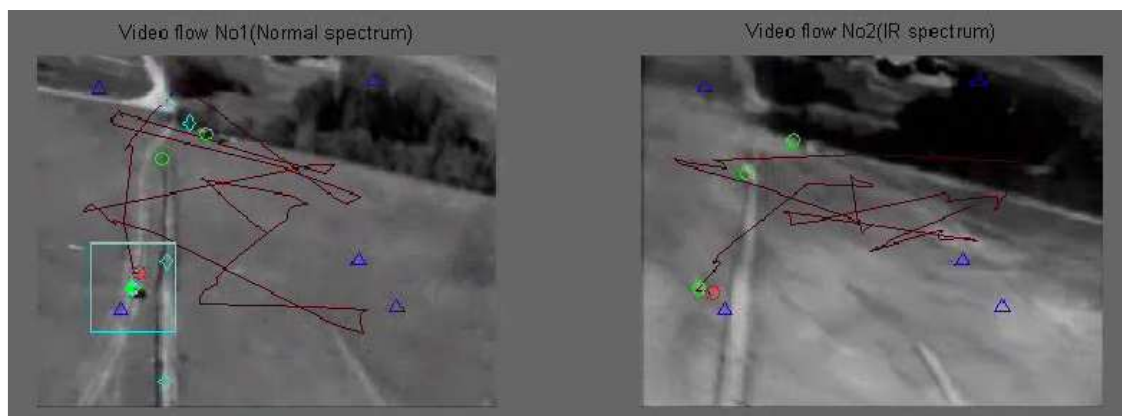
és Üzleti Intelligencia Kutatólaboratóriuma újabb három EU-projektet nyert el, melyből egyben a konzorciumvezetői szerepet is betöltik.

Autonóm légi felderítés és navigáció

Az *ALFA (Autonóm légi felderítés és navigáció)* NKFP-projekt fő kutatómérnöki célkitűzése egy olyan kompakt, könnyű és alacsony fogyasztású látórendszer létrehozása volt, amely a pilóta nélküli repülő járművek önálló vizuális felismerő és navigációs egysége lehet (68-69. ábra). A rendszernek érzékelnie és földi támogatás nélkül értelmeznie kell a vizuális információt (hosszú távú) navigációs döntések autonóm kialakításához. Kiépítésében mérnöki megfontolásokat ötvözött biológiai megfigyelésekkel, hogy a célorientált tervezés során az architektúra és funkció lehető legszorosabb kapcsolata alakuljon ki. A tervezés különlegessége, hogy külső infra és csillagfényerősítésű szenzorok csatlakoztatása is lehetséges, amelyek nehéz látási körülmények között (pl. köd, por és szürkület) is lehetővé teszik a vizuális információkinyerést és tájékozódást. A látórendszer működése légi járművek könnyű modelljein tesztelhető, jellegzetes terepformák és felszíni morfológiák, tereptárgyak, mozgó objektumok, illetve megváltozott környezeti viszonyok felismerésének demonstrálásával (70. ábra).



68–69. ábra: Pilóta nélküli repülő, erre tervezett vizuális felismerő és navigációs egység



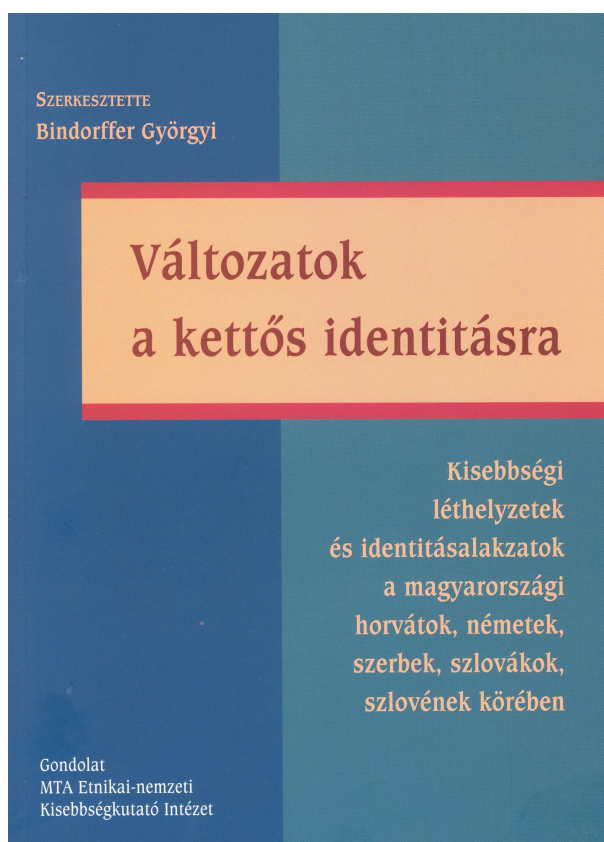
70. ábra: Külső infra és csillagfényerősítésű szenzorok csatlakoztatásával nehéz látási körülmények között készült légi felvételek

III. TÁRSADALOMTUDOMÁNYOK

Kisebbségkutatások a magyarországi kisebbségek körében

Az *Etnikai-nemzeti Kisebbségkutató Intézet* magyarországi kisebbségekkel összefüggő vizsgálatai közül lezárult a *Migráció, identitás, helyi társadalom* című kutatás, amelynek célja négy magyarországi német település (Piliscsaba, Somberek, Harta, Csolnok) migrációs folyamatainak vizsgálata volt: e migrációs folyamatok miként illeszkednek az országos tendenciákhoz, milyen azonosságok és eltérések mutatkoznak, s ezek milyen tényezőkkel magyarázhatók. A népmozgalmi folyamatokat a helyi társadalomban az elmúlt évtizedekben végbement gazdasági, társadalmi és politikai folyamatokba ágyazottan vizsgálták. Az elmúlt években megindult demográfiai,

gazdasági és társadalmi változások a helyi társadalom, közélet szerkezetét erőteljesen átalakították, az egyes etnikai, társadalmi, kulturális csoportok között tipikus konfliktusok keletkeztek. Ezeket a különböző csoportok különböző szimbolikus stratégiákkal, egyéni és közösségi identitás-politikákkal tudják kezelni.



71. ábra

Szintén befejeződött az *Asszimiláció, nyelvhasználat, identitás* című kutatás. Utóbbi zárókötetete *Változatok a kettős identitásra. Kisebbségi léthelyzetek és identitásalakzatok a magyarországi horvátok, németek, szerbek, szlovákok, szlovének körében* címmel jelent meg (71. ábra).

Az *Identitás – migráció – modernizáció* című program 2004-ben indult. A nemzeti identitás, az államhatalmi homogenizálási törekvések és a keresztkötődések viszonyrendszerének vizsgálata után 2006-ban a program keretében

elsősorban azt vizsgálták, hogy milyen hatása van a vegyes házasságoknak a magyarországi kisebbségi közösségek reprodukciójára, és milyen különbségek mutatkoznak az egyes kisebbségek között. Magyarországon a vegyes házasságok aránya – a cigányok kivételével minden kisebbség esetében – rendkívül magas, jóval magasabb, mint például a határon túli magyar közösségekben.

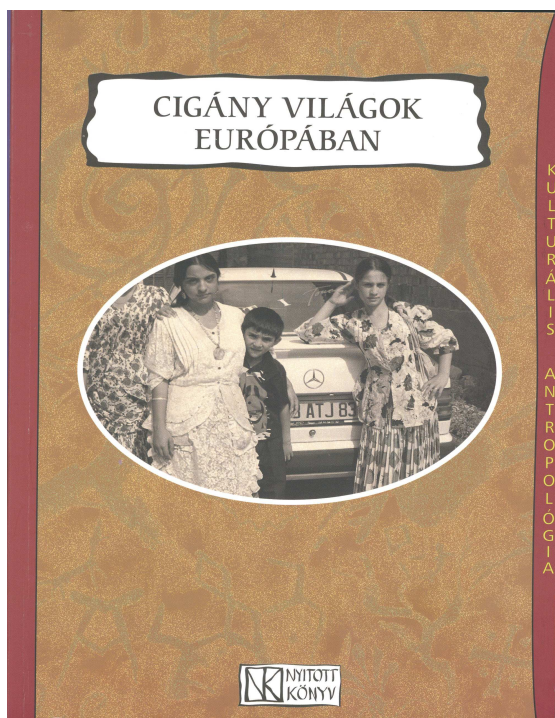
A *Kitelepítettek – visszaszököttek – visszatérők* című kutatási program vizsgálati tárgya azoknak az 1946–1948 között Magyarországról kitelepített sváboknak a sorsa, akik nagy számban tértek vissza szülőföldjükre – a levéltári források utalásai szerint számuk meghaladta a tízezret. A jelenség egyedülállóan tekinthető a régióban. Mögötte – az

egyéni sorsok különbözőségein és a véletleneken kívül – nyilvánvalóan olyan társadalmi tényezők vannak, mint a vizsgált személyek asszimiláltsága vagy integráltsága a magyar társadalomba.

Az Európai Unió bővítése és a migráció

Az európai szabadság és biztonság változásai (CHALLENGE) című 2004–2009 között zajló FP6-os kutatási program központi témája az EU bővítésének hatása az újonnan csatlakozó tagállamok biztonságpolitikájára, valamint a biztonsági szempontok érvényesülése a demokratikus intézményrendszerek működésében. Kiemelt szerepet kapott a migráció kérdése: a határellenőrzés, a külföldiek beutazása és tartózkodása különösen érzékeny terület mind a jogállamiság visszaszorulása, mind pedig a biztonsági megfontolások térnyerése szempontjából. Az újonnan csatlakozó tagállamok diaszpóra-politikájának vizsgálata további hangsúlyos elem. Nyilvános adatbázist hoztak létre (<http://libertysecurity.org/rubrique1.html>), amely elemzéseket és értékeléseket tartalmaz a szabadság és a biztonság változó európai kapcsolatát illetően.

Az európai multikulturális demokrácia és a bevándorlók társadalmi tőkége. Részvétel, szervezeti hálózatok, közpolitika lokális szinten (LOCALMULTIDEM) című FP6-program (2006–2009) hét európai nagyváros (Lyon, Milano, Budapest, Madrid,



72. ábra

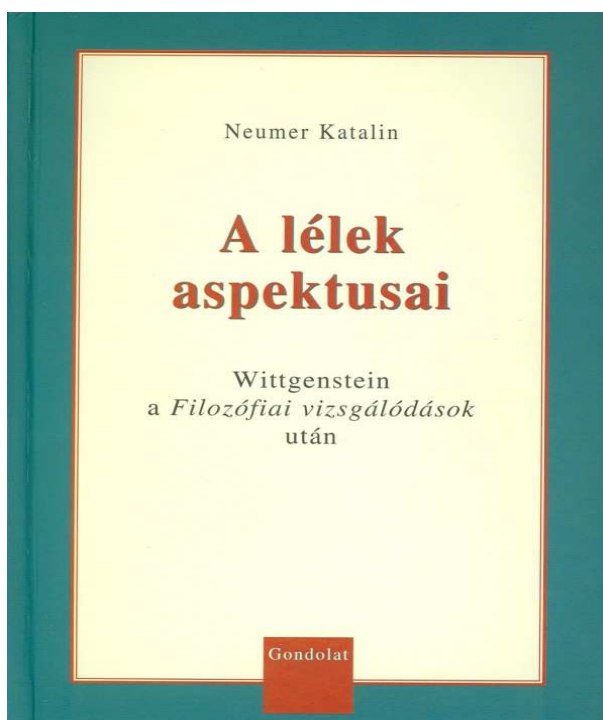
London, Genf, Neuchâtel) bevándorolt közösségeinek politikai integrációját vizsgálta. A multikulturális demokrácia helyi szintű megvalósulását a projekt a politikai integráció helyi gyakorlatain, intézményein, interkulturális szabályrendszerein keresztül vizsgálta, s végső soros arra kereste a választ, hogy a multikulturális közegben milyen sajátos megoldásokra van szükség a demokratikus közélet intézményrendszerének működtetéséhez.

A Magyarország regionális kapcsolatrendszerének átalakulása és az értelmiségi munkaerőpiac változásai a schengeni rendszerbe történő integrálódás előtt és után című program részeként három diszciplináris kutatás együtt vizsgálta az új típusú, határok nélküli szomszédságpolitika alakulását. Politológiai és nemzetközi jogi megközelítésben elemezték Magyarország szomszédságának visegrádi dimenzióját.

Az intézet romológiai tárgyú kutatásainak fontos eredménye a *Cigány világok Európában* címmel megjelent tanulmánykötet (72. ábra).

Kommunikáció- és nyelvfilozófiai kutatások

A *Filozófiai Kutatóintézet* legsikeresebb eredményei a Magyar Virtuális Enciklopédiát is fenntartó kommunikációfilozófiai programhoz kötődnek (<http://www.enc.hu/>). A 2003-ban indított tudomány- és kommunikációfilozófiai kísérlet folytatása során tovább bővítették az enciklopédia anyagának hagyományos típusú címszavait, ami által az „aktuális” rovatba kerültek a tudomány legújabb eredményeit bemutató címszavak. 2006-ban lehetővé vált a régóta tervezett együttműködés a Mindentudás Egyeteme programmal. Ennek keretében megtörtént a kilenc szemeszter során elhangzott 150 előadás belső logikai kapcsolatrendszerének feltérképezése, az egyes előadásokról szóló



73. ábra

hagyatékban jelentősen pontosítható az egyes szövegek keletkezési ideje, lehetőség nyílt az életmű új korszakolására, egy negyedik alkotói periódus elkülönítésére (73. ábra).

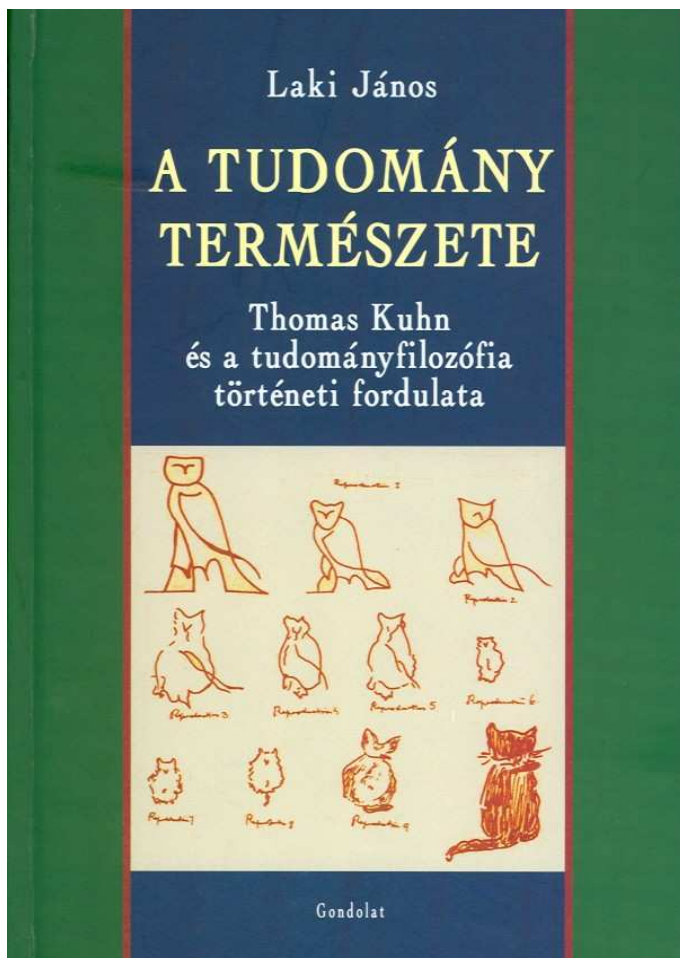
címdokumentumok elkészítése és publikálása a világhálón, illetve az előadások közti elsődleges kapcsolatok elhelyezése: ezek megjelentek a virtuális enciklopédia vizuális megjelenítőjén (az úgynevezett „csillagterképen”) is.

Az új, elektronikus kommunikációs eszközök általános elterjedésének filozófiai következményeit feltáró vizsgálatok megmutatták, hogy a mobil kommunikációs eszközök hozzájárulhatnak a társadalmi elidegenedés felszámolásához is. A közgazdasági szférához és a tudásmenedzsmenthez tartozó kutatók és vezetők publikációi és érdeklődése megmutatták az intézeti kutatások társadalmi relevanciáját.

Nyelvfilozófiai elemzéseik fontos hozadéka, hogy a Wittgenstein-

Vallás- és tudományfilozófiai kutatások

A vallásfilozófia 2006-ban a legdinamikusabban fejlődő intézeti kutatási ág volt. A publikációk a konzervatív, neotomista vallásbölcselet korunkban való létjogosultságát éppúgy bizonyították, mint az empirikus vallástudomány szükségességét. Ebben az évben bontakoztak ki a vallások társadalmi jelenlétét vizsgáló összehasonlító kutatások, amelyek az iszlám, a keresztény és a zsidó vallások magánügyből közügyé válásának tendenciáival és az egymással való párbeszéd lehetőségével foglalkoztak.



74. ábra

A tudományfilozófia területén főként a természet- és társadalomtudományok kijelentésrendszereinek formálódásával és változásával, e változások összetevőinek feltárásával foglalkoztak. Számos publikáción keresztül hűződik és új elemeket tartalmaz az a felismerés, hogy a tudományos paradigmák sokkal jobban ki vannak szolgáltatva a történeti és ideológiai kontextusnak vagy akár a nem tudományos kollektív hiteknek, mint eddig gondoltuk. Nemcsak Thomas S. Kuhn elmélete került ezáltal jobb megvilágításba, hanem az eszmetörténeti módszer érvényesítésével az intézeti kutatók esettanulmányokon keresztül olyan magyar tudósok nemzetközi tudományfilozófiai jelentőségét is megmutatták, mint Apáczai Csere János vagy Halmágyi István (74. ábra).

A filozófiai hagyomány kutatása

A magyar filozófiai hagyomány kutatása a magyar filozófia, történet- és irodalomtudomány 19. századi összekapcsolódási és szétválási folyamatait tárták fel Szontagh Gusztáv, Kállay Béni vagy Asbóth János életművének vizsgálatán keresztül. Emellett rámutattak arra, hogy a Kárpát-medence magyar szellemi (és ezen belül: filozófiai) kultúrájának adekvát megközelítési módja lehet az erdélyi, a felső-magyarországi és a Pest- vagy Debrecen-központú magyar filozófiai művelődésnek mint saját meghatározottságaikkal és hiányaikkal birkózó, egymást kereső tradícióknak a felfogása. Társadalomfilozófiai szempontból és más tudományágakra tekintettel is jelentős kutatási eredménye az intézetnek *Eötvös József Uralkodó eszmék* című művének átfogó elemzése és kritikája a korabeli filozófiai áramlatokhoz való kapcsolódás feltárásával és a mű utóéletének mítoszromboló rekonstrukciójával.

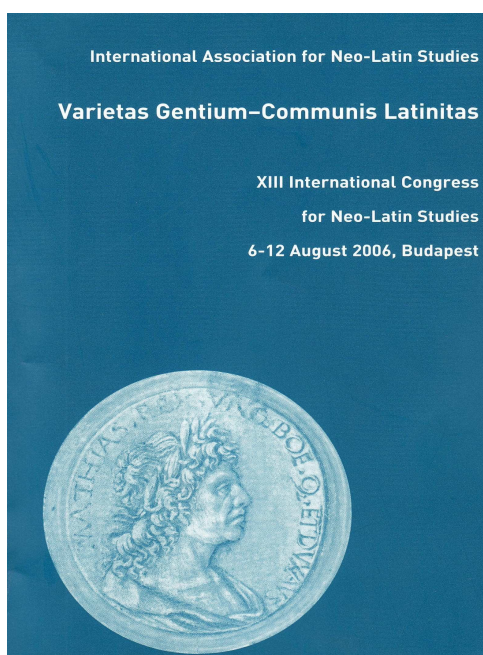
A Filozófiai Kutatóintézet újraindította az MTA egyik legrégebbi és leghatásosabb sorozatának, a *Filozófiai Írók Tárát*, a *Filozófiai Írók Tárát* (75. ábra). Az első két kötet (Arisztotelész és David Hume műveinek új, illetve átdolgozott fordítása) megmutatta, hogy lehetséges érvényesíteni a magyar filozófiai műnyelvben két fontos követelményt: a szakszergontól mentes, mégis szabatos megszólaltatást, valamint az antik és 18. századi szerzőknek a kortárs filozófiai áramlatokkal való párbeszédképességének megteremtését a filozófiatörténeti szempontokra tekintettel lévő terminológia segítségével.



75. ábra

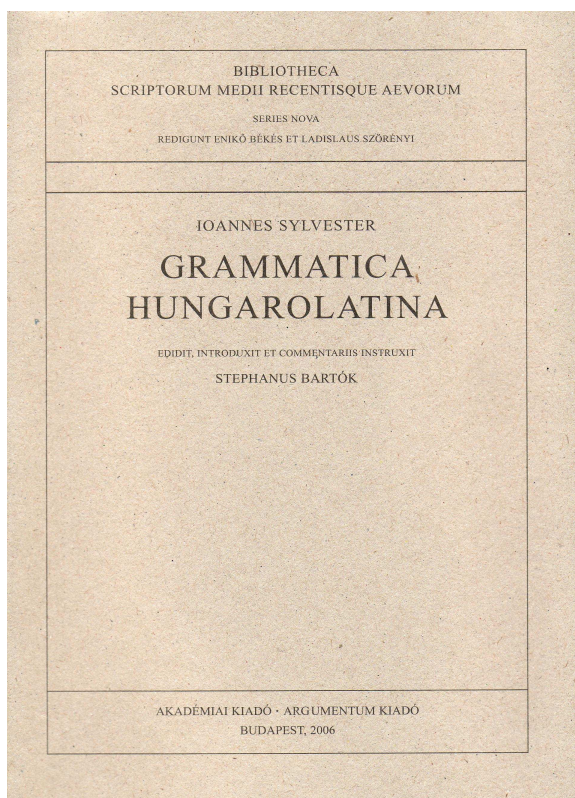
Neolatin filológia és irodalomtörténet

Az *Irodalomtudományi Intézet* hosszú idő óta kiemelt törekvése, hogy lépést tartson a vezető európai irodalomtörténeti felfogás azon változásával, amely a nemzeti nyelvek adta kereteken túlnyúlva egy-egy ország vagy régió és végső soron az egész európai kontinens és a hozzá kapcsolódó újjvilágbeli területek kora újkori irodalmának lényeges



76. ábra

mozzanatait a módszertanilag gyökeresen újrafogalmazott klasszicizmus jegyében tárgyalja. Tehát tárgyát a korai humanizmus (az 1300-as évek) korszakától kezdve a 18. század végéig, Közép- és Kelet-Európában sokszor a 19. század közepéig vagy második harmadáig létrehozott, és az egész művelt világ közös művelődési kommunikációjának alapjául szolgáló neolatin (régibbi nevén: késő- vagy modern latin) irodalom vizsgálatának fényében közelíti meg. Ezen törekvések igen látványos eredménye volt az a 2006. augusztus 6–16. között az MTA Székházában megrendezett *XIII. Neolatin Világkonferencia* (76. ábra), amelynek fő rendezője az intézet volt. A szakma elitje, mintegy 250–300 kutató elé tudta tárni a 40 magyar résztvevő a hatnyelvű kongresszuson a magyar irodalom századainak szinte minden lényeges problémáját a neolatin kapcsolat jegyében.



77. ábra

Régóta hiányolt kiadványok jelentek meg a konferencia tiszteletére. A legkiemelkedőbb a több mint százéves nemzetközi várakozást kielégítő új *Janus Pannonius kritikai kiadás* első kötete. Ide sorolható továbbá *Sylvester János nyelvtana* (1539), valamint *Dugonics András latin regénye* (1784). Sylvester nyelvtana a humanista grammatika egyik legjelesebb alkotása (77. ábra), Dugonics regénye pedig a nemzetközileg nyilvántartott legkésőbbi heroikus-mitológiai latin regény. A konferencia tiszteletére megjelent a *Camoenae Hungaricae* című neolatin évkönyv harmadik évfolyama. Szintén megjelent a *Hercules Latinus* kötet, amely a világ-kongresszust előkészítő 2005-ös debreceni tanácskozási programját tartalmazza idegen nyelven, valamint a *Classica – Medievalia – Neolatina* kötet, amely a bonni világkonferencia magyar előadásait közli magyarul.

Az irodalomtörténet-írás elmélete, múltja és jelene

Mintegy negyedszázada az Irodalomtudományi Intézet legkiemelkedőbb kutatási témái közé tartozik az irodalomtudomány és kritika története. A mostanra tisztázott eredmények fényében, az utóbbi években egyre világosabbá vált, hogy az irodalomtudománynak is újra kell definiálnia önmagát, hogy lépést tarthasson az információs társadalom elvárásaival, s megőrizhesse fontos szerepét a társadalmi kommunikációban. Ehhez meg kell ismernie gyökereit, az elődök módszertani hibáit és erényeit, s összhangot kell teremtenie az értékmentő-újralfelfedező törekvések és az új tudományfelfogások között. Voltaképp minden irodalomtudomány egyszerre nemzeti és nemzetközi: a magyar kutatók saját felelőssége, hogy eredményeiket méltó módon juttassák el a külföldi értelmező közösségekhez. Szinte minden korszak és irányzat kutatóinak körében megindult a korábbi hagyományok feltárása és ütköztetése a jelenkori igényekkel. A kritikátörténet ilyenformán átível a korszakok fölött, s dinamikus összefogást és együttműködést sürget az irodalomtudományon belül. Ennek jegyében rendezték meg Debrecenben a VI. Hungarológiai Világkongresszust (2006. augusztus 21–27.), mely a kultúra, nemzet, identitás kulcsszavak jegyében hívta párbeszédre a magyar művelődéstörténet kutatóit (irodalom, szociológia, néprajz, történettudomány, művészet- és zenetörténet). A szerteágazó tematikán belül az egyik fő vitapontot az irodalom önértelmezése, illetve az anyagi és szellemi hordozóként funkcionáló nemzeti közösség önértelmezése adta. Fontos pillanat volt a

tudománytörténetben: az Európai Unióba való belépésünk alkalmával a nemzeti hagyományok túlélésének esélyeit vizsgálták.

A múlt feltárása és újraértelmezése nemcsak az irodalmi kutatás, hanem az oktatás, illetve az olvasói magatartás szempontjából is fontos. Az irodalomtörténet-írás köztudottan lassan vette fel ma ismert arculatát. Felvilágosodás előtti emlékeit nem érdemes vizsgálni az irodalommal, sőt tágabban az egész írásbeliséggel foglalkozó tudományágak nélkül (ilyenek pl. retorika, poétika, könyv-, nyomda- és könyvtártörténet, metrika, egyháztörténet, eszmetörténet, irodalmi intézménytörténet). Az egykor *historia litteraria* néven összefoglalt tudománycsoport 18. századi fejlődéséről ad számot egy vaskos tanulmánykötet. A *historia litteraria* fontos szerepet játszott az egyházi műveltség átalakításában; a jezsuita rend ezen átalakításban játszott szerepéről is több intézeti publikáció született.

2006-ban az intézet számos textológiai és kritikátörténeti kötettel és tanulmánnyal járult hozzá az irodalomtörténet önértelmezésének kutatásához. Néhány fontos érintett téma: Kölcsey Ferenc levelezésének és Reviczky Gyula összes költeményeinek kritikai kiadása; Krúdy Gyula teljesen ismeretlen irodalmi publicisztikája; Kassák és az európai avantgárd; a századelő híres irodalmi és filozófiai csoportosulásának, a Vasárnapi Körnek teljes újraértékelése; Kerényi Károly, Heisenberg és Gadamer kapcsolata; a magyar irodalom tendenciáinak térképe a III. évezred küszöbén; Derrida és Lukács mint magukat „nemzeti idiómában” kifejező filozófusok; az itáliai magyar vonatkozású művelődéstörténeti emlékek topográfiaja, végül az új irodalomtörténeti kézikönyvhöz írott előtanulmányok közül az 1800 előtti korszakok vizsgálatának kommunikációelméleti alapvetése, illetve a történeti kritika alapján az új kézikönyv egészéhez kialakított koncepció.

Az Európai Alkotmányos Szerződés és a hazai jogrend kapcsolata

Magyarország uniós csatlakozását követően a hazai jogalkotó feladatává vált, hogy a jogalkotási folyamatban az uniós jogból fakadó korrekciós és harmonizációs kötelezettségének eleget tegyen, ennél fogva kifejezetten hasznos, ha a jelentősebb uniós vívmányok esetleges későbbi hatásainak felmérése idejekorán megkezdődik. Ezt szem előtt tartva indultak kutatások a *Jogtudományi Intézet*ben a Magyarország által már ratifikált Európai Alkotmányos Szerződés (AESZ) és a hazai jogrend kapcsolatának egyes kérdéseiről. A kutatás világossá tette, hogy az AESZ nem egy alkalmi kompromisszum, hanem az EU tagállamainak olyan „közös nevezője”, amely sorsától, a ratifikáció elhúzódtásától függetlenül is középtávon meghatározza az EU alkotmányos fejlődésének irányait. A vizsgálódások a következő négy kérdés köré csoportosultak:

a) A kutatás áttekintette az AESZ kialakulását, a Konvent munkáját kísérő vitákat és azokat a főbb eredményeket, melyeket az AESZ elfogadása hozott. Az AESZ ugyan nem felel meg az alkotmánnyal szemben támasztott hagyományos követelményeknek, azonban nem egy tagállam nemzeti alkotmányának kritériumait kell rajta számon kérni, mivel az EU intézményi–alkotmányos alapjait fejleszti tovább. Az elemzés eredményeképp nyilvánvalóvá vált, hogy az európai *acquis* által már régóta tartalmazott jogállamiság követelménye és a négy szabadságnak a diszkrimináció tilalmával együtt

megfogalmazott tétele az európai jog elsőbbségének leszögezésével, valamint az EU nemzetközi jogi jogalanyiségének rögzítésével együtt megnyugtató, átfogó és világos, jól rendszerezett módon és tartalommal foglalja alkotmányjogi rendszerbe az EU intézményi–jogi rendszerét.

A kutatás során azonban az AESZ egyes problematikus szabályai, intézményei is felszínre kerültek: ilyen pl. a magyar Alkotmány alapján alkotmányellenesnek minősülő kötelező ajánlások és vélemények jogforrásként való intézményesítése, valamint az inkább politikai deklarációnak, mintsem konkrét, alkalmazható jogi normának minősülő Alapjogi Chartának az AESZ-ba való beemelése.

b) A kutatás másik csomópontja az, hogy a magyar jogalkalmazók közül az Alkotmánybíróságnak milyen nehézségekkel kell szembenéznie. Az Alkotmánybíróság kizárólag a magyar Alkotmány alapján hozhat határozatot, ítélezési gyakorlatában másra nem alapíthat döntést. Ugyanakkor az Alkotmány 2.§-ának az EU-s csatlakozáskor végrehajtott módosítása során nem foglalkoztak az európai jog elsőbbségének kérdésével, így adott esetben a magyar Alkotmányba ütköző magyar jogszabályt akkor is köteles a testület megsemmisíteni, ha az pl. egy európai irányelv átültetése révén került a magyar jogrendbe. Az Alkotmánybíróság ellentmondásos gyakorlata elkerülhetetlenné teszi az európai jog elsőbbségének az Alkotmányban történő rögzítését annak érdekében, hogy a testület világos alkotmányi alapon hozhassa meg döntéseit. Jelenleg ugyanis az európai jog elsőbbségének tétele a csatlakozási szerződés alapján az Alkotmánybíróságra nem vonatkozik. Nyilvánvaló, hogy az AESZ hatályba lépése esetén ez a kérdés még élesebben fog felvetődni.

c) A jogalkotó ugyancsak nehézségekkel néz szembe akkor, amikor a folyamatos jogharmonizációs kötelezettség folytán az AESZ számos rendelkezésére a magyar jogrendnek is reflektálna kell. Már most is számos problémát okoz, hogy európai jogi irányelvek átültetése során a jogalkotó kénytelen felszámolni az adott magyar jogszabály konzisztenciáját, belső koncepcióját, gondolatmenetét, illetve további nehézségeket okoz a most is létező iránymutatások, közlemények (guidelines, notice) elterjedése, mivel ez a jogforrási gyakorlat a magyar Alkotmánybíróság következetes gyakorlata alapján súlyosan alkotmányellenesnek minősül. Ezt a jogintézményt emeli az AESZ alkotmányi szintre és rangra a kötelező ajánlás, vélemény jogforrási intézményének megalkotásával. A tárgyalt rendelkezés a magyar jogrend szempontjából komoly alkotmányossági problémákat vet fel.

d) Figyelemmel arra, hogy az AESZ-nak vagy az esetleg azt felváltó bármely más, nagyjából hasonló tartalmú okmánynak a hatályba lépése komoly tartalmi konzekvenciákkal jár a magyar jogrendszerre, a kutatás negyedikként azokat az okokat vizsgálta, amelyek az európai és a magyar jogrend között elemzett kölcsönhatásokhoz, esetenkénti konfliktusokhoz vezetnek. A vizsgálódások eredményeként világossá vált, hogy az európai jog mint jogág rendszere a tagállamok jogirodalmában nem tisztázott. A kutatás az európai jog tagállamoktól való elkülönülését és belső sajátosságát abban találta meg, hogy ez a joganyag, mint jogág tartalmilag–jogpolitikailag másra irányul mint a tagállamok jogrendjének jogpolitikai céljai. Az európai jog ugyanis a gazdasági unió tekintetében a belső piac egységének fenntartását, a politikai unió tekintetében pedig az EU működtetésének intézményi–alkotmányos kereteit törekszik megteremteni.

Mindkét jogpolitikai cél értelmezhetetlen a tagállami jogrendszerek gondolatvilágában, hiszen azok más jogpolitikai célokat valósítanak meg. A kutatás arra a – nemzetközi konferenciákon is elismerést és méltatást kiváltott – eredményre jutott, hogy téves pusztán az alkalmazott jogintézmények formális rokon vonásai alapján pl. európai társasági vagy európai versenyjogról, vagy akár európai alkotmányjogról beszélni, helyesebb az európai jogot – sui generis jogrendként értelmezve azt – általános és különös részre osztani. Az európai jog rendszertani problémáival való szembenézés nélkül az AESZ-nak, és általában az európai jognak a magyar jogrendszerre gyakorolt hatásai sem értelmezhetők.

Diszkrimináló szerződések hálózati iparágakban

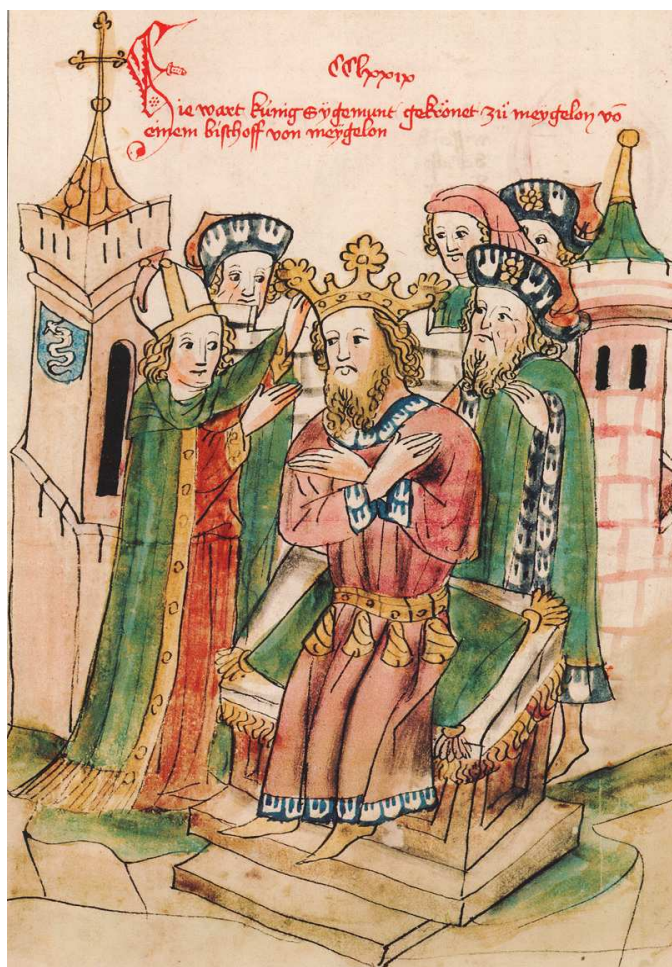
A *Közgazdaságtudományi Intézetben* folyó, a diszkrimináló szerződéseket hálózati iparágakban vizsgáló kutatás az ár- és minőségi diszkrimináción alapuló monopolista viselkedést hálózati hatásokkal rendelkező iparágakban elemzi. Pozitív hálózati hatások akkor állnak fenn, ha a gazdasági szereplőknek az adott jószág fogyasztásából származó hasznossága megnő, ha más gazdasági szereplők is ugyanazt vagy az azzal kompatibilis jószágot fogyasztanak. Ezek a hatások számos modern iparágban jelentkeznek, például a hardver- és szoftveripar termékei, a telekommunikációs és egyes banki szolgáltatások esetében, ahol a fogyasztók nemcsak az ár alapján, hanem az elérhető hálózatok méretét is figyelembe véve választják ki a terméket. Ezek az iparágak abban is hasonlóak, hogy erősen koncentráltak – ez sokszor a szabadalmi licencek egyenes következménye –, illetve a diszkriminációs technikák számos példáját mutatják be. Elég csak a különböző szoftververziók vagy telefontarifacsomagok nagy számára gondolnunk. A monopóliumok gyakori jelenléte miatt tehát különösen fontos mind szabályozási, mind versenypolitikai szempontból az, hogy az alapvető közgazdasági törvényszerűségeket feltárva jobban megértsük ezen szereplők viselkedését.

A hálózati hatások miatt a gazdasági szereplők döntései erősen függenek egymástól, és nagy szerepe van annak, hogy a fogyasztók milyen várakozásokat formálnak a kialakuló hálózat nagyságára nézve. A döntések összetettsége miatt komoly egyszerűsítő feltevések nélkül nem lehet megoldani a leíró modelleket. A projekt fő módszertani hozzájárulása, hogy a komplementaritás feltételére és standard szerződéselméleti eszközökre alapozva építi fel modelljeit, és így hasonlítja össze a különböző piaci szituációk, piaci formák mellett előálló egyensúlyokat.

Különösen a szoftveriparban gyakran előforduló piaci jelenség, hogy a vállalatok szándékosan eltávolítják eredeti termékük egyik alapvető funkcióját, és a lerontott minőségű verziót alacsonyabb áron vagy akár ingyen adják. A 2006-ban publikált cikk erre a gyakorlatra ad magyarázatot egy funkcionális minőségrontásra alapuló modellben aszimmetrikus hálózati hatásokkal. Megmutatja, hogy – hacsak a hálózati hatások nem nagyon gyengék – a vállalatnak mindig érdekében áll egy „butított” verzió piacra vitele, és a legtöbb esetben ez nagyobb jövedelmet eredményez, vagyis ez a fajta diszkrimináló árazás általában egybeesik a társadalom érdekeivel.

Magyar vonatkozású középkori művészettörténeti kutatások

A *Művészettörténeti Kutatóintézet* kiemelkedő teljesítménye a Szépművészeti Múzeumban megrendezett, magyar–luxemburgi együttműködéssel megvalósult *Sigismundus – rex et imperator* című kiállítás és annak tudományos katalógusa. Az intézeti iniciativa alapján született kiállítás, melynek előkészítő konferenciáiban, megvalósításában és egy neves német kiadónál megjelent tudományos katalógusának elkészítésében az intézet munkatársai kulcsszerepet töltek be, a nemzetközi tudományos élet kiemelkedő momentumává emelkedett. Ennek kapcsán az intézet



sikeres, sok problémát tisztázó munkaértekezletet szervezett a kérdéskör meghívott cseh szakkutatóinak részvételével a prágai IV. Károly és a budapesti Zsigmond-kiállítás kapcsán felmerült, a közép-európai művészeti kölcsönhatások irányait és volumenét érintő vitapontokkal kapcsolatban (78. ábra).

Részben nemzetközi keretben (német – cseh – lengyel – magyar), részben az OTKA segítségével folytatódott a fontos publikációkat eredményezett a Jagelló-kor művészetének, ezen belül a szárnyas oltároknak a kutatása. A középkori magyar szentek kultuszát interdiszciplináris szempontból is vizsgáló – Szent László udvari és provinciális tiszteletére, újabban Szent Imre és Szent Erzsébet lokális tiszteletére vonatkozó – kutatások szintén jelentős részeredményeket könyvelhettek el.

78. ábra: Zsigmond koronázása Windecke emlékiratából, 1445–1450, Bécs Österreichische Nationalbibliothek

18. századi kastélyépítészet

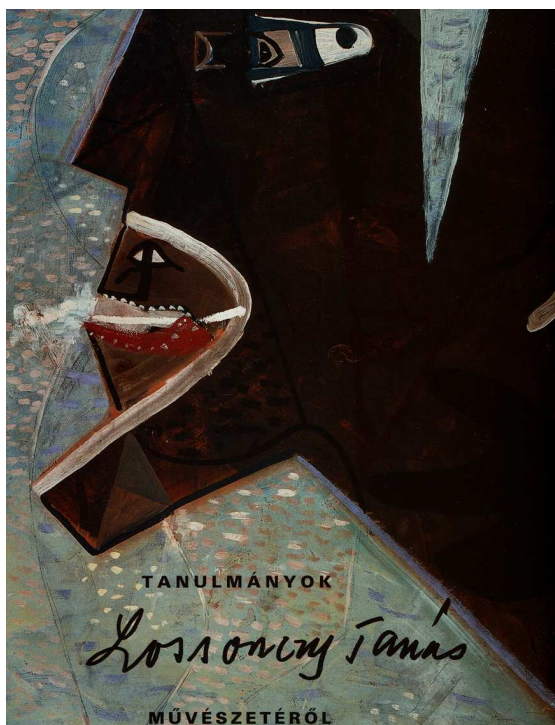
Sikeresen befejeződött a barokk kertművészetet úttörő szempontok szerint feldolgozó program, mely a történeti és botanikai szempontok összekapcsolásával több felvidéki és dunántúli kastélypark, így Fertőd vagy Csákvár rekonstrukciójához járulhatott hozzá. Külföldi, osztrák, szlovák és horvát levéltári forrásokat is feldolgozva több publikáció született a barokk kor főnemesi mecenatúráját feldolgozó kutatás során. Az eddig

ismeretlen források feltárására alapozva nemzetközi konferenciákon is nagy figyelmet keltettek a 18. század építészetére és építészeti oktatására vonatkozó, valamint a század építészetének problematikus vonatkozásait tisztázni igyekvő kutatások. Eredményeket hoztak a kastélyok inventáriumaira, illetve belső berendezéseire (pl. kályhák) vonatkozó mélyfúrások. Ennek segítségével készülhetett el a veszprémi Dubniczay-ház rekonstrukciója, valamint – nem kis mértékben a fraknói Esterházy-családi levéltár eddig ismeretlen anyagainak feldolgozására támaszkodva – a fertődi operának a 2009-es Haydn-évfordulóra esedékes helyreállítási dokumentációja.

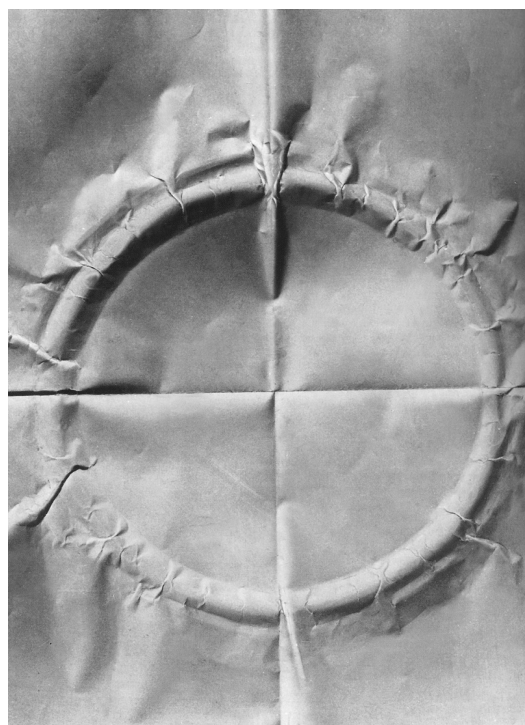
Legújabb kori művészettörténeti kutatások

Az intézet tevékeny részt vállalt a *Magyar Vadak Párizstól Nagybányáig* című, a Magyar Nemzeti Galériában megrendezett kiállítás és tudományos konferencia megvalósításában. Fontos, nemzetközileg is értékelt eredmények születtek a szimbolizmus és a szecesszió feldolgozása során, elsősorban az irodalmi és zenei kapcsolatokra, valamint Csontváry és a fotográfia kapcsolatára vonatkozóan. Lezárult a korszak művészetkritikáját tárgyaló kritikai forrásgyűjtemény szerkesztése.

A Műcsarnokkal való együttműködésben tanulmánykötetet készítettek és szerkesztettek az egyik legjelentősebb modern művész, a 103 éves Lossonczy Tamás művészetéről (79. ábra). Monográfiát jelentettek meg a kortárs művészet paradigmaticus egyéniségének számító Pauer Gyuláról (80. ábra).



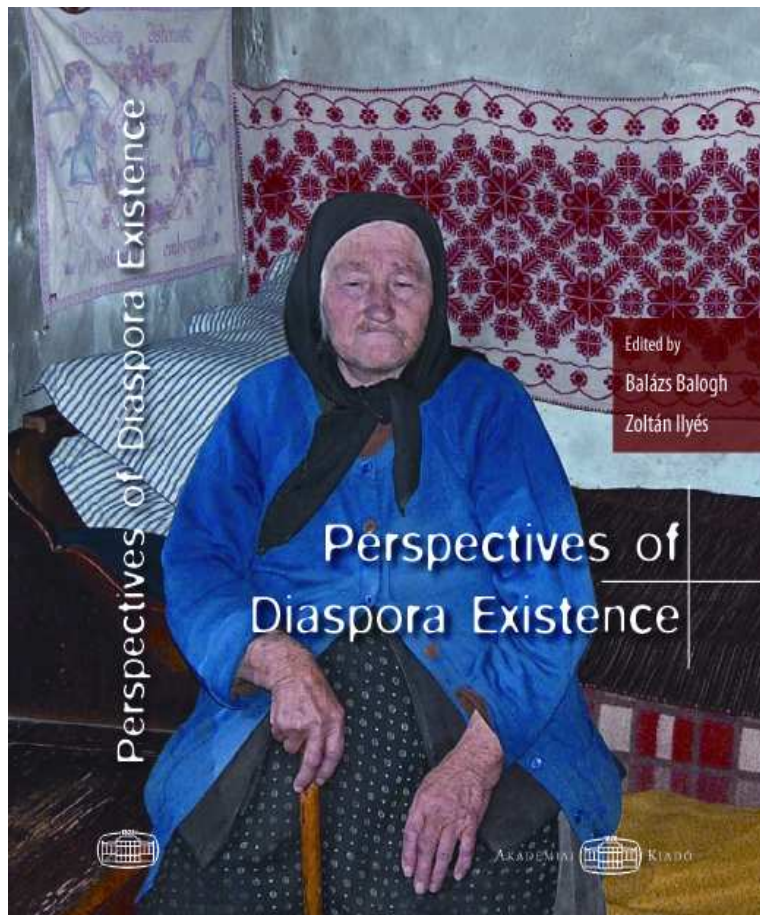
79. ábra



80. ábra

Regionalitás, közösségépítés, szórványgondozás

Az európai integrációban különféle szinteken részt vevő szomszédos országokban a magyar kisebbségi- és szórványproblémák kezelésében új perspektívák nyílnak. A regionalitáson, a szubszidiaritáson alapuló támogatás- és fejlesztéspolitika felértékeli a helyi és mikroregionális kötődésű etnikai csoportok kulturális, civiltársadalmi, közösségépítő, közművelődési potenciálját. A *határon túli magyar szórványok kutatása* című program keretében a *Néprajzi Kutatóintézet* és az *Etnikai-nemzeti Kisebbségkutató Intézet* munkatársai az észak-erdélyi Kalotaszegen, Domokoson, Gereblyén és Erzsébetbányán a recens határhasználat és tájszerkezet agrártörténeti, birtoktörténeti és ökológiai összetevőit, az etnikai és nemzeti identitás változását, az asszimilációt, valamint a szerémségi Dobradóban a bácskai tömbmagyarság és a szerémségi szórványmagyarság vallási aspektusait hasonlították össze.



81. ábra

A két intézet a Kriza János Néprajzi Társasággal együttműködve a kalotaszegi Zsobokon (Jebucu) 2006. június 9–12. között *Regionalitás, közösségépítés, szórványgondozás – Nemzetközi összefogás a szórványkérdésben* címmel konferenciát rendezett, amelynek anyaga magyarul és angol nyelven – ez utóbbi *Perspectives of Diaspora Existence* címmel (81. ábra) egyaránt megjelent. A Nemzeti Kulturális Alap által is támogatott rendezvény szervezői a Kárpát-medencei szórványkutatás aktuális eredményeinek összegzését, megvitatását és a szórványprobléma 21. század eleji kezelését, megoldások keresését és kidolgozását, valamint ennek szélesebb szakmai–

közéleti, döntéshozói körben való megismertetését tűzte ki célul. A széles szakmai összefogással szervezett konferencia a szórványkutatásban és -gondozásban részt vevő kutatók, lelkesek, tanárok, helyi döntéshozók és civiltársadalmi szereplők vélemény- és tapasztalatcseréjére épült.

A szórvány probléma társadalmi súlyosságát jelzi, hogy az erdélyi magyarság több mint fele szórványhelyzetben él. A szórvány probléma nem szűnik, mert a szórványmagyarság újratermelődik. Fontos fejlemény a 21. század kezdetén, hogy az európai integráció a szomszédos országok számára a magyar kisebbségi- és szórványproblémák kezelésének kérdésében új perspektívákat nyitott. Az új lehetőségekkel csak akkor lehet élni, ha van tudományos elméleti megalapozottságú koncepció a fenti kérdéskörben, amire más tudományágak és a gazdasági szektor szakemberei is támaszkodhatnak.

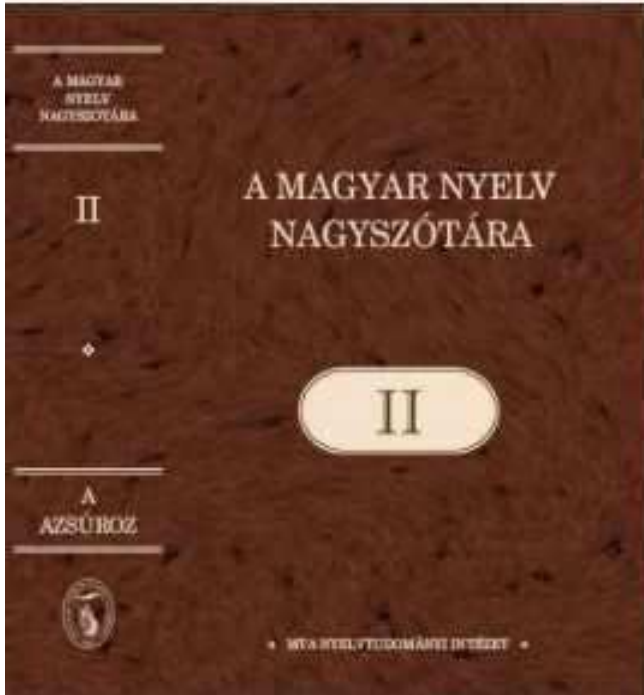
Jelenkutatás

A paraszti társadalom felbomlásával felértékelődött a jelenkutatás szerepe. A magyar néprajz több mint két évszázados – éppen a zömmel történeti kutatásokon alapozódó – tapasztalata révén azonban számos olyan eredmény, módszer, elméleti megfontolás birtokában van, amely képessé teszi, hogy ne csak a szorosan vett, ma már inkább csak kikövetkeztetett, hagyományosnak nevezett paraszti társadalmat és műveltséget elemezze. Ilyen lehetőség a szociológiai, ökológiai, antropológiai és más diszciplínák módszertani és elméleti tapasztalataival kibővült, jelentőségében és eredményeiben is megerősödött társadalomnéprajzi jelenkutatás is. Állandóság és változás, hagyomány és modernizáció, azok a kulcsfogalmak, amelyek köré a vizsgálatok szerveződnek. A kutatások középpontjában azok a kérdések állnak, hogy a magyar vidék jelenkori kiútkeresésében milyen szerepe van a korábbi gazdasági stratégiák, a helyi hagyományok újraéledésének vagy átértékelésének, illetve a modernizációs minták követésének. Vizsgálják az egyének és a helyi közösségek élet- és alkalmazkodási stratégiáit, a közösségszerveződés új formáit, a lokális és etnikai identitás kérdéseit, a helyi politika és a hatalom viszonyát három időszakában: a szocializmus időszakában, a rendszerváltozást követően, illetőleg az Európai Unióhoz való csatlakozás után.

A paraszti közösségek felbomlásának, átalakulásának vizsgálata, az értékrend-változás követése falun a 20. század második felében elnevezésű kutatásban az egyén és közösség viszonyát, az értékrendek megváltozását, a lokális kapcsolatháló alakulását, közösségi minták és normák változását, illetve a változás és folyamatosság kérdéskörét kutatják a projektben dolgozók a kiválasztott lokális közösségekben, az 1945-től napjainkig terjedő időszakra fókuszálva. A kutatás különböző előéletű/társadalmi helyzetű emberek (volt cseléd, középparaszt, kulákká nyilvánított nagygazda) életsorsán, önértékelő reflexióin keresztül mutatja be a szocialista korszakban bekövetkezett értékrend-változást. Egy matuzsálemi kort megért parasztgazda életsorsa és tudásanyaga monografikus igényű feldolgozása *A személyes paraszti tudás érvényessége – Kisújszállás társadalma és gazdálkodása egy száz évet élt parasztgazda emlékezetében* címmel látott napvilágot az intézet *Néprajzi tanulmányok* sorozatában, és 2006 novemberében, a tudomány ünnepe alkalmából a Magyar Tudományos Akadémia és az Akadémiai Kiadó nívódíjjal jutalmazta.

A magyar nyelv nagyszótára

A *Nyelvtudományi Intézet*ben elkészült és 2006 novemberében megjelent *A magyar nyelv nagyszótára 1. Segédletek* és *2. A–azsúroz* kötete (82. ábra). A 18 kötetesre tervezett, adatbázisként készülő korpuszalapú értelmező szótári sorozat százezer szócikkben mintegy 110 ezer címszót dolgoz fel, az irodalmi és köznyelv szókincse mellett bőségesen válogatva az archaikussá vált szavakból, a csoport és rétegnyelvek, a nyelvjárások, a szleng stb. szókészletéből is.



82. ábra

A *Segédletek* kötet áttekinti a Nagyszótár történetét, és bemutatja az adatbázisként készülő szótár informatikai hátterét, valamint részletes tájékoztató olvasható benne a szótár szerkesztési elveiről, szerkezetéről és használatának módjáról. Ez a kötet tartalmazza a szöveggyűjtemények mintegy harmincezer tételes bibliográfiáját a forrásazonosítók rendjében, valamint a felhasznált példamondatok szerzőinek, illetve a fordítások eredeti szerzőinek névlistáját. Itt kaptak helyet a magyar szóalaktant bemutató paradigmatablázatok, amelyekre a szócikkekben található paradigmajelzések utalnak.

Az első szótári kötet az *a* és *á* betűs címszavakat tartalmazza. A szótári rész 4500 szócikkben 4443 önálló, illetve 1087 alcímszót, továbbá 537 értelmezett szókapcsolatot dolgoz fel, összesen 14 346 jelentésegységre bontva. A szavak bemutatását 47 533 példamondat gazdagítja (83. ábra). A kötetben 388 utaló szócikk segíti az eligazodást. Itt kapott helyet a példamondatokban előforduló rövidítések jegyzéke is.

2006 folyamán történt meg a szótár főszerkesztése, a bibliográfia, illetve a szócikkek filológiai és formai ellenőrzése, a címszavak morfológiai kódolása, s elkészültek a szótári sorozat bevezető tanulmányai is. A teljes kiadói munkát (tipográfia, borítóterv, tördelés, korrektúra, levilágíttatás, kapcsolattartás a nyomdával, illetve a terjesztést végző Kossuth Kiadóval) a Szótári Osztály munkatársai végezték.

ajakhang fn 3A1 (*Nyelvt.*) ☉

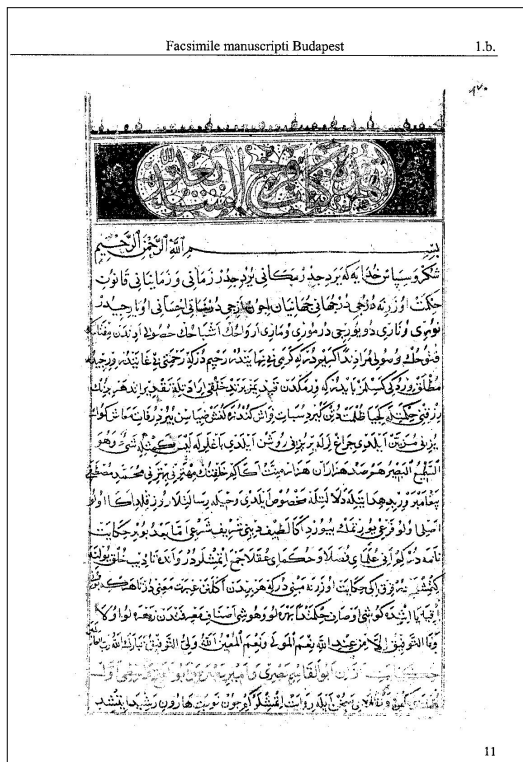
1. 'két ajakkal, ill. a (felső) fogsorral és az (alsó) ajakkal képzett mássalhangzó; labiális' ♦ a török *bajıl* és a magyar *ájul* szóban (mely utóbbiban csak a szókezdő *ajakhang* veszett el) (1882 Vámbéry Ármán 8567008, 330) | Az *ajakhangok* – p, b, m – képzése a szopó mozgás folytatása (1976 Mérei Ferenc–V. Binét Ágnes 9435001, 46).

2. 'ajakkerekítéssel képzett magánhangzó; labiális' ♦ Az ó-magyarban [...] volt ajakműködés nélkül képzett rövid a hang, [...] részben megnyílt, [...] részben o hangon keresztül *ajakhanggá* vált (1937 Zsirai Miklós C4981, 26).

V6. CzF.; ÉrtSz.; ÉKsz.

83. ábra: Szócikk a Nagyszótárból

Orientalisztikai kutatások



84. ábra

Különleges kritikai szövegkiadás jelent meg, amely az ó-oszmánli nyelv tanulmányozásához jelentős forrás: *Ferebacd eş-şidde. „Freud nach Leid”*. (Ein frühosmanisches Geschichtenbuch). 1. Band. Text. – 2. Band. Facsimiles. Herausgegeben von György Hazai und Andreas Tietze. Berlin, Klaus Schwarz Verlag, 2006. 650+595 p. (= Studien zur Sprache, Geschichte und Kultur der Türkvölker 5.1,2). A nemzetközi turkológiai kutatás kiemelkedő teljesítményének tekinthető szövegkiadás több mint ötéves előkészítő munka eredménye. A 10. századi arab eredetiből készült török átdolgozás az ó-oszmánli nyelv tanulmányozásához elsőrendű forrás (84. ábra), amelynek közzétételére a turkológiai közvélemény régóta várt. Fontosságát alapvető nyelvészeti jelentőségén túl irodalom-történeti újdonsága is biztosítja. A munka nemzetközi együttműködés keretében készült.

Az Európai Unióval kapcsolatos politikatudományi kutatások

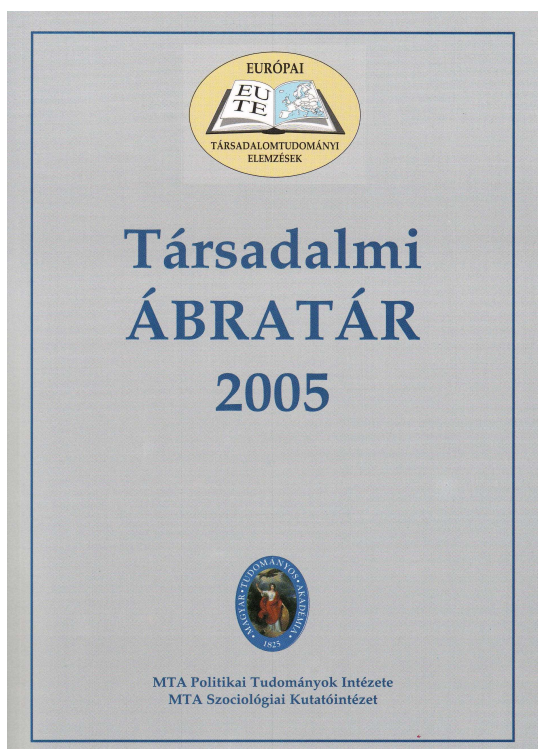
A *Politikai Tudományok Intézetében* folyó, a *Kormányzati, gazdasági és civil érdekérvényesítés az Európai Unióban* című kutatás az uniós szakpolitikai döntéshozatal napirendjéhez kapcsolódva térképezi fel az érdekérvényesítési csatornákat. A kutatás eredményei megjelennek a www.eulobby.hu honlapon. Az érdekérvényesítési folyamatról szóló tanulmányok és egy lobbiterkép megrajzolása közvetlen gyakorlati haszonnal is bír, és a jövő magyar EU-elnökségi periódus előkészítését is szolgálja. A szakpolitikák elemzései között érdemes kiemelni a környezetvédelmi szervezetek által végzett lobbitevékenység hatáselemzését az uniós intézményrendszerben.

Az uniós CORASON programban való részvétel az *EU vidékpolitikájának hatásait és a kapcsolatépítés új perspektíváit* vizsgálja. Kimutatja a különböző tudásformák hatását a fejlesztési projektekre, a gazdálkodók együttműködésének és a szövetkezeteknek a szerepét a vidékfejlesztésben, a kereskedelmi láncokkal szembeni összefogásban, a támogatások megszerzésében. A kutatás vizsgálja a fenntartható vidékfejlesztésben megjelenő sajátos tudásformákat, különösen a hatalom, a szakértői és a helyi tudások egymásra hatásának alakulását. Az összehasonlító kutatás tizenkét európai ország vidéki térségeiben vizsgálja a fenntartható fejlődés irányába vivő kezdeményezéseket, hogy

feltárja a tudásalapú társadalom (és annak fejlesztéséhez szükséges fejlesztéspolitikák) összetevőinek formálódását egész Európában. Tudásalapú társadalmon a kutatás olyan társadalmat ért, ahol az egyes tudásformák mások feletti dominanciája helyett azok sokszínű egymás mellett élése és együttműködése a jellemző. A kutatás kiemelt figyelmet fordít a tudásformák változatosságára. Elkülöníti a tudományos, menedzseri tudásokat és a helyi, gyakorlati, ökológiai tudásokat, a hagyományos tudást, valamint a kísérleteken alapuló tapasztalati tudást. A kutatás alapvető célkitűzése a vidékfejlesztési projektekben megjelenő tudásformák dinamikájának feltárása, különös tekintettel a vidéki térségek gazdasági fejlődésére, civil társadalmára és természeti környezethez való viszonyára.

A COFAMI EU 6-os *Gazdálkodók együttes piaci megjelenését célzó kezdeményezések támogatása az EU fejlesztéspolitikai eszközeivel* című kutatás olyan kezdeményezéseket vizsgál, amelyekre jellemző a közös fellépés, hogy meghatározó szereplői a gazdák, a piacra jutást segítik, innovatívak, előremutatóak a termékek jellemzői, szervezeti formájuk vagy stratégiájuk alapján. Fontos eleme az európai mezőgazdaság történetének és a vidékfejlesztésnek a gazdálkodók és gazdaszövetségek együttműködése. Nyugat-Európában és az Európai Unióban a szövetkezetek működése folytán emelkedett a gazdaságok bevétele, nőtt a foglalkoztatottság a vidéki területeken, s a fenntarthatóbb gazdálkodási módszerek elterjesztésében is fontos szerepet játszottak. Ma az európai mezőgazdaságnak számos új kihívással kell szembenéznie: a gazdálkodók egyre kevésbé képesek befolyásolni a kereskedelmi láncok felvásárlási árait, gyengül az integrátorokkal szembeni tárgyalási pozíciójuk, az agrárpolitika átalakulásával pedig folyamatosan csökkennek a jelenlegi támogatások.

European Social Survey (Európai Társadalomtudományi Elemzések)



Az *European Social Survey* (ESS) 2006-ban már 22 európai országra kiterjedő összehasonlító kutatássorozat, amely az Európai Bizottság támogatásával 2001-ben kezdődött a *Politikai Tudományok Intézete* és a Szociológiai Kutatóintézet együttműködésében. A 2002., 2004-5., 2006. évi (és tovább kétévenként ismétlődő) magyar és nemzetközi adatfelvételek célja, hogy az ESS segítségével Európa először rendelkezzen hiteles adatforrással az európaiak változó értékeiről, nemzetközi adatbázis alapján információkkal segítse az Európában folyó tudományos és politikai vitákat, s lehetővé tegye, hogy az EU polgárainak értékei alapján a hosszú távú változások értékelhetők legyenek. A kutatássorozat célja és értelme, hogy az Európai Unió tagállamain belüli és azok közötti

társadalmi, politikai és morális állapot hosszú távú változásait térképezze fel és elemezze. Az ESS projektumot – mint társadalomtudományi kutatást – az Európai Bizottság Európa legrangosabb tudományos díjával, a Descartes-díjjal ismerte el.

Az európai összehasonlító kutatás három adatfelvétele részben állandó, részben két évente változó kérdésmodulokból áll. Állandó modulok: média, szociális biztonság, politika (érdeklődés, hatás, bizalom, választási és egyéb részvétel, párthűség, szociálpolitikai orientáció), jólét, társadalmi kirekesztés, vallás, diszkrimináció, nemzeti és nemzetiségi identitás, háztartás, nem, kor, terület, végzettség és munka, partnerek, szülők, szakszervezeti tagság, jövedelem, családi állapot, emberi értékek, gyermeknevelési elvek.

Változó modulok:

- | | |
|------|---|
| 2002 | – bevándorlókhoz, menekültekhez való viszony
– az egyén a társadalmi, gazdasági és civil szervezetekben |
| 2004 | – egészségügy, beteggondozás
– egészség, orvosságok, orvos/páciens kapcsolat
– gazdasági erkölcs, gyártó és felhasználó közötti bizalom és kölcsönös kapcsolat
– házimunka, jólét, kényelem, munka–szabadidő egyensúly |
| 2006 | – életút, életvitel, az élet meghatározó eseményeinek időzítése, ifjú- és időskori életesemények, tervek a nyugdíjas korra
– személyes és társadalmi jólét, segítségnyújtás másoknak, az élettél és a munkával való elégedettség |

Eddig a kutatássorozat négy kötete jelent meg, előkészületben van a 2005. évi (85. ábra) és a 2006. évi felvételek adatbázisait elemző tanulmánykötet, és rövid, 2-3 oldalas kormányzati, önkormányzati, (szakpolitikai) döntéselőkészítésekhez felhasználható, szakértőknek szánt összefoglalók készítése. Az MTA főtitkára és az OTKA elnöke az European Science Foundationnak jelezték azt a szándékot, hogy Magyarország továbbra is részt vesz az ESS nemzetközi összehasonlító kutatásban.

Általános pszichológiai és pszichofiziológiai kutatások

A *Pszichológiai Kutatóintézet*ben megállapították, hogy a hangok frekvenciaidő mintázata a vizuális tér-idő mintázatokhoz hasonlóan megalapozza a hallási észlelési tárgyak feldolgozását. Új értelmezési keretet állítottak fel a hangforrások elkülönítésének értelmezésére, és annak egyes tulajdonságait kísérletes adatok kvantitatív modellezésével támasztották alá. Eredményeik szerint látás esetén az események szervezésében rövid (~180 ms) időtartamon belül integrációs folyamatok működnek. Ezeket az egységeket vizuális emlékezeti rendszer tárolja, mely érzékeny a vizuális ingerlés elvontabb szabályszerűségeire is. Feladathoz nem kapcsolódó ingerek hatása idős személyeknél hosszabb ideig fennmarad, mint a fiataloknál, és ezek hatása hasonlóan mutatkozik mind a vegetatív mutatókban, mind az agyi elektromos tevékenységben. Elektroenkefalográfiái laboratóriumot állítottak fel a Semmelweis Egyetem I. sz. Szülészeti és Nőgyógyászati Klinikáján, és kísérletsorozatot kezdtek el az újszülöttek hallási képességeinek kutatása céljából (86 ábra).



86. ábra

A lassú hullámú alvásfázisok egyik fontos EEG jellemzője a K-komplex. A K-komplexet epilepsziás betegekben a tüske-hullám kisülések előzményének tartják. Az általuk kialakított regisztráló módszerekkel vizsgálva e kérdést megállapították, hogy e jelenség alapja egy aktivitást követő, visszacsapás jellegű folyamat. E folyamat okozhatja az epilepsziára jellemző elektromos aktivitást. A módszer lehetőséget teremt az agyi elektromos működések hátterében álló idegrendszeri alapfolyamatok elemzésére.

Egészséges személyeken (pszichoaktív élvezeti szerek és öregedési folyamatok), valamint nagy népegészségügyi jelentőségű betegségekben (stroke, Alzheimer-kór) a kognitív, percepció teljesítmények jellegzetességeit újszerű matematikai eszközökkel vizsgálták, többek között az agyi elektromos tevékenység „komplexitás-elemzésével”. Kimutatták, hogy az alkohol és a nikotin már kis dózisban is befolyásolja a spontán és kiváltott agyi elektromos tevékenységet, mely elsősorban a gyors frekvencia-sávok, és az újdonság-inger feldolgozására jellemző potenciálok változásában nyilvánul meg. Az agyi érbetegségek elektrofiziológiai jellemzőit elemezve megállapították, hogy a kéreg alatti stroke hatásaként a károsodás oldalán a vizuális aktivációra jellegzetes változások alakulnak ki. Feldolgozási módszereik (az agyi elektromos tevékenység komplexitásának változása) segítségével kimutatták a károsodott oldalon a neuronális kapcsolatok megszakadását. Az aktiváló hatás csökkenését így a neuronális rendszerek csökkent együttműködése okozhatja.

Társadalomlélektani, szociálpszichológiai, kulturális pszichológiai kutatások

Lezárult a szomatizációs tünetekkel és betegségklasszifikációkkal kapcsolatos tudományos és laikus diskurzusokat tanulmányozó kutatás, melynek főbb eredményei a következők voltak: 1. Magyarországon magasabbra becsülik a szomatizáció előfordulását, mint másutt; 2. A tüneteket egyéni okoknak tulajdonítják, bár a társadalmi hatások szerepe is megjelenik a diskurzusokban; 3. A tünetek reprezentációiban megjelennek a szomatizációval kapcsolatos kortárs teóriák elemei és a nemekkel kapcsolatos társadalmi sztereotípiák; 4. A laikusok és szakemberek vélekedései több hasonlóságot mutatnak annál, mint a felek gondolják; 5. A szomatizációs zavarok kialakulását jelentősen befolyásolják az orvos-beteg kommunikáció zavarai.

Egy magyar–brit–szlovén összehasonlító kutatás során három országban hasonlították össze a *versengés* és az *együttműködés* jelenlétét az iskolai oktatásban/nevelésben. Az eredmények szerint a magyar iskolában alkalmazzák a leggyakrabban a strukturált versenyeket, és a pedagógusok itt használják a legtöbb spontán, versengésre készítő

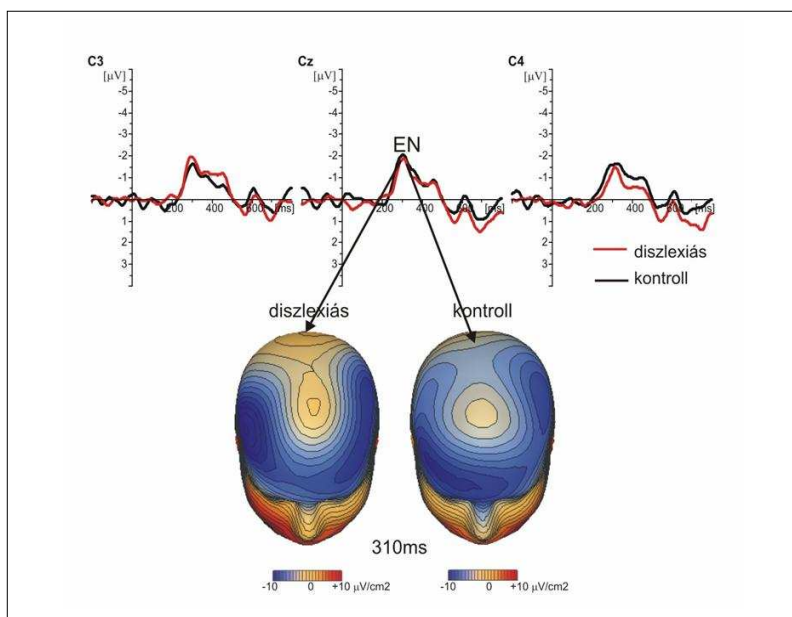
kommunikációt is. Ugyanakkor a magyar pedagógusok alkalmazzák a legkevésbé az együttműködést. A versenyek során csalás lényegében csak Magyarországon volt megfigyelhető, és a megfigyelt pedagógusok mindössze tíz százalékát vették észre a csalásoknak, az elkövetett szabálytalanságok és így módon a jogtalan győzelmek fennmaradó 90%-a kezeletlenül maradt. A versengés és a gazdasági versengés iránti attitűdök meghatározott mintázatba rendeződnek. A magyar középiskolás válaszadók pozitívabban viszonyulnak a versengéshez általában és személyesen is kínai és francia kortársaikhoz viszonyítva, de ők a legszkeptikusabbak a három csoport közül a versengésnek gazdasági életben betöltött szerepével kapcsolatban. A magyar üzletemberek ugyancsak pozitívan gondolkodnak a versengés gazdasági szerepéről általában, de a magyarországi versengésről erősen negatív nézeteik vannak.

Fejlődés-lélektani kutatások

A kisgyermekkori utánzás megismerés-fejlődésben, tanulásban betöltött szerepének és jelentőségének feltárásában 2006-ban a kutatás során két kísérleti vonal emelkedik ki: a pedagógia tárgyakra való tanulásban betöltött szerepkörének vizsgálata és a pedagógiai jegyeket kifejező modell jelenlétének szerepe a megfigyeléses tanulásban, fajok közötti összehasonlító vizsgálatban. A humán tanító viselkedés eredményeképpen 18 hónaposoknál egyszerű, tárgyakra irányuló érzelm kifejezési helyzetben sikerült kimutatni, hogy a korai személyes attitűdök értelmezése tárgyakkal köthető interpretációt eredményez akkor, ha a modell referenciális viselkedést mutat és egy másik személynek ad választ a gyermek. Ez azt jelenti, hogy a pedagógiai kontextusban bemutatott érzelm kifejezést univerzális, a tárgyakra vonatkozó tudásként kódolják (a pedagógiai kontextus eredményeképpen) a kisgyermekek. Nem pedagógiai kontextusban megismételve a helyzetet, a vizsgálat arra a tapasztalatra vezetett, hogy kisgyermekek hasonló általánosítást nem tesznek, hanem a tárgy és a személy viszonyát, a személy attitűdjét kódolják, mentálisztikus formában (87. ábra).



87. ábra



88. ábra

hozzáférésben is akadályt jelent. A viselkedéses és elektrofiziológiai módszerek kombinált alkalmazásával azt is kimutatták, hogy a diszlexiás olvasási zavart jól kompenzáló serdülők maradványtünete, a helyesírás zavara a finom akusztikai jelzéseknek (pl. részleges hasonlóságok) a tipikusan fejlődőkéktől eltérő feldolgozásával, egész pontosan a feldolgozásában megjelenő túlkompensáló mechanizmusokkal áll kapcsolatban. Az eredmények biztatóak egy olyan új eljárás kidolgozása szempontjából, amely a gyakori „maradványtünet”, a makacs helyesírási hibák enyhítésére irányul (88. ábra).

Középső kőkori és újkőkori kutatások

A *Régészeti Intézet* őskorral foglalkozó kutatói elsősorban egy-egy mikrorégió intenzív és multidiszciplináris szempontú kutatásával kapcsolódnak nemzetközi programokhoz. A Kerka-völgyi program újkőkori része jelentős eredményeket hozott az élelemtermelés kialakulásának korszakát vizsgáló hazai és külföldi, elsősorban nyugat-európai és észak-amerikai kutatók körében. A University of Wales és az intézet együttműködési programja keretén belül – a korábbi topográfiai kutatások által felfedezett lelőhelyről – elkészült az ecsegfalvi (Békés megye) kora újkőkori település leletanyagának feldolgozása, amelyet nem kis részben az intézet kutatói végeztek. Az itt talált kerámia jellege és a radiokarbon-keletkezés közötti ellentmondások feltárása és a megoldási javaslat jelentős új eredmény a termelő gazdálkodás kialakulásának kutatásában. A Brit Tudományos Akadémiával kezdődött további együttműködés fontos állomása volt az intézeti M7-es autópálya ásatások során feltárt lelőhelyről, Balatonszárszóról származó újkőkori sírok csontmintáinak stabilizotóp- és radiokarbon-vizsgálata (89. ábra).

A fejlődés-pszichofiziológiai vizsgálatok terén befejező szakaszához érkező kutatások során új fejlesztésű kísérleti eljárásokban az agyi eseményhez kötött válaszokat elemezték. A kutatások egyik fő fókuszja, a diszlexia szempontjából igen lényeges ez az eredmény, mivel a diszlexiásokat egyébként is jellemző gyengébb munkamemlékezeti kapacitás a mondatértés során a szerkezethez való



89. ábra: Újkőkori és rézkori telep Balatonszárszón

A Regöly határában fekvő középső kőkori lelőhely feltárásának célja a Kr. e. 6. évezredi vadászó-gyűjtögető alaplakosság és a balkáni földművelők kapcsolatának, keveredésének jobb megismerése a Dél-Dunántúlon. A rétegből származó több száz kőeszköz mellett 2006-ban egy középső kőkori épület maradványai is előkerültek.

Az M6-os autópálya megelőző feltárásainak egyikén, a Bátaszék melletti Alsónyéken a késő neolitikus lengyeli-kultúrának egyedülálló leleteit tárták föl: a feltárt hosszúházak, az oszlopvázas sírépítmények alatt nyugvó csontvázak, gazdag tengeri kagylóékszerek és messze földről odahozott obszidián és más kő nyersanyagok olyan jelentőségűek, hogy értékelésükhöz a szokásos régészeti és antropológiai feldolgozás mellett a geológiai, radiokarbon-, stabilizotóp-, stronciumizotóp-, valamint DNS-vizsgálatok is szükségessé váltak.

Ókori lelőhelyek feltárása

Zala megyében elsősorban a szlovéniai vasútépítést megelőző ásások során kerültek elő új római lelőhelyek, ezekkel összefüggésben folyt a régebbi feltárások leletanyagának leltározása, rendezése. Az ókori, kelet-magyarországi barbár törzsek életével foglalkozó kutatás során az M3-as autópálya-program tiszaföldvári, ménfőcsanakai, kállói, szurdokpüspöki, kazári, mezőszemerei és kompolti lelőhelyét dolgozták fel. Az ország határain kívül is folyik római korról kapcsolatos kutatás: az olaszországi San Potitóban több mint két évtizede folyó nemzetközi együttműködés keretében 2006-ban egy kisebb ásás mellett főként raktári munka folyt, valamint az építészeti leletek, mozaikok és stukkók feldolgozása. A Magyar Nemzeti Múzeummal közösen Mosaburg/Zalaváron és környékén folyó kutatás célja a Dunántúl 9. századi központjának ásásából származó teljes emlékműanyag közzlése. 2006-ban sikerült meghatározni és nagyrészt feltárni Zalavár-Várszigeten a Hadrianus zarándoktemplom

déli oldalához csatlakozó palotaegyüttest (palatiumot), ami a Karoling-korban a salzburgi érsekek szálláshelye volt.

A honfoglaláskor régészeti kutatásai

Az alsó-ausztriai Gnadendorfban napvilágra került jelentős honfoglalás kori lovassírral foglalkozó nemzetközi kutatócsoport munkájában két intézeti munkatárs vett részt, 2006-ban két idegen nyelvű tanulmánykötet is megjelent erről a témáról. Nagy jelentőségű a magyar honfoglaláskor kelet-európai (orosz, fehérorosz, ukrán) földön található párhuzamainak, valamint egy Bulgáriában legújabban ismertté vált magángyűjtemény leleteinek a felgyűjtése.

Az MTA SZBK Genetikai Intézetével közös NKFP-projekt újabb 9–11. századi lelőhelyek mintáinak mitokondriális (az anyai származásról valló) DNS-vizsgálatát végezte el. Kiemelkedő és a honfoglalás kori régészet egyik alapvető terminológiai kiindulópontját újraértelmezésre készítő eredményeket hozott a harkai 10. századi

kicsaládi temető vizsgálata: 25 sírből 21 minta esetében végeztek DNS-vizsgálatot, amely megállapította, hogy a túlnyomórészt női sírokat tartalmazó temetőben belső rokonsági viszonyok nem voltak.



90. ábra: Edény a balatonszárszói telepről

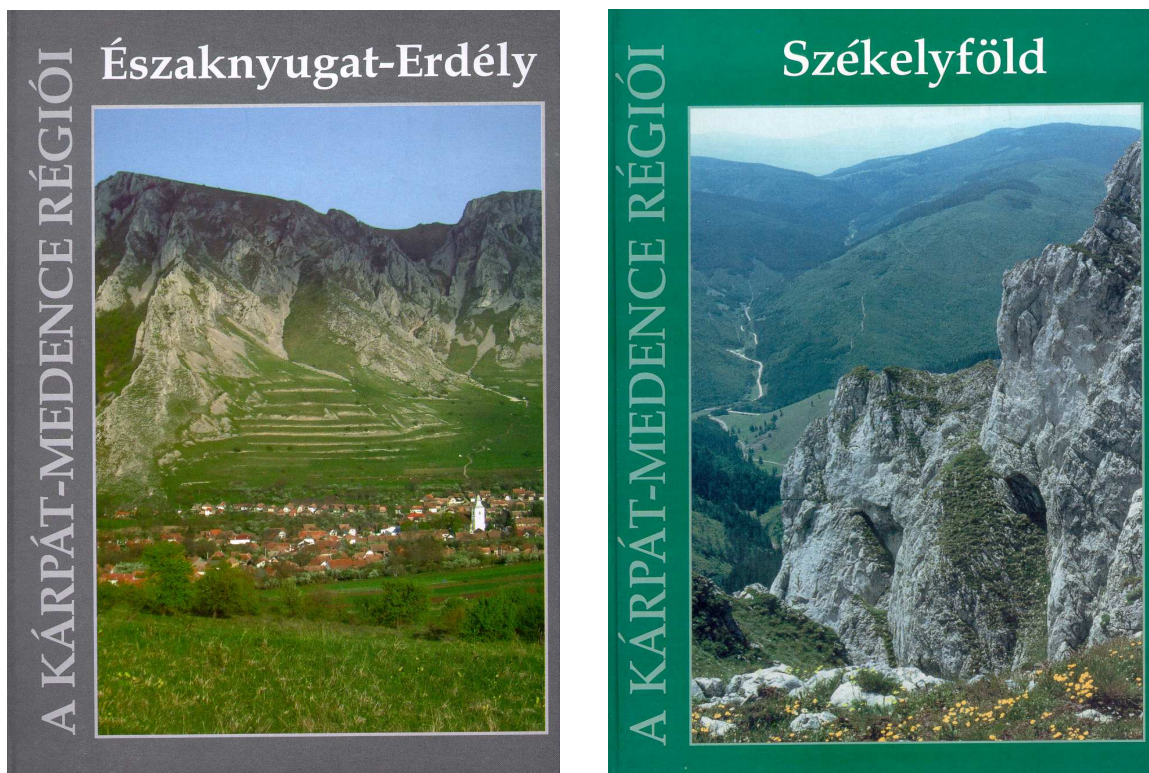
Három kerámia- és két fémrestaurátor szakmai munkája országos viszonylatban is kiemelkedő (90. ábra), az intézeti ásatások leletanyagán kívül külső felkéréseket is kapnak; így az autópályás megelőző feltárásokból származó régészeti leletek restaurálásának az intézet lett az egyik fő központja. Az M7-es autópályá megelőző feltárásai során előkerült számos lelőhely leletanyagának restaurálását végezték el.

A Kárpát-medence régió

A *Regionális Kutatások Központja* egyik legsikeresebb vállalkozásának minősíthető, hogy folyamatosan jelenteti meg a *Kárpát-medence régiói* köteteit. A magyarországi régiókat azonos tematikai rend alapján, de az egyes régiók sajátosságait is bemutató könyvek kiadására is sor kerül (91. ábra).

Az intézet a határon túli területfejlesztési vizsgálataiban elemezte a közép- és délkelet-európai térség területi fejlődését, kapcsolódási pontjait az Európai Unió regionális politikájához. E vizsgálatai során ráirányították a figyelmet arra, hogy a jövőben jóval nagyobb szerepet játszhat Magyarország e térség fejlődésében, magyar kezdeményezésű közös fejlesztési programok kidolgozásában, melyekhez tudatos kormányzati szerepvállalás szükséges. Ehhez kapcsolódóan elkészítették a Kárpát-medence

környezetvédelmi politikájának átfogó értékelését. Ebben – egyebek mellett – megjelennek a lokális társadalom környezettudatosságának tényezői éppúgy, mint az alternatív energia programok telepítésének térszerkezeti és regionális feltételei.



91. ábra: A Kárpát-medence régiói sorozat újabb köteteit

A magyar településhálózat változási tendenciái

Az intézet megalakulása óta vizsgálja a magyar településhálózat változási tendenciáit. E körben folytatott elemzései felhívták a figyelmet a városhálózat átalakulási tendenciáira, azok pozitív és negatív jelenségeire, Budapest és a nagyvárosok (póluscentrumok) jövőbeni szerepvállalási lehetőségeire, a várossá nyilvánítások anomáliáira, valamint a vidék, a falvak, a tanyák szerepváltozásainak problémáira. Vizsgálataik eredményeképpen szükségesnek látják egy, a városokra épülő olyan új településhálózat-fejlesztési politika tudományos megalapozását, mely a helyi szinttől a régiókig terjedően különböző típusokra határozza meg a városi ellátó szerepeket, közigazgatási, közszolgáltatási feladatokat.

Rámutattak arra, hogy a külföldi nagyvállalatok a jelenleginél sokkal nagyobb szerepet játszhatnak a hazai kutatás fejlesztésében, akár önálló tevékenységként, akár a hazai kutatóbázissal együttműködve. Ezt az együttműködést gátolja a magyar gazdaság duális szerkezete, a vállalati és az egyetemi, illetve állami kutató intézmények eltérő érdekeltisége. Ugyanakkor vannak már olyan példázatok, amelyek ilyen sikerekről számolhatnak be.

Magyarország 2015: a magyar társadalom és gazdaság modellezése

A *Magyarország 2015* című stratégiai kutatások keretében a *Szociológiai Kutatóintézet* a versenyképesség, a fenntarthatóság, az intézményi reformok, a társadalmi kohézió és a tudásalapú társadalom kimunkálásának metszetében (tehát az EU lisszaboni kritériumaihoz kapcsolódóan) modellezte a magyar társadalom és gazdaság következő évtizedben várható fejlődését (92. ábra). A 7 kötetben megjelentetett komplex szintézisből itt a tudásalapú társadalommal kapcsolatos policy döntésekre vonatkozó megállapításokat foglaljuk össze: ideális esetben igen kedvező lehet a technológia-innovációs rendszer szerkezete, leképezhetné a mai ausztriai (s ezzel a jelenlegi EU átlagot).



92. ábra

lehetne magántőke bevonásával is nemzetközileg versenyképesé tenni. A nemzetközi mérésekben legjobban szereplő hazai egyetem, a szegedi köré a létező kapacitások kihasználásával élettudományi klasztert lehetne telepíteni. A közép-dunántúli feldolgozóipari háromszög (Győr–Veszprém–Székesfehérvár) nemzetközi versenyképességének fokozása is elképzelhetetlen egy gépipari-járműipari-informatikai klaszter kiépítése nélkül. A regionális klaszterek megerősítésére valószínűleg az állami felsőoktatás új PhD munkahelyeinek 60%-át a vidéki központokba kellene telepíteni.

– Célszerű 2-3 területen Magyarországra is közép-európai fejlesztési központokat telepíteni. Ilyenekből a közép-európai EU tagállamok együttes kezdeményezésére a szélesebb régióban 8–10 is létrejöhetne (és értelemszerűen ezeknek egy arányos része kerülhetne a már meglévő hazai tudásközpontok mellé). Ezek kutatószemélyzete, irányítása és gazdasági „vevőköre” is meghatározó módon az érintett 4-5 országból közösen kerülne ki.

– Az ország kutatás-fejlesztési ráfordításaiban egyfelől közismerten szerények a rendelkezésre álló források a GDP részarányában, másfelől indokolatlanul alacsony a versenyszféra részesedése. Bár egészében is szükség van a K+F országos ráfordítások növelésére (éves átlagban azok mintegy 10–11%-ával, hogy az EU gyengébben fejlett részeivel lépést tarthassunk), az abszolút növekedésnél fontosabb azonban a ráfordítások belső arányának átalakítása, s azon belül is döntően az ipari hányad növelése. 2015-re ebből következően a magyar K+F ráfordításoknak a 40–50%-a a versenyszférából származna. Ilyen arány eléréséhez egyébként is szükséges lenne a fenti növekedési ütem tartása.

– Ezen hálózatok különösen fontos részeit alkotnák a regionális klaszterek. Ilyenekből szektorálisan eltérő hangsúlyokkal 2–3-at

– A tömegegyetem jelenségét a következő 10 évben is kezelni kell. 2015-re a hallgatók 10%-a tartozhat elkülönülő, a rendszeren belül autonóm elit szervezetekhez. Jelentősen meg kellene emelni a műszaki, agrár- és természettudományi szakokon tanuló hallgatók létszámát. Ezek aránya jelenleg alacsonyabb, mint más telepítési pontonként kínálkozó nemzetközi versenytársainknál. Sok problémával kísért a természettudományi karok fejlődési pályáinak kijelölése. Ha itt nem következik be fordulat, aligha tarthatóak jelenlegi pozícióink az alap kutatás nemzetközi világában.

– 2015-re a gazdaság megfelelő szakemberellátásának biztosítására legalább meg kell duplázni a természettudományi és műszaki doktori iskolák jelenlegi kibocsátási képességét. Törekedni kell arra, hogy az ezekből kikerülő friss disszertánsok 35–40%-a a versenyszférában helyezkedjen el (jelenleg onnan gyakorlatilag hiányoznak).

– A felsőoktatás gyors ütemű nemzetközivé válásából következően 2015 környékén az éppen akkori 18–22 éves korcsoport feltehetően növekvő hányada kapcsolódik be a külföldi képzésekbe vagy részképzésekbe. A megszereshető diplomák 8–10%-a addigra várhatóan külföldről, elsősorban az EU más tagállamaiból származik. Ugyanakkor a hazai hallgatók 10–15%-a ekkor már valószínűleg külföldi lesz, és/vagy idegen nyelvű kurzusokon tanul.

– A kutatás-fejlesztés határfokának növelése érdekében meg kell változtatni a mostani szabadalom / K+F hányadost. Ez jelenleg a nyugat-európainak töredéke, az pedig mintegy fele az amerikaiak és a japánoké. Tíz év alatt a jelenlegi arányt meg kell háromszorozni ahhoz, hogy kutatási rendszereink teljesen ne marginalizálódjanak teljesen – de még kedvezőtlenebb körülmények között is meg kellene duplázni.

– A technológiapolitikában jelenleg teljesen hiányoznak az igazi prioritások. Nemcsak egy-két kiemelt „nemzeti díszprojekt” (national champions) lábra állítására lenne szükség, hanem nemzeti fejlesztési hálózatok kialakítására (ezekbe multinacionális vállalatok is beletartozhatnának). Ezek célja nem a leginkább élen járó, szuperújdonságnak tűnő „high tech I.”, hanem az eggyel a mögötti frontvonalban lévő, de még igen korszerű „high tech II.” kialakítása lenne.

– Külön programokkal és állami alapokkal kellene elősegíteni a nagyvállalatok bevonását és rész-felelősségvállalását a felnőttoktatásba. Tudatában annak, hogy a befejezett oktatási, aktív munkavállalási és nyugállományi időszak folyamatosan egymásba csúszik és átfedi egymást, a képző intézetek tanrendjét és felvételi politikáját is ezeknek az új modelleknek megfelelően kellene átalakítani. Ugyanazok a képző intézmények különböző időpontokban és a legkülönbözőbb formában vennének részt a munkaerő ki- és átképzésében.

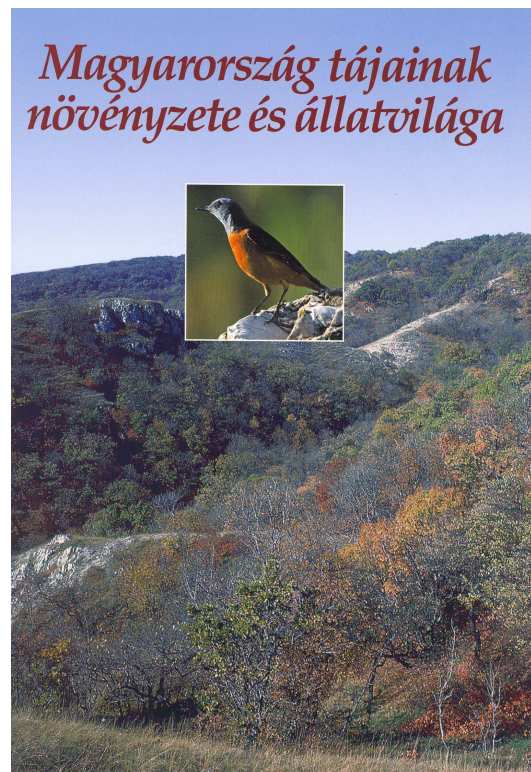
– A szakértő, a magas kompetenciájú szakmunkaerő biztosításában a külföldről meghívható vagy letelepíthető csoportok egyre nagyobb szerepet kapnak. Európai verseny alakult ki az ilyen szakemberek megszerzésére. Ebben később más európai versenytársaink laboratóriumaik felszereltségével, magas fizetésekkel tűnhetnek majd elsősorban csábítóknak. Mi ezzel szemben előremeneteli lehetőségeket és az érintettek családjai számára megfelelő életminőséget kínálhatunk alternatívaként. Ezek biztosításához minden bizonnyal specializált állami alapok is szükségesek lesznek.

Interdiszciplináris Balkán-kutatások

A *Társadalomkutató Központ* csatlakozott ahhoz a konzorciumhoz, amely a Balkán-program virtuális központját alakította meg. A kutatási feladatban több akadémiai (Jogtudományi Intézet, Regionális Kutatások Központja, Néprajzi Kutatóintézet, Történettudományi Intézet) és egyéb intézet (Európa Intézet, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Vízgazdálkodási Kutatócsoportja) vesz részt. A program alap gondolata az, hogy a Duna-menti régió – mint a térséget meghatározó természeti egység – fejlesztési programja nem tagolódhat szét államnemzeti érdekek szerint. 2006-ban két nagy területtel foglalkoztak: az egyik a dunai együttműködés természeti és politikai tényezők által meghatározott gazdasági lehetőségei és korlátai, különös tekintettel a mezőgazdaságra. A másik a térség biztonságpolitikai helyzete, a stabilizáló és destabilizáló tényezők számbavétele. A kutatási program részeként a Jogtudományi Intézettel közösen megjelentették a *Dayton, 10 év után* című tematikus kötetet. Ebben a balkáni politikai–jogi rendezés egyik legfontosabb eseményét, a daytoni egyezmény előzményeit vizsgálták és tízéves mérlegét vonták meg. 2006-ban elindult a www.balkancenter.hu honlap, ahol folyamatosan közzé teszik kutatásaik eredményeit.

Hazánk növény- és állatvilága

A *Magyarország tájainak növényzete és állatvilága* című program keretében több mint húsz kutatót mozgató, többéves kutatás folyt, részben a stratégiai, részben NKFP kutatási program keretében. Hazánk növény- és állatvilágának korszerű rendszerezésével elkészítettek egy, az életföldrajz hagyományaira, illetve modern irányzataira egyaránt támaszkodó, a történeti-evolúciós szemléletet sem nélkülöző Kárpát-medencei alapvetést, amely földrajzi keretekben, tájaink szerint – Alföld, Kisalföld, Észak-magyarországi-középhegység, Dunántúli-középhegység, Nyugat-magyarországi peremvidék, Dél-Dunántúl – vizsgálja a vegetációt és az állatvilágot. A kutatás több újdonsággal is szolgál. Az alaphelyzet és a tájtörténet rögzítése mellett rendszerezték az egyes tájak természet-történeti ritkaságait, a növényzetet természetközeli állapotában, a jellemző állatfajokat, az ember tájformáló tevékenységét, a vegetáció átalakulását. Az átalakulási folyamatok – elsősorban a gyakori tájhasználat-változás és a globális klímaváltozás – okán prognózist is készítettek a természetes növényzet várható jövőjéről. Ez az alkalmazott kutatási program a hazai geobotanika adóssága volt (93. ábra).

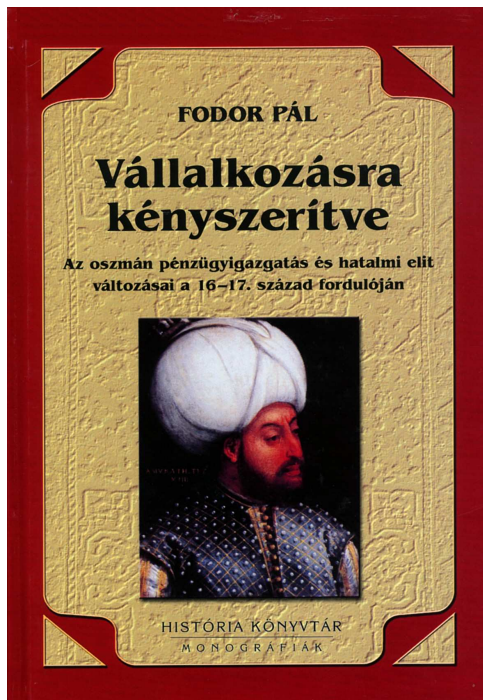


93. ábra

Forráskiadványok

A Történettudományi Intézetben Az archontológiai kutatások keretében elkészült az 1848-49-es szabadságharc lengyel résztvevőinek kézikönyve, valamint az 1945–1990 közötti állami és pártnomenklatúra adatbázisa. Az utóbbi évtizedek kutatási eredményeit összegező kötetet publikáltak a középkori magyar uralkodókról. Elkészült a magyar középkor történetének legfontosabb német nyelvű forrásait közlétező forráskiadványsorozatuk első kötete, Eberhard Windecke Zsigmond-életrajza magyarul még soha meg nem jelent fordítása. A kora újkori alap kutatásokban új eredményeket hoztak a valláskutatások, amelyek elősegítik a hazai vizsgálódások nemzetközi integrációját. Római és vatikáni kutatások során több mint 300 fóliónyi, zömmel az 1686–1715 közötti időszakra vonatkozó forrást tártak fel, és (részben) dolgoztak fel. Ezek a missziók szervezéséről, a korabeli etnikai viszonyokról, mentalitás- és társadalomtörténetről, valamint a fejedelemség kori erdélyi konfesszionális viszonyokról szolgálnak eredeti információkkal.

Az oszmán-török birodalom és a hódoltság története



94. ábra

lefordításával az intézet a török elbeszélő források egyik újabb típusát tette hozzáférhetővé magyar nyelven.

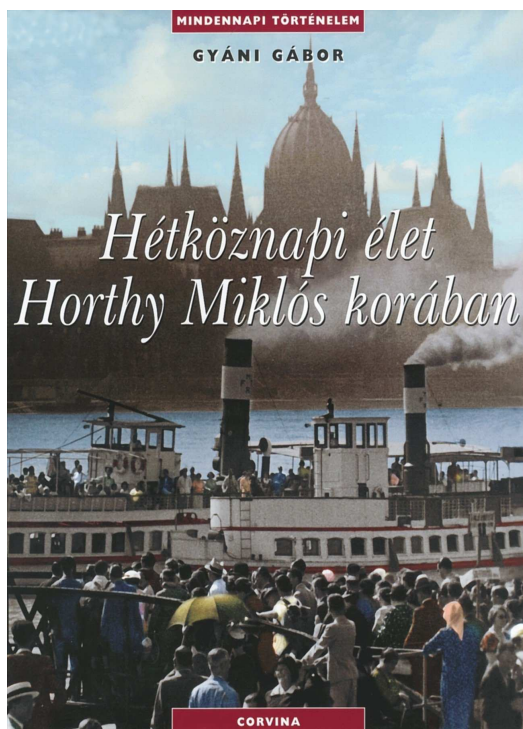
Az utóbbi időben elhanyagolt magyar gazdaság- és kereskedelem-történeti kutatásoknak is új impulzusokat adnak: befejezték a máramarosi sókereskedőkön szedett vámok 1547-ből származó jegyzékének feldolgozását, s ennek során kb. 90 vámhelyet azonosítottak.

A Magyar Királyság a Habsburg Monarchiában

Az intézet fontos kutatási iránya a Magyar Királyság szerepének és súlyának vizsgálata a *Habsburg Birodalomban*. Az újabb eredmények cáfolják a történeti köztudatban rögzült vélekedést, miszerint a Habsburgoknak Magyarország csak törökellenes ütközőállamnak kellett volna. Sőt azt bizonyítják, hogy a Magyar Királyság a Habsburg monarchián belül – a Német-római Birodalmat követően – az igen előkelő második helyet foglalta el.

A Habsburg Monarchia története vonatkozásában az intézet legfontosabb vállalkozása a közös minisztertanácsi jegyzőkönyvek közzététele. A sorozat II/1. kötetében (1872–1875) a gazdagon jegyzetelt források és a bevezető tanulmány lényeges pontokon járul hozzá a birodalmi és a magyar kormányzat viszonyának megértéséhez, árnyalt ábrázolásához. Ténylegesen hasznosítható következtetések alapjául is szolgálhat mindazok számára, akik a nagy integrációs politikai kereteken belüli nemzeti és területi közösségek intézményes érdekérvényesítésének mai lehetőségeit kutatják.

A 20. századi magyar történelem kutatása



95. ábra

Az intézet szervezte meg az MTA kétnapos nemzetközi konferenciáját. Két további konferenciát is rendeztek 1956 történetéről (nemzetközi politikai összefüggéseiről, valamint a vidéki eseményekről). A 20. századi osztály 21 kutatója 43 kül- és 98 belföldi előadást tartott a témában. Két, angol nyelven publikált munka is a forradalomhoz kapcsolódik. A magyar–kínai viszony 1949–1956 közötti időszakát

Mai társadalom- és gazdaságpolitikai döntések megalapozásához is hozzájárulhatnak az intézetnek a kézművesipar történetére vonatkozó kutatási következtetései, valamint a budapesti és általában a modern kori városi léttel kapcsolatos, az év során publikált eredmények. Kiemelkedik ezek közül a Horthy-korszakbeli életmódot és mentalitást tárgyaló monográfia (95. ábra).

Széles körű alapkutatások először publikált eredményeit tartalmazza, a Szovjetunióba hurcolt magyar foglyok sorsát elemző monográfia. A könyv azt kívánja bizonyítani, hogy magyarok százezreinek szovjetunióbeli fogságát alapvetően nem hadifogságnak, hanem kényszermunkának kell tekinteni.

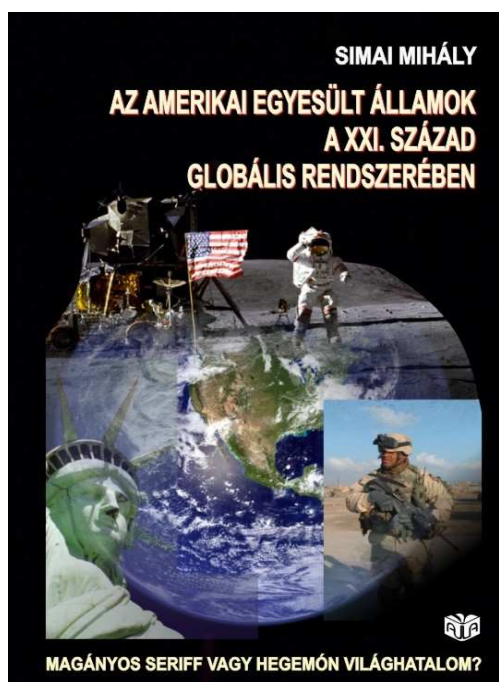
2006-ban 1956 fél évszázados évfordulójához kapcsolódott a legtöbb napi feladat.

– eddig nem kutatott magyar levéltári anyag, valamint a 2006 májusától kutathatóvá vált kínai külügyi iratok alapján – feldolgozó kötet nemzetközi érdeklődésre is számot tartó újdonsága a magyar forradalom leveréséről született szovjet döntésben játszott kínai szerep vizsgálata. Egy osztrák kollégával közösen publikált, szintén angol nyelvű szintézis elsősorban a forradalom társadalmi bázisával és hadtörténetével kapcsolatos eredményeket tesz elérhetővé a nemzetközi szakmai közösség és a tágabb olvasói kör számára.

Az Amerikai Egyesült Államok szerepe a világgazdasági folyamatokban

Befejeződött a *Világgazdasági Kutatóintézet* egyik fontos kutatási programja, *Az Egyesült Államok a XXI. század nemzetközi rendszerében* című kutatás, amely a világgazdaságban zajló folyamatok egyik fontos szereplőjét, az USA-t vizsgálta többéves kutatómunka keretében. Ennek során a következő fő kérdéseket elemezte: milyen konkrét előnyei vannak az Egyesült Államoknak hatalmi túlsúlyából, mekkorák a globális gazdasági, politikai és katonai hatalmi pozíciói fenntartásának társadalmi költségei a XXI. században, illetve a globális versenyelőnyei fenntartására, esetleg erősítésére? Milyen eszközökkel törekszik az amerikai politika annak megakadályozására, hogy más hatalmak vagy hatalmi csoportosulások veszélyeztessék hegemoniáját? Milyen távlatai vannak egy új hatalmi szerkezet kialakulásának a nemzetközi rendszerben?

Kína előretörése, az Európai Unió bővülése és a közös kül- és biztonságpolitikával kapcsolatos célok jelzik-e egy új szakasz kezdetét, amely végső soron az amerikai hegemonia megszűnéséhez vezet majd. A kutatómunka 2006-ban zárult le, eredményei könyv formában is napvilágot láttak (96. ábra).



96. ábra

A magyar gazdaság versenyképességének kiemelt tényezői

A magyar gazdaság versenyképességének kiemelt tényezői – a döntés-előkészítési tanácsadó munka tudományos megalapozása című kutatás a versenyképesség néhány aktuális, kézzelfogható gazdasági előnyökkel járó aspektusát vette nagyító alá. Ezek mindegyike szerepel az Új Magyarország Fejlesztési Terv prioritásrendszerében: innováció, technológia, humántőke, szolgáltatások, infrastruktúra. Megvizsgálták továbbá a Nemzeti Innovációs Rendszerek változásának versenyképességi vonatkozásait, vagyis azt, hogy miként változtak a legutóbbi években a fejlett országok

Nemzeti Innovációs Rendszerei, valamint a változások irányait, közös elemeit és az átalakítást kiváltó tényezőket. A kutatás kiterjedt a humán tőke-felhalmozás, és a foglalkoztatás versenyképességi vonatkozásaira, a humántőke–intenzív hozzáadott érték–termelésre történő áttérés foglalkoztatáspolitikai dilemmájára. A 2007-re áthúzódó kutatás a szolgáltatások fejlesztésén alapuló gazdaságstratégiát fogalmazott meg. A projekt újdonsága a megközelítési mód eredetiségén alapul, egyrészt abban, hogy a Nemzeti Innovációs Rendszereket (NIR) nem tekinti „kőbe vésett” intézmény- és ösztönzési rendszereknek, hanem abból indul ki, hogy a sikeres NIR-ek építőelemei folyamatosan változnak – a változó körülményekhez alkalmazkodva, azok elébe menve. Újdonságot jelent a gazdaságpolitikai hangsúlyváltás szorgalmazása is, az iparfejlesztést kiegészítendő a (tudásalapú) szolgáltatások ösztönzését megfogalmazó stratégia felvázolása.

A délkelet-európai térség, egyes FÁK-országok és Törökország gazdasági-társadalmi folyamatai



97. ábra

gazdasági és földrajzi kapcsolatai miatt került a kötetbe. A kutatók célja a vizsgált országok gazdaságpolitikai megközelítésű elemzése, különösen tekintettel a következő évek meghatározó jelentőségű dilemmáira és problémáira, illetve a felzárkózás feltételeire, valamint az érintett országok és az Európai Unió közötti kapcsolatokra.

Több éves kutatómunka eredményeként a VKI 2006-ban új kiadványsorozattal lépett a szakmai közvélemény elé: megjelent a Kelet-Európa Tanulmányok első kötete.

A szakmai elismerést és érdeklődést kiváltó publikáció a térséget érintő aktuális politikai, gazdasági és társadalmi kérdéseket teszi elemzése tárgyává. A kiadványsorozat foglalkozik a régióra vonatkozó átfogó, összehasonlító témákkal, amelyek egy-egy funkcionális terület dolgoznak fel; helyet kapnak meghatározott szempontok szerint elkészített országtanulmányok; s a térségre vonatkozó hagyományos típusú makrogazdasági elemzések és előrejelzések.

A Kelet-Európa Tanulmányok első kötete, az „Európa peremén: új tagok és szomszédok” áttekintést ad a délkelet-európai térség, az egyes FÁK-országok és Törökország gazdasági-társadalmi folyamatairól. Ez utóbbi az Európai Unióhoz és a kelet-európai régióhoz fűződő politikai,

Erkel Ferenc: Hunyadi László és Bánk bán című operáinak közreadása az Erkel Ferenc Operái Kritikai Kiadás keretében

Régi adósság törlesztéséhez fogott hozzá a *Zenetudományi Intézet*, amikor 1998-ban kezdeményezte *Erkel Ferenc Operái Kritikai Kiadását*, és 2002-ben megjelentette Erkel 1840-ben bemutatott első színpadi művét, a *Bátori Máriát*. E negatívum teljes súlyát csak az mérheti fel, aki tudja, hogy 2002 előtt Erkel Ferencnek egyetlen operája sem került kinyomtatásra partitúra formában, s hogy a Kolozsvári Állami Magyar Opera kivételével a magyar operajátszó színházak Erkel valamennyi művét – közöttük a legnépszerűbb *Hunyadi Lászlót* és *Bánk bánt* is – erősen átdolgozott formában tartják műsoron. Erkel utóéletének e legméltatlanabb mozzanata nagyrészt ugyancsak a hiteles partitúra-kiadások hiányának számlájára írható.



Facsimile 1: Autográf partitúra ♦ Autograph score (AU), vol. 1, f. 1', No. 1 Coro

98. ábra: Faksimile-oldal Erkel Ferenc Hunyadi László című operájának kritikai kiadásából

Az első opera kiadása után megkezdődött a kritikai kiadás második és harmadik egységének közreadása, három intézmény, a Zenetudományi Intézet, az Országos Széchényi Könyvtár Színháztörténeti Tára és Zeneműtára, valamint a Rózsavölgyi és Társa Kiadó részvételével. A projekt keretében 2006-ban lezárták Erkel Ferenc két legjelentősebb és legnépszerűbb operája, a Hunyadi László és a Bánk bán kritikai közreadását, és három kötetben, 1000 nagyalakú oldalon megjelentették a Hunyadi László partitúráját, a variánsok közreadásával, történeti és filológiai bevezetéssel magyar és angol nyelven, továbbá magyar, német és angol nyelvű librettóval (98. ábra).

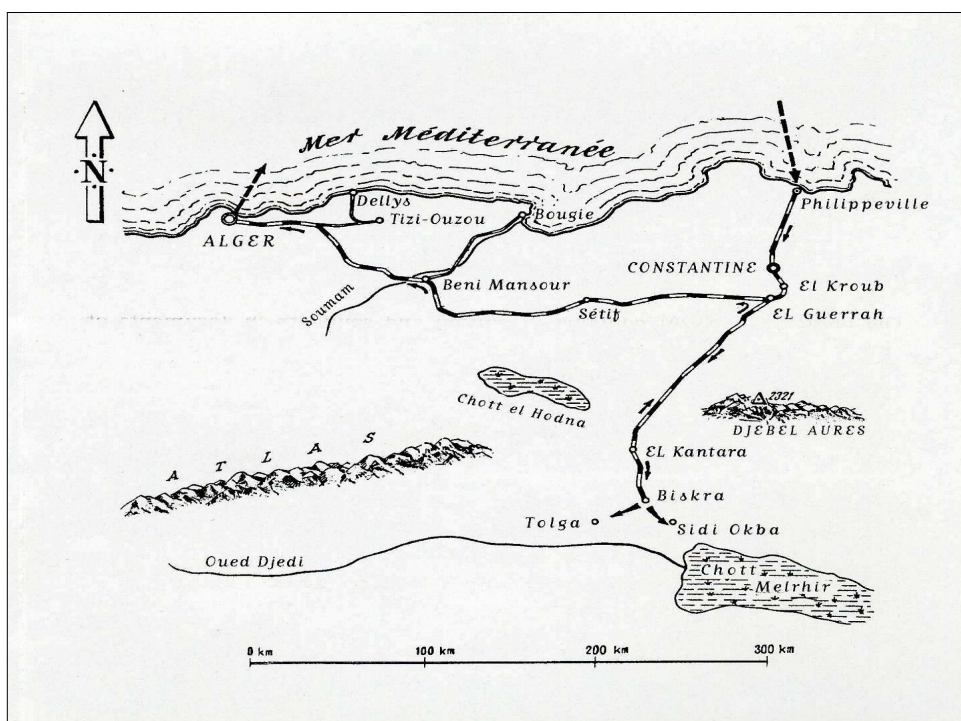
A munka nagyobb, nehezebb és izgalmasabb feladatot rótt a közreadást elkészítő kutatókra, mint akár a Bátori Mária, akár Erkel későbbi művei. A Hunyadi László harminc év alatt 200 előadást ért meg. A három évtized alatt a zeneszerző jelentékeny tételekkel bővítette darabját. Erkel saját bővítéseihez járultak fiai hangszerelésbeli retusai és kiegészítései, melyeket az idős mester jóváhagyott. A *Bánk bán* közreadásánál különös figyelmet és gondosságot igényelt a hosszadalmas keletkezéstörténet: a terv első bejelentése után (1844) tizenhét évnek kellett eltelnie, míg a mű színpadra került. Időközben elhunyt a szövegíró Egressy Béni, Erkel dramaturgiai eszményei változtak. A zeneszerzői érlelődés, a modern hangszerelés tapasztalatai befolyásolhatták a zeneszerző viszonyát saját régebbi munkájához; ennek nyomán a bemutató után változtatásokat láthatott indokoltnak az

opera hangzásképen. A Bánk bánt Erkel mint karmester lényegesen rövidebb ideig tartotta kézben, mint a Hunyadit, ezért az előadástörténetben több és mélyebb idegenkezű beavatkozást feltételezhetünk.

A két opera közreadásának előfeltételeként digitalizáltak sok ezer kéziratos kottaoldalt – az operák autográfjait, Pesten, Kolozsvárott és vidéki városok színházaiban használt másolt partitúrákat, valamint az előadások zenekari- és kóruszólóit. A központi feladathoz zene- és színháztörténeti tematikájú részfeladatok csatlakoztak: az Erkel Kritikai Kiadás kutatócsoportjának tagjai feltárták és digitalizálták 1890 előtti teljes sajtó-visszhangjukat, az előadásokra vonatkozó levéltári dokumentumokat. Nemzeti kulturális örökségünk megőrzése szempontjából kimagasló eredménynek tekinthető a 19. századi magyar operajátszás határon túli levéltárakban és könyvtárakban őrzött kéziratos kotta- és szöveggönyv-gyűjteményeinek digitalizálása (Kassa, Kolozsvár, Arad).

Bartók és az arab népzene / Bartók and Arab Folk Music
 (szerk. Kárpáti János, Vikárius László és Pávai István. Magyar UNESCO Bizottság – Európai Folklór Intézet – MTA Zenetudományi Intézet, 2006)

Bartók Béla magyar, szlovák és román gyűjtései mellett 1913-ban egyedülálló vállalkozást valósított meg: Észak-Afrikába utazott, hogy az algériai Biskra környékén falusi arab zenét gyűjtsön (99. ábra).



99. ábra: Bartók algériai népzene-gyűjtő-útjának topográfiája (ifj. Bartók Béla nyomán)

E gyűjtés eredményéről két tudományos tanulmányban számolt be, előbb magyarul (1917-ben), majd németül (1920-ban), 65, részben énekes, részben hangszeres dallam és kísérete gondos átírását is közölve. A teljes gyűjtés azonban 118 fonográfhengeren ennél lényegesen nagyobb anyagból állt. A budapesti Bartók Hagyatékban több mint 90 hengeren közel 200 fölvétel, valamint a tanulmányokban közölt lejegyzéseken túl számos további átírás is fennmaradt.

Bartók amerikai hagyatékában pedig megtalálható Bartók helyszínen használt, pótolhatatlan adatokat tartalmazó lejegyző-füzete. A CD-ROM kiadvány együtt, egymáshoz rendezett módon teszi közzé valamennyi primer forrást, a hangfelvételeket és a róluk készült összes zenei lejegyzést. Ennek a rendkívül érdekes forrásanyagnak a digitális technika legújabb lehetőségeit kihasználó, mintaszerű közreadását nyújtja a kiadvány. Az 1913-ban megismert arab zene élménye azonban Bartók tudományos munkáján túl, zeneszerzői nyelvére is számottevő hatást gyakorolt. A magyar-angol kétnyelvű CD-ROM a népzene kutatói források bemutatása mellett valamennyi vonatkozó eddigi kutatási eredmény összegyűjtésével és további hangzó illusztrációkkal vezet be ebben az immár európai zenetörténeti jelentőségű témába is.