

11. BIOFIZIKAI KUTATÓHELYEK

MEGALAKULT AZ ELTE BIOLÓGIAI FIZIKA TANSZÉKE

Az ELTE-n 1998-ban megalakult a Biológiai Fizika Tanszék Vicsek Tamás vezetésével, annak eredményeként, hogy a fizikusok és a Természettudományi Kar vezetése felismerte a biológia motiválta fizika jelentőségét mind az oktatásban, mind pedig a tudományos életben. Az új tanszék kialakításához hozzásegített még az a tény is, hogy 1998 őszén átköltöztünk a modern lágymányosi épületbe, ahol fejlett laboratóriumi körülményeket és megfelelő számítógépes hálózatot lehetett kialakítani.

Mint ismert, az ELTE Atomfizikai Tanszékén több, mint 25 éve működött egy biofizikai csoport. Ez adta az új tanszék magját. Az 1997-es Értesítőben (218-226. old.) bemutattuk, hogy már a kilencvenes években új irányzatok indultak be az akkori Atomfizikai Tanszéken a biológiai fizikának mind az elméleti, mind pedig a kísérleti területein. Így a régi biofizikus maghoz új emberek csatlakoztak. Jelenleg a tanszéken 10 főállású oktató dolgozik, akik évente 10-15 ösztöndíjas doktoranduszt, és hasonló számú diplomamunkást és diákköröst foglalkoztatnak.

A tanszéken a kutatási témáknak széles spektruma alakult ki, amelyek közül néhányat felsorolunk a teljesség igénye nélkül:

- biooptika, video-polarimetria (Horváth Gábor),
- biomechanika (Horváth Gábor),
- szén nanoszerkezetek (Kürti Jenő, Rajczy Péter),
- adaptív dinamika: ökológiai és evolúciós folyamatok matematikai modellezése. (Meszéna Géza),
- optikai hullámvezető spektroszkópia biológiai alkalmazása (Papp Elemér, Fricsovszky György, Rozlosnik Noémi),
- szinkronizáció a biológiában (Vicsek Tamás),
- önhajtó rendszerek (Vicsek Tamás),
- sejtek mozgása, viselkedése, morfológiája (Vicsek Tamás, Czirok András, Rozlosnik Noémi),
- molekuláris motorok (Vicsek Tamás),
- granuláris anyagok (Vicsek Tamás),
- atomi erő mikroszkópia és erő-spektroszkópia fehérjéken és sejteken (Rozlosnik Noémi),
- biológiai hidrodinamika (Horváth Viktor),
- fehérjék Langmuir-Blodgett filmekben (Papp Elemér, Fricsovszky György, Rozlosnik Noémi).

A Biológiai Fizika tanszék nem csak a fizikusok, biofizikusok graduális és posztgraduális oktatásában vállal jelentős szerepet, hanem a biológusok, vegyészek,

geológusok teljes alapozó fizika tananyagát biztosítja. Az új épületben sikerült kialakítani egy új, a rendelkezésre álló modern módszereket felhasználó hallgatói laboratóriumot elsősorban a biológus hallgatók részére, amelyet évente egy alkalommal doktoranduszok és egyéb érdeklődők intenzív továbbképzésére is felhasználunk.

A tanszék kutatásairól ill. oktatási tevékenységéről részletesebben olvashatunk a tanszék honlapján: <http://biol-phys.elte.hu> ill. <http://angel.elte.hu/homepage> címen.

ROZLOSNIK NOÉMI

NAPJAINK HAZAI AGRO- ÉS ÉLELMISZERFIZIKAI KUTATÁSAI

A XX. század vége a számvetés időpontja lehet a hazai agro- és élelmiszerfizikai kutatások területén is és ez 2001-ben összeesik a Magyar Biofizikai Társulat 40 éves jubileumi évével.

A jelen összeállításban bemutatott “eredménycsokorral” kívánjuk köszönten az MBFT-t megköszönve, hogy az agro- és élelmiszerfizikával foglalkozó hazai szakemberek önálló szekcióban végezhetik munkájukat. Továbbá külön köszönjük, hogy az MBFT Elnöksége vállalta a már több, mint 10 éve megjelenő az Élelmiszerfizikai Közlemények című folyóiratunk védnökségét.

Az alábbiakban röviden bemutatom az agro- és élelmiszerfizikai hazai kutató bázisok fontosabb eredményeit és jövő terveiket.

1. A Szent István Egyetem Fizikai és Folyamatirányítási Tanszékén (Gödöllő) az alábbi agrofizikai témájú projekteken dolgoznak különböző pályázati támogatással:

- A napenergia hazai felhasználása és elterjesztése.
- Mezőgazdasági termékek szárításának modellezése és anyagi jellemzőinek meghatározása. A projekt célja mezőgazdasági termékeknél a nem egyensúlyi termodinamika segítségével hő- és anyagtranszport folyamatainak leírása, a nem ismert fizikai jellemzők meghatározása.
- Számítógépes folyamatirányítás, ami magában foglalja a képfeldolgozás növényházi és szárítási alkalmazását, és minőségbiztosítási problémák megoldásához kapcsolódnak.
- Szoláris termikus rendszerek hőátviteli és áramlástanai problémáinak elméleti és kísérleti vizsgálata.
- Zöldségfélék és gyümölcsök szárításakor fellépő hő- és anyagtranszport elméleti és kísérleti vizsgálata (anyag együtthatók meghatározása).

2. Szent István Egyetem, Fizika és Automatizálási Tanszékén (Budapest)

kiterjedt és nemzetközileg is figyelemreméltó kutatásokat végeznek külföldi partnerekkel, fizika és automatizálás területén. Fizikai módszerekkel vizsgálják a különböző terményeket, nyersanyagokat és élelmiszereket:

- A reológiai paramétereket / SMS precíziós penetrométerrel.

- A hang és ultrahang reflexiót és transzmissziót részben saját fejlesztésű berendezéssel.

- A színjellemzőket reflexió transzmissziós spektrokoloriméterrel.

- A hővezető képességet saját fejlesztésű mérőberendezéssel (elsősorban paradicsom és almapüré vizsgálatát).

- A villamos jellemzőket RLC-mérővel nedvességtartalom, érettség, utóérés tárolhatóság, besugárzottság és szárazságtűrés mérésre.

A tanszék munkájának egyik kiemelkedő része a saját műszerfejlesztés a vizsgált anyagok minőségi jellemzőinek meghatározására, amelyek alapvető jellemzője, hogy ezek gyorsak és roncsolásmentesek, pl.:

- mikroszámítógépes penetrométer

- rezonancia frekvenciamérő

- nedvességtartalom mérő berendezés

- számítógépes látórendszer és képfeldolgozás vizsgálatára hazai és nemzetközi együttműködéssel épített mérőrendszer.

A műszerfejlesztés területén végzett munkájukból kiemelnék egy műszerújdonyságot a hordozható gyümölcs-keménységmérő műszert. Ez a keménység gyors és kvázi roncsolásmentes mérésére alkalmas, elektronikus penetrométer, vezérlő és értékelő szoftverrel. A műszert sikeresen alkalmazzák a gyümölcs, zöldség keménységének, érettségének, tárolás közbeni minőségváltozásának jellemzésére.

A tanszék munkája az agro- és élelmiszerfizika területére terjed ki és a kutatások elsődlegesen gyakorlati problémák megoldására irányulnak.

3. A Nyugat-Magyarországi Egyetem, Mezőgazdaságtudományi Karán (Mosonmagyaróvár) eredményes agro- és élelmiszerfizikai kutatásokat végeznek.

A) Az Agrárműszaki, Élelmiszeripari és Környezettechnikai Intézetben az alábbi főbb eredmények születtek:

- Talajfizika területén a kutatások arra irányultak, hogy a talaj és a művelő eszköz kapcsolatát modellezik és a kapott eredményeket Münchenben a világ egyik legkorszerűbb talajvályútjában ellenőrizték. Eredményeikkel a jövőben a növénytermesztési technológiák talajfizika adatbázisának bővítését tervezik megoldani.

- Hőfizikai kutatások a biológia anyagokban lejátszódó hő- és anyagtranszportok vizsgálatára irányulnak. E munka keretében a nem szimmetrikus egyedek (pl. gabona magvak) száradásánál az egyidejű hő- és anyagáramokat modellezték és megoldották annak ellenőrzését is. Módszert dolgoztak ki a térfogatváltozási függvények meghatározására. Vizsgálták a felületi hőmérsékletváltozás mérését és a sűrűségdetektálást.

- A jövőben olyan modellrendszert terveznek kidolgozni, ahol a kémiai potenciált használják a sűrűség-gradiens helyett.

- Élelmiszerfizikai kutatások területén az élesztőfajok száradási tulajdonságait vizsgálták. A kutatások eredményei arra utalnak, hogy a szorpciós izotermákból számolt kötési energiák lényegesen kisebbnek adódtak, mint a közvetlenül mért adatok; ezt más módszerrel kívánják ellenőrizni.

B) A Fizikai Tanszéken két módszerrel végeznek kutatásokat az élelmiszerfizika területén nemzetközi együttműködés keretében és figyelemre méltó tudományos eredményeket értek el.

- *Fotoakusztikus módszert* alkalmaznak, ami nem igényel mintaelőkészítést és vegyszert, olcsó és gyors. A módszer nyújtotta előnyöket kihasználva, elsősorban por alakú élelmiszeripari alapanyagokkal és élelmiszerekkel kapcsolatosan végeztek vizsgálatokat ultraibolya és látható spektrum tartományban.

Ezzel a méréssel lehetőség van az oxidáció mértékének, ill. a peroxid-érték meghatározására. Összehasonlító vizsgálatokat végeztek infravörös technikákat, diffúz reflexiós módszert és hagyományos kémiai analízist alkalmazva.

Étkezési olajoknál (pl. sáfrány-olajnál) vizsgálták az oxidációt, a termikus stresszt, ami jelentős minőségi romlással jár.

- *Optothermal Window (OW) módszert* vezettek be, amely kiválóan alkalmas gélek, kocsonyás anyagok, kenőcsök, krémek, sűrítmények mérésére. E módszert alkalmazták a nyerstej laktóztartalmának és a vörösborok összpolicenol tartalmának meghatározására.

A jövőben tejipari termékek minőségvizsgálatát a poralakú élelmiszerek hamisításának analitikai vizsgálatát tervezik.

4. A Szegedi Tudományegyetem, Szegedi Élelmiszeripari Főiskolai Karán három fő irányban folytak és folynak élelmiszerfizikai vizsgálatok.

- *A színmérések területén:*

összeállították különböző évjáratú és minőségű fűszerpaprika őrlmények és durum tészta darái színkoordinátáinak adatbázisát és javaslatot tettek az egyes színminőségi osztályok etalon értékeire. Javaslatot dolgoztak ki libamáj színmérési módszerére, a három színosztály etalon értékeinek megadására. Meghatározták az érlelt sajtok jellemző színkoordinátáját meghatározó regressziós egyenlet alakját. A jövőben tervezik a szín és egyéb minőségi paraméterek kapcsolatának vizsgálatát a fenti mintáknál.

- *A reológiai vizsgálatok* területén tanulmányozták a reológiai jellemzők változását a sugárkezelés és a hőkezelés alkalmazásakor. Továbbá javaslatot tettek élelmiszeripari termékeknél az optimális konzisztencia jellemzők kialakítására a mért minősítő paraméterek alapján. A jövőben folytatják az élelmiszereknél a konzisztencia tényezőket befolyásoló tényezők és a technológiai hatások közötti kapcsolat feltárását.

- *A termolumineszcencia módszert* sikeresen alkalmazták tejfőhéj-koncentrátumnál és különböző fűszereknél az ionizáló besugárzás kimutatására az elnyelt gamma dózis és a tárolási idő függvényében. E módszerrel résztvettek több az európai nemzetközi szabványt előkészítő körvizsgálatban, amit 1996-ban elfogadtak és 2000-ben megtörtént annak hazai adaptálása is. A jövőben a különböző élelmiszertartósítási eljárások összehasonlító vizsgálatát tervezik. Elsőként a fűszerpaprikánál a telített gőz és az ionizáló kezelés hatásának komplex kimutatását vizsgálják.

Örömmel vettük, hogy a Szekciónk munkája bekapcsolódott ellenőrző és minősítő intézetek is. Így nekik is természetesen helyt adunk a beszámolóban.

5. A Fogyasztóvédelmi Főfelügyelőségen Budapesten az Élelmiszer- és Vegyipari Laboratórium keretében folynak élelmiszerfizikai vizsgálatok és kutatások. Vizsgálataik a különböző szabványok és a Magyar Élelmiszerkönyvben megadott irányelvek szerint történnek. Nehézséget jelent az analitikai módszerek alkalmazásánál az érvényes szabványok korlátozott használhatósága.

- A szabványok sok esetben nem illeszkednek egymáshoz és az adott laboratórium felszereltségéhez.

- Késve követik a tudományos és technikai fejlődést (túl hosszú az az idő, amikor egy módszer szabvánnyá válik.

- Nagyműszeres méréseknél a szabvány nem lehet elég részletes.

Mivel a Főfelügyelőség munkája hatósági vizsgálatot jelent; ez azt jelenti, hogy csak olyan vizsgálati módszer használható, ami garantáltan jó eredményt ad. Az alkalmazható vizsgálatokat körvizsgálatok erősítik meg és ez szigorúbb követelményt jelent, mint amit az Élelmiszerkönyv előír. Az alkalmazott vizsgálati módszerek közül kiemelném a gamma-spektruskópiái és atomspektroszkópiái módszereket, amelyekhez kutatási jellegű feladatokat is meg kell oldaniuk, pl.: az adszorpcióból eredő hibák és kiküszöbölésük, valamint az atomspektroszkópiái módszerek összehasonlítása.

A gyakorlat igényeinek megfelelően folyamatos mérő-módszerfejlesztést is végeznek. Ezek közül kiemelkedő:

- a mikrohullámú roncsolástechnika és

- a termolumineszcencia (TL) módszerek.

Meg kell jegyezni, hogy 2000-ben a Főfelügyelőség a TL-módszerhez egy új HARSHAW 3500 TLD mérőrendszert vásárolt az élelmiszerek besugárzottságának a kimutatására. A TL-módszert, ill. berendezést a Szegei Élelmiszeripari Főiskolának e területen elért eredményei és tapasztalatai alapján az e módszerre elfogadott szabvány alapján állították be.

6. A MERTCONTORL Rt. Vegyi Főosztályán belül az Élelmiszeripari Termékvizsgáló csoport végez akkreditált élelmiszerminősítési tevékenységet.

E tevékenység elsősorban import élelmiszerek vizsgálatát és minősítését jelenti, továbbá itt végzik a Kiváló magyar élelmiszerek minőségének utellenőrzését (a FVM Magyar Közösségi Agrármarketing Centrum Kht. Megbízása alapján).

Az élelmiszerminősítés fontosabb általános szempontjai, ill. céljai:

- élelmiszerbiztonság (mikrobiológiai, toxikus szennyezettség)

- élvezeti érték (érzékszervi tulajdonságok) vizsgálata.

Ehhez alkalmazott analitikai módszerek fizikai, fizikai-kémiai és kémiai jellegűek, amelyek az alábbi mérő- ill. vizsgálati módszereket alkalmazzák:

- refraktometria

- gázkromatográfia

- polarimetria

- potenciometria

- spektrofotometria (UV/VIS, IR)

- röntgenfluoreszcencia, spektrofotometria
- színmérés
- mikroszkópia

A fizikai jellegű módszerek alkalmaztak és alkalmaznak pl. cukor, lekvár, méz, fűszerek, sajtok, glükózinolát-tartalom vizsgálatánál. A Főosztály jövőbeni tervei és feladatai között kiemelt helyet foglalnak el a különleges vizsgálatok az élelmiszerhonosítás területéről.

A fent bemutatott anyag, az “eredménycsokor” azt mutatja, hogy a hazai agro- és élelmiszerfizikai kutatások az agrárium természete szerint széles kiterjedésűek és eredményeikkel elsősorban a gyakorlat igényeit szolgálják és helyünk a többi Szekció eredményeit tekintve, a biofizikai “határán” van, de reméljük, hogy azon belül.

KISPÉTER JÓZSEF
az Agro- és Élelmiszerfizikai Szekció elnöke

ÚJ IRÁNYOK A SEMMELWEIS EGYETEM BIOFIZIKAI ÉS SUGÁRBIOLÓGIAI INTÉZETÉNEK MUNKÁJÁBAN.

Oktató munka:

Az Intézetnek az elmúlt időszakban sikerült megtartania korábban kialakult helyzetét az Egyetem curriculumában: I. év I. szemeszter: heti 2.5 óra előadás, 2.5 óra laboratóriumi gyakorlat; II. szemeszter: heti 2 óra előadás, 2.5 óra laboratóriumi gyakorlat. Az Egyetemen belül kedvezően változott az Intézet gazdasági helyzete. Megállapítást nyert az intézet alulfinanszírozottsága és a támogatás az oktatási feladatok mértékének megfelelően alakult. Az egészségügyi felsőoktatásban betöltött szerepünk szempontjából kedvező fejlődési irány az egyetemi klinikákkal való kapcsolatok erősödése. Klinikus kollégák többen is részt vesznek az I. éves tantermi előadásokban egy-egy orvosi fizikai módszerek gyakorlati alkalmazását bemutató anyaggal, és ez a kezdeményezés minden oldalról igen pozitív véleményeket vált ki. Ugyancsak örömdetes az, hogy klinikusok által szerkesztett szakkönyvek esetén az Intézet felkérését kap a fizikai alapokat tárgyaló fejezetek megírására, ill. a szakképzés, továbbképzés tanfolyamaiban előadóként szerepelnek az Intézet munkatársai. Az Intézet kapcsolatai kedvezően alakultak a többi hazai egészségügyi felsőoktatási intézménnyel is, jelenleg két hazai tankönyv is készülően van közös szerkesztésben a többi hazai egyetem partnerintézeteinek képviselőivel.

Tudományos kutatás:

Az elmúlt években határozottan erősödött az intézet tudományos aktivitása, ami a megjelent (és elfogadott) publikációk számában és színvonalában is megmutatkozik (44 cikk, IF: 83.297). A beszámolási időszakban egy Silicon Graphics munkaállomás került telepítésre és megindult a molekuláris modellezés elsősorban a fehérje konformációs problémák kísérleti vizsgálata során nyert eredmények értelmezésére. A futó programokat eddig szerkezet-meghatározásra, molekuláris dinamika és elektrosztatikus tér-számításokra alkalmaztuk. Az így nyert eredményekből már több színvonalas publikáció is megjelent. A számítógépes megközelítést jól fel lehetne használni az Intézetben folyó liposzómás kutatás témákban is, azonban ehhez (ember és memória) kapacitás jelentős növelésére lenne szükség. Kísérleti vonalon említést érdemel az ESR készülék alkalmazhatóságának kiterjesztése a mintatér hőmérsékleti stabilizálásának megoldásával, ami jelentős intézeti ráfordítással megvalósult. Pályázati támogatás révén műszerfejlesztés történt a fehérjeszerkezet-vizsgálatban használt nagy nyomású mérőcellák terén is, az új lehetőség 7 kbar nyomásig teszi lehetővé fluoreszcencia-spektroszkópiai mérések elvégzését.

Az Intézet munkatársai tevékenyen segítik az MBFT megmozdulásait, három Szekció elnökét ill. titkárait adják, jelentős számban részt vesznek a tudományos rendezvényeken, képviselik a Társaságot az MTA és a MTESZ fórumain.

FIDY JUDIT
intézetigazgató

AZ OSSKI ÚJ SZERVEZETI HELYZETÉRŐL ÉS MUNKÁJÁRÓL

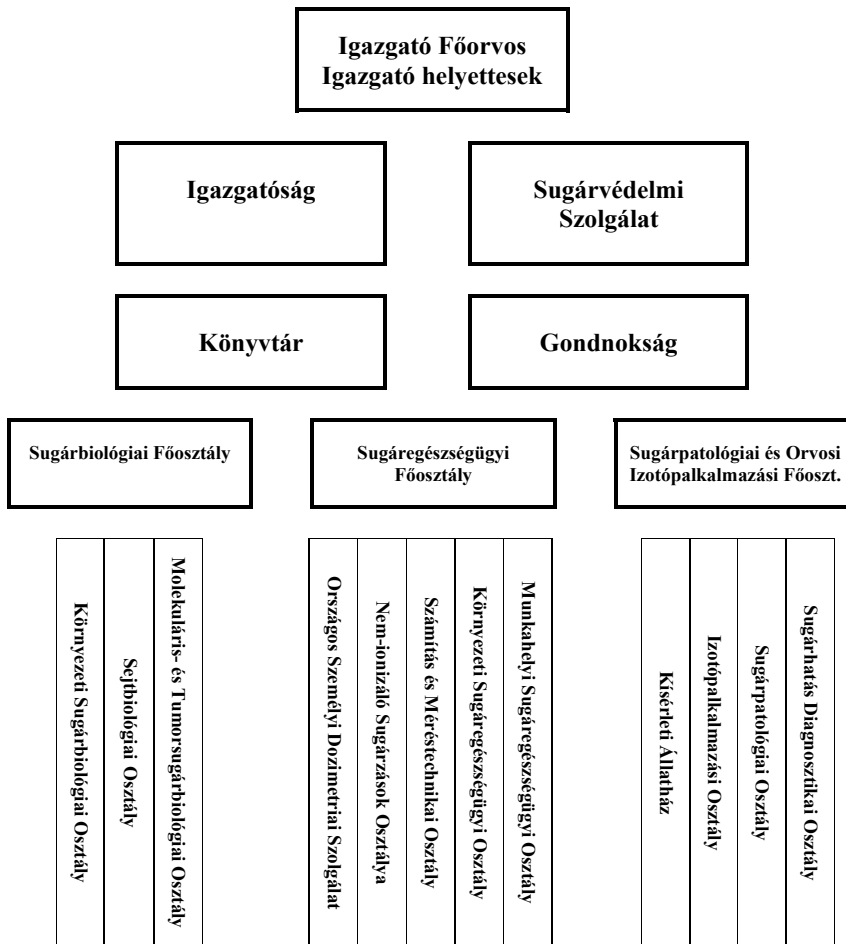
Új szervezetben

A Magyar Köztársaság 1997. évi CXLVI. törvényében módosította az Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálatról szóló 1991. évi törvényt, megszűnt az Országos Népegészségügyi Központ. A szaktárca még 1997-ben elrendelte a Fodor József Országos Közegészségügyi Központ (továbbiakban: OKK) és a Johan Béla Országos Epidemiológiai Központ (továbbiakban: OEK) megalapítását. Ennek az integrálásnak a keretében vált az OSSKI az OKK egyik intézetévé 1998 január 1-től.*

A központok gazdaságilag közvetlenül az Országos Tisztifőorvosi Hivatal irányítása alá kerültek. Az OKK életre hívását kezdeményezők az OKK vezetőivel egyetértésben úgy ítélik meg, hogy a jelenlegi forma alkalmas a közegészségügy területén a tudomány és a technika legújabb eredményeinek megfelelően leginkább

* Épületéről (volt Törley Kastély) kép a 118. oldalon.

fejlesztendő területek felismerésére, ezek kiemelt fejlesztésének biztosítására , illetve képes egy gazdaságosabb, összehangolt szakmai működéssel, az ÁNTSZ törvény koncepciójának megfelelően beilleszkedni az ÁNTSZ szervezetébe és a létrejött kivételesen nagy szellemi kapacitás révén képes a korábbinál sokkal hatékonyabban elősegíteni az ÁNTSZ koncepció megvalósítását.



Az Országos „Frédéric Joliot-Curie” Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet szervezeti felépítése

Az OKK - OSSKI tevékenységi területei.

Szakmai módszertani irányítás

- szakirányítást végez a sugárveszélyes munkahelyen dolgozó alkalmazás előtti és időszakos orvosi vizsgálata, valamint a speciális sugáregészségügyi laboratóriumi vizsgálatok területén,
- vizsgálatokat végez a bioszféra radioaktív szennyezettségének mérésére, annak változásaira és egészségügyi kihatásaira vonatkozóan, különös tekintettel a hazai energia programra,
- országos nyilvántartást vezet az ionizáló sugárzást alkalmazó munkahelyekről az engedélyezési határozatok alapján,
- vizsgálatokat végez a radioaktív hulladékok biztonságos tárolásának és elhelyezésének érdekében,
- közreműködik a sugárbiológiai hatások és a radionuklidok, az ionizáló és nemionizáló sugárzás orvosi, állatorvosi, ipari és mezőgazdasági hasznosításának érdekében,
- működési körében hozzájárul meghatározott honvédelmi és polgári védelmi feladatok végrehajtásához,
- végrehajtja az 1996. évi CXVI. Atomenergiáról szóló, valamint az 1997. évi CLIV. Egészségügyről szóló törvények vonatkozó sugáregészségügyi és sugárvédelmi feladatait.

Szakértői, szaktanácsadói tevékenység

- állandó készenléti szolgálatot tart fenn a rendkívüli események elhárításának szakmai támogatására,
- közreműködik a nukleáris baleset-elhárítás, információcsere szakterületeken megvalósuló EU projectben,
- adatokat és szakvéleményeket szolgáltat nukleáris veszélyhelyzet esetén a Nukleáris baleset-elhárítási Központ részére,
- szakvéleményt nyújt az EüM OAB, OTH és egyéb központi államigazgatósági szervek felé,
- közreműködik sugáregészségügyi jogszabályok előkészítésében, illetve véleményezi azokat,
- elvégzi radioaktív anyagot tartalmazó, vagy ionizáló és nem-ionizáló sugárzást kibocsátó berendezések, készülékek és védő eszközök vizsgálatát, szakvéleményezését a sugárvédelmi minősítéshez,
- elvégzi az import élelmiszerek közegészségügyi minősítéséhez szükséges radiológiai vizsgálatokat,
- sugáregészségügyi szakvéleményeket készít az orvosi terápiás sugaras berendezések, ipari besugárzók, a nukleáris fűtőanyag ciklushoz tartozó létesítmények hatósági tervbírálásához és hatósági üzembe helyezéséhez,
- elvégzi a radioaktív hulladékok kezelésével kapcsolatos tevékenységek és engedélyezési folyamatok szakmai bírálatát,
- szaktanácsadói tevékenységet végez az orvosi és állatorvosi sugár-és izotópalkalmazás területén,

- kidolgozza a sugárartalmak megelőzésének módszereit és javaslatokat tesz a szükséges intézkedésekre.

Tudományos kutatás

Szakterületén tudományos kutatásokat végez.

- vizsgálja az ionizáló és nem ionizáló sugárzás biológiai hatásait,
- modelleket és eljárásokat dolgoz ki a népesség mesterséges és természetes radioaktív forrásokból származó sugárterhelésének becsléséhez,
- elemzi a foglalkozás eredetű és az orvosi sugáralkalmazásból származó sugárterheléseket,
- tanulmányozza a lakossági, foglalkozási, orvosi, civilizációs és környezeti sugárterhelések forrásait, nagyságát, egészségre kifejtett hatásait és ésszerű csökkentésének lehetőségeit,
- tanulmányozza az ipari, orvosi és egyéb sugaras technológiákkal foglalkozó személyek morbiditási és mortalitási viszonyait.

Szakmai képzés, továbbképzés

- közreműködik a Semmelweis Egyetem Munka-és Környezetegészségtani Tanszéke, a DOTE Népegészségügyi Főiskola és más felsőoktatási intézmény oktatási, továbbképzési programjában,
- meghatározott terv szerint egyéni továbbképzési lehetőséget biztosít a közegészségügy bármely területén dolgozó szakemberek számára,
- közreműködik nemzetközi tudományos és szakmai szervezetek továbbképzési programjaiban.

Gyakorlati tevékenység és szolgáltatások működtetése

- irányítja, koordinálja és működteti az Egészségügyi Radiológiai Mérő- és Adatszolgáltató Hálózat (ERMAH), a Hatósági Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer (HAKSER) és az Országos Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer (OKSER) Információs központját,
- részt vesz az Országos Nukleáris Baleset-elhárítási Rendszer Ágazati Információs Központ feladatainak ellátásában,
- működteti a Sugáregészségügyi Készenléti Szolgálatot,
- szakmai tanácsadást, véleményezést és információ-adást biztosít különböző szervezeteknek és lakossági megkeresésekre,
- szakmai tanácsadást és felülvizsgálatot végez a diagnosztikai és terápiás célú radiofarmakonok előállításával és klinikai alkalmazásával, ezek minőségbiztosításával kapcsolatban,
- szakmai tanácsadást és felülvizsgálatot végez sugársterilizált gyógyászati eszközök és egészségügyi cikkek minőségbiztosításával kapcsolatban,
- részt vesz a sugárbalesetek orvosi ellátásában diagnosztikai módszerekkel és terápiás eljárásokra vonatkozó konzílium biztosításával,
- működteti az Országos Személyi Dozimetriai Szolgálatot.

Nemzetközi tevékenység

- Tevékenyen részt vesz és széleskörű kapcsolatokat tart fenn nemzetközi tudományos (ESRB, UIR, EANM stb.), szakmai (ICRP, ICNIRP stb.), kormányközi (WHO, OECD, EUC, IAEA, NATO, UNSCEAR, stb.) szervezetekkel a szakterületét érintő feladatok kidolgozásában.

KÖTELES GYÖRGY
igazgató főorvos

A MOBIL RÁDIÓTELEFONOK SUGÁREGÉSZSÉGÜGYI KÉRDÉSEINEK KUTATÁSA AZ OSSKI NEM-IONIZÁLÓ SUGÁRZÁSOK OSZTÁLYÁN

A mobil telefon terjedése a rádiófrekvenciás (RF) sugárzások egészségre gyakorolt hatásainak vizsgálatát és értékelését, hosszabb távon is szükségessé teszi. Hazánkban jelenleg több mint 3.5 millióan használják. A kérdéssel felelősen foglalkozó tudományos fórumok és nemzetközi szervezetek (*WHO, International Commission on Non-Ionising Radiation Protection, ICNIRP*) megfogalmazták a tényleges feladatokat és azokat a területeket, amelyek további kutatásokat igényelnek. Megállapítható, hogy a mobil telefon bázisállomásból eredő expozíció messze alatta marad a megengedhető határértékeknek. A mobil kézi telefonokból az embert –elsősorban a fejét- érő, RF sugárzás, lokálisan, akár az előírt egészségügyi határértékeket is meghaladhatja.

A WHO állásfoglalása szerint is a mobil telefonok óriási elterjedése újszerű közegészségügyi kérdéseket vet fel, ugyanis a nagy érintett populáció miatt egy viszonylag kis egészségi kockázat is következményekkel járhat. A WHO és az Európa Tanács is - kellő ismeretek hiányában - a kérdés elővigyázatos kezelését („*precautionary approach*”) vetette fel. További vita alatt álló kérdés az ionizáló sugárzásoknál elfogadott, ún. *ALARA (As Low As Reasonable Achievable)* vagyis, "Az ésszerűen elérhető legalacsonyabb sugárzási szint" elv alkalmazása. A WHO csak akkor alkalmazná ezt az elvet, ha azt dózis-hatás összefüggéssel alátámasztják, illetve feltételezhető, hogy akármilyen kis dózis is egészségkárosító hatással járhat. Ezt azonban nehezíti, hogy egy bizonyos dózisonál nagyobb sugárzás már hőhatást okoz, ami elfedhet más kölcsönhatásokat.

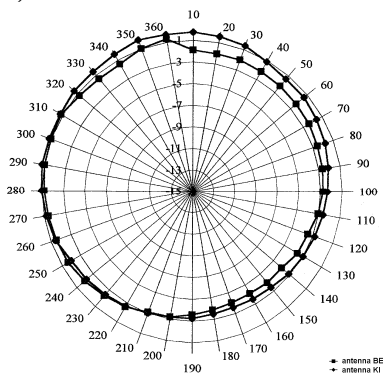
A nemzetközi és EU szabályozás és szabványosítás nem teljes. A szabványosítások folyamatban vannak, de sok területen nincs egyetértés sem a szakemberek, sem az EU országai között. A szabályozási, szabványosítási munkát nehezíti, hogy számos esetben a technikai, ipari előrehaladás megelőzte az egészségügyi, környezetvédelmi megfontolásokat. További probléma, hogy a nem-ionizáló sugárzások, a civilizált társadalomban nem küszöbölhetők ki. A lakosság

expozíciója várhatóan növekedni fog, akár az eddigi trendeket, akár a jövőre vonatkozó fejlesztési terveket tekintjük.

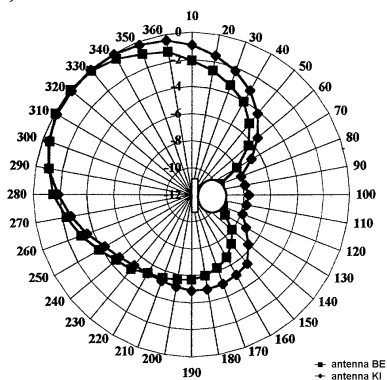
Kutatások az OSSKI-ban

Az elmúlt évek során nemzetközi és EU projektekben vettünk részt a mobil telefonok egészségügyi hatásainak vizsgálatára: Az egyik az EU-IV keretprogramon belül dozimetriai kérdésekkel foglalkozott: CEPHOS: Cellular Phone Standardisation, a celluláris telefonrendszerek szabványosítása. A projektben vizsgáltuk a 900 MHz frekvenciájú GSM rádiótelefon által kibocsátott sugárzás eloszlását a fejfantomban és körülötte.

A)



B)



GSM mobil kézi telefon sugárzási karakterisztikája kihúzott és betolt antennával.

A mérések léptetőmotoros forgató padon történtek 2 W teljesítmény esetén, optikai szállal csatolt térerősségmérőkkel az OSSKI mérőlaboratóriumában. A sugárzó készülék a mérőkör közepén állt, a lap síkjából Z irányba mutató, sugárzó antennával. Mérések: A) szabad térben, B) fejfantommal. A mobiltelefon sugárzási karakterisztikája a fejfantom jelenlétében jelentősen megváltozik. A kisugárzott RF teljesítménynek több mint fele elnyelődik és a tér aszimmetrikussá válik.

Részt vettünk a COST 244bis *“Biomedical effects of electromagnetic fields”* című EU kutatási programban. Öt európai országgal (Ausztria, Belgium, Franciaország, Németország, Svédország) együttműködésben összehangolt mérési sorozatot indítottunk a mobil telefonok bázisállomásainak környezeti rádiófrekvenciás expozíciójának meghatározására. A mérési eredmények közös adatbázisba kerülése és értékelése után jelentés készült az EU-nak és a WHO-nak. Brit-Magyar együttműködés keretében mérési módszereket dolgoztunk ki a mobil rádiótelefonok fejben elnyelt sugárzásának meghatározására. A Műszai Fizikai és Anyagtudományi Kutató Intézzel közösen kifejlesztett dózismérő (SAR) szondánkat az angliai laboratóriummal közösen teszteltük.

Hazai ETT programban a „Mobil telefonok rádiófrekvenciás sugárzása központi idegrendszeri hatásainak vizsgálata elektrofiziológiai módszerekkel” című projektben előkísérletek történtek a rövid idejű memóriára és a motoros reakcióidőre gyakorolt hatás vizsgálatára. Vizsgálatainkban tapasztaltuk, hogy a besugárzás, hatással volt a motoros feladatfüggő reakcióidőre. Az előkísérletek alapján megállapítottuk, hogy a normál reakcióidő és a feladatfüggő reakcióidő expozíció utáni változásának időbeli lefolyását is vizsgálni kell.

Ugyancsak ETT programon belül módszert állítottak be perfúziós patkány tobozmirigy szervkultúra melatonin termelésének in vitro nyomonkövetésére radioimmunoassay módszerrel. Vizsgáltuk a mágneses tér hatását a melatonin szekrécióra.

Wistar patkányokon vizsgáltuk a 900 és 1800 MHz-es GSM rádiótelefon sugárzás hatását az állatok melatonin és fehérje szintézisére. 1800 MHz-nél a melatonin szintézist és az állatok agyának fehérje szintézisét nem befolyásolta a napi 2 órás, GSM modulált rádiófrekvenciás sugárzás, a máj fehérjeszintézisben azonban szignifikáns emelkedés volt tapasztalható. A 900 MHz-es eredmények még feldolgozás alatt állnak.

Az Osztály munkatársai: Thuróczy György, Bakos József, Jánossy Gábor, Kubinyi Györgyi, Nagy Noémi, Salamon Zsuzsanna, Somosy Zoltán és Szabó D. László.

Publikációk:

- Thuróczy Gy: *Radiation: a serious challenge for the mobile industry*, QSDG, Vol.2. No.4., pp 26-31, 2000

- Thuróczy G., Jánossy G., Nagy N.: *Radiofrequency (RF) Exposure of Mobile Communications in Hungary and Evaluation Relevant to EU and National Standard: Base Stations and Handy Devices*, in: Klauenberg.B.J. and Miklavcic D. (ed): *Radiofrequency Radiation Dosimetry and Its Relationship to the Biological Effects of Electromagnetic Fields*, NATO-ARW Seires, Kluwer Academic Publishers, 2000 pp. 531-539.

- Thuróczy G., Kubinyi Gy., Sinay H., Bakos J., Sipos K., Lénárt Á., Szabó L.D.: *Human Electrophysiological Studies on Influence of RF Exposure Emitted by GSM Cellular Phones*, in: F.Bersani (ed): *Electricity and Magnetism in Biology and Medicine*, Plenum Press pp 721-724, 1999

- Kellényi L., Thuróczy Gy., Faludy B., Lénárd L.: *Effects of Mobile GSM Radiotelephone Exposure on the Auditory Brainstem Response (ABR)*, *Neurobiology* Vol.7(1) pp. 79-81, 1999

- Kubinyi Gy., Thuróczy G., Sinay H. and Szabó L.D.: *Magnetic Field and Initial Phase of the Protein Synthesis in Newborn and Adult Mice*, *Electro- and Magnetobiology* vol.17(2), pp 161-169, 1998

- Elekes E., Thuróczy G. and Szabó L.D.: *Effects on the Immune System of Mice Exposed Chronically to 50 Hz Amplitude Modulated 2.45 GHz Microwaves*, *Bioelectromagnetics*, Vol.17. pp.246-248, 1996

- Kubinyi G., Thuróczy G., Bakos J., Sinay H. and Szabó L.D.: *Effect of Continuous wave and Amplitude Modulated 2.45 GHz Microwave Radiation on the Liver and Brain Aminoacyl-tRNA Synthetases of in utero Exposed mice*, *Bioelectromagnetics*, Vol.17., pp.497-503, 1996

- Kittel Á., Siklós L., Thuróczy G. and Somosy Z.: *Qualitative Enzyme Histochemistry and Microanalysis Reveals Changes in Ultrastructural Distribution of Calcium and Calcium Activated ATPases after Microwave Irradiation of Medial Habenula*, *Acta Neuropathologia*, Vol 92: 362-368, 1996

- Thuróczy G., G.Kubinyi, N.Nagy, L.D.Szabó: *Measurements of Visual Evoked Potentials (VEP) and Brain Electrical Activity (EEG) after GSM-type Modulated Microwave Exposure on Rats*, *Advanced Computational Applied Electromagnetics*, Vol.9, pp. 384-395, 1995.

- Thuróczy G., Bakos J., Szabó L.D.: *Practical Considerations in Bioelectromagnetic Dosimetry: SAR Measurements of RF and Microwave Exposure in Animal Models related to Mobile Phones*, in: D.Simunic (ed): *Methods for Exposure Assessment related to Standards Design and Quality Control of Laboratory Experiments*, *COST 244 Transactions, Brussels DG XIII*, pp. 104-110, 1995

- Thuróczy G., Kubinyi G., Bodó M., Bakos J. and Szabó L.D.: *Simultaneous Response of Brain Electrical Activity (EEG) and Cerebral Circulation (REG) to Microwave Exposure in Rats*, *Reviews on Environmental Health*, Vol.10., No.2., pp: 135-148, 1994.

THURÓCZY GYÖRGY

BIOFIZIKA ÉS SZÁMÍTÓGÉPES BIOLÓGIA: Illinois-i Egyetem, Champaign-Urbana, USA.

A Fulbright ösztöndíjnak köszönhetően, 2001. év első felében alkalmam volt betekintést nyernem az Egyesült Államok egyik legnagyobb és legtekintélyesebb állami egyetemén folyó biofizikai kutatásokba. A "betekintés" kifejezést nem a látogatótól (időleges munkatárstól) elvárható kötelező szerénység, hanem a lenyűgözően gazdag választék okán használtam. Amióta a nyolcvanas évek elején először kerültem közvetlen kapcsolatba az ottani biofizikusokkal, a lélegzetelállító fejlődést saját magam is megtapasztalhattam a kutatási lehetőségek számának és minőségének ugrásszerű emelkedésében. Míg itthon évtizedeket kell várni egy-egy vidéki egyetemi nagyberuházás megvalósulására (lásd pl. az 1976-ban átadott biológiai épület torzóját vagy napjainkban a volt világbanki hitellel kapcsolatos beruházások sorsát Szegeden), addig ott gomba módra szaporodnak az új, klinkertéglás épületek a régiek mellett (helyett). Ebben a fejlődésben elsősorban a géntechnológia, a mikroelektronika és a számítástechnika a húzó ágazat, de ezekkel a beruházásokkal a biofizikai kutatások is gazdagodnak, és egyben fokozatosan átalakulnak.

A biofizikusok nem egyetlen egyetemi tanszékbe (tanszékcsoporthoz, karba) tömörülnek, hanem csak laza, intézetek közötti egységet alkotnak, amely elsősorban az oktatás (a biofizika multidiszciplináris jellegének megfelelő) szempontjait veszi

figyelembe. Ez az oktatási szervezet a „Biofizika és Számítógépes Biológia” (Center for Biophysics and Computational Biology), amelybe mintegy 40 egyetemi tanár sorolható az alaptudományok (fizika, kémia, biokémia, molekuláris- és összehasonlító élettan, sejt- és szerkezeti biológia, növénybiológia, mikrobiológia és orvostudomány) és a műszaki (vegyésszépmérnöki, biomérnöki és számítógépmérnöki) tudományok intézeteiből. Ez a centrum gondot fordít a biofizika megfelelő színvonalú népszerűsítésére is szemináriumok és tiszteleti előadások szervezésével. Hans Frauenfelder, aki hosszú évtizedekig az egyetem megkülönböztetett érdemű és tiszteletű (bio)fizika professzora volt, minden évben ünnepi előadást („Frauenfelder Lectures”) szervezhet a város monumentális színházában (Krannert Center). 2001-ben a kitüntetett előadó Manfred Eigen, Nobel díjas biofizikus volt Göttingából. A zsúfolt nézőtér előtti előadás és az azt követő kötetlen beszélgetés felemelő és igazi ünnepe volt az egyetemi oktatóknak, hallgatóknak és a biofizika iránt érdeklődést mutató laikusoknak.

A biofizikai kutatások lehetőségeinek (amelyeket a kutatási centrumok tudnak nyújtani az érdekelteknek) és a ténylegesen művelt témáknak olyan széles a választéka, hogy még egy egyszerű felsorolás is kimerítené a rendelkezésre álló tartalmi és formai kereteket. Emiatt az alábbi ismertetés szükségszerűen szubjektív és a végletekig leegyszerűsített.

- Beckman Intézet (Pierre Wiltzius). Itt 3 területen folynak multi- és interdiszciplináris kutatások a biológiai intelligencia, az ember és a számítógép kapcsolata valamint a molekuláris- és elektronikus nanoszerkezetek területein.

- Mágneses Rezonancia Képképzés Biológiai és Orvosi Alkalmazásai – kutatási centrum (Gregory Miller). A 3 kiemelt terület: mikroszkópikus NMR képképzés, NMR jelfeldolgozás és megjelenítés, valamint funkcionális képképzés és spektroszkópiai módszerek.

- Biotechnológiai Centrum (Stanley Maloy). Főbb területek: összehasonlító és funkcionális genomika (oligonukleotid-szintézis, bioinformatika), fehérjék (szekvenca-analízis, peptid szintézis és tisztítás, tömegspektrometria, 2 dimenziós gélelektroforézis), transzgenikus állatok (embrió fagyasztás és tárolás, transzgenikus szűrés), immunológia (antitest jelölések, antigén-antitest tisztítás), áramlási citometria (fluoreszcencia alapú sejt-szétválasztás és számlálás, kinetikai mérések).

- Molekuláris Spektroszkópiai Centrum (Antony Crofts, Robert Gennis, Martin Grübele, John Whitmarsh, Colin Wraight). Elektron- és protontranszfer folyamatok bioenergetikai (fotoszintetikus, légzési) rendszerekben, biomolekulák struktúra-funkció-dinamika-energiatérkép összefüggései, biopolimerek (fehérjék) fel- és letekeredése (folding-unfolding) hőmérséklet-ugrás módszerével.

- Illinois-i ESR Kutató Központ (Linn Belford és Robert Clarkson). Kiemelt terület a többfrekvenciájú és nagyfrekvenciájú speciális ESR (ENDOR és ESEEM) technológia, biopolimerek szerkezeti és dinamikai tulajdonságainak feltárása nagyfrekvenciájú, helyspecifikus spinjelzők alkalmazásával.

- Fluoreszcencia Dinamikai Kutató Laboratórium (Enrico Gratton). Főbb területek: 2-fotonos mikroszkópia (a hőmérséklet és a lipid-összetétel hatása az egyrétegű óriás vezikulumokra, 2-fotonos fluoreszcencia mikroszkópia, nagysűrűségű lipoprotein receptorok), „pump-probe” spektroszkópia, fluktuáció korrelációs

spektroszkópia, „stopped-flow” fluorimetria, 2 dimenziós fluoreszcencia élettartam meghatározás, foton-vándorlás (szövet-spektroszkópia és tomografikus képalkotás).

- Röntgenkrisztallográfiai Laboratórium (Scott Wilson).

- Szuperszámítógép Alkalmazásai - nemzeti központ (Dan Reed).

- Tömegspektroszkópai Kutató Laboratórium (Richard Milberg).

- Elméleti Biofizikai Laboratórium (Klaus Schulten). Kiemelt kutatási területek: számítógépes neurobiológia, nagyon nagy biomolekuláris szerkezetek modellezése, innovatív számítógépes eljárások (interaktív molekuláris dinamika), kulcsfontosságú bioenergetikai fehérjék (fotoszintetikus reakciócentrum, fénybegyűjtő komplex, bakteriorodpszin, citokróom C oxidáz) működése, DNS felismerési és szabályozási folyamatok (fehérje-DNS komplex), a lipid metabolizmus molekuláris alapjai (fehérje-lipid komplexek), sejtek mechanikai tulajdonságai (titin).

A magyar biofizikusoknak és szervezeteinek (MTA SZBK Biofizikai Intézet, SZTE Biofizikai Tanszék, SE Biofizikai Intézet) hosszú évekre visszanyúlóan kiterjedt kapcsolatai voltak és vannak az Illinois-i Egyetem számos intézetével. Ennek kihasználása és ápolása mindannyiunknak lehetőséget és egyben előnyt is jelent az éles nemzetközi versenyben.

MARÓTI PÉTER

A RADIOÖKOLÓGIA TÁVLATAI

„Évszázadokig azt tanították nekünk, hogy csak azt a maradványt valljuk hitként, amit semmilyen kétség nem kezd ki. Mára ilyen nem maradt, ezért kell a nyitott szemmel való hit képességét szisztematikusan helyreállítani” (Polányi Mihály)

Hajlamosak vagyunk a század- sőt méginkább az ezredfordulót azonosítani a változással, a fejlődés egy újabb, teljesebb prognosztizálásával. Kétségtelen tény, hogy mint minden tudomány, az 50 éve született radioökológia is egyre inkább interdiszciplinárisává válik. Kezdetben – „child of radiation protection” (Aarkrog 2000) – a nukleáris fegyverkísérletek, majd a nukleáris ipart foglalkoztató környezeti mérések voltak jellemzőek, s a radioökológia alapelveit azonosították a fizika, biológia, matematika és az ökológia alapgondolataival. A nukleáris balesetek, mint pl. Khystym (1957), Windscale (1957), Three Mile Island (1979), Csernobil (1986) fokozottan felhívták a figyelmet a radioökológiai kutatások fejlesztésére. A radioökológia ma élő tudomány, ezt bizonyítja a közel 450 IUR tag (Radioökológusok Nemzetközi Egyesülete, IUR), és az évente közel 160 JER (Journal of Environmental Radioecology) publikáció.

A radioökológia ma érvényes alapelvei lényegében ember és nem természetközpontúak. Az ember és környezete közötti kölcsönhatásokkal, a különböző

lehetséges besugárzási útvonalakkal, azok térbeli és időbeli függésével valamint a szennyezett területek kezelésével foglalkozik. A vizsgálatok fókuszpontja az emberi dózisbecslés dózis-hatás modellek alapján. Ezek a modellrendszerek sokkal inkább az ionizáló sugárzások teljesebb tekintetbevételét szorgalmazzák, mint a környezeti szennyeződések általános áttekintését. Pedig a radioaktív szennyeződések is csak egy fajtáját képezik a környezeti ártalmaknak, sőt lokális hatást tekintve összemérhetők egyes kémiai balesetekkel.

Jelenleg a radioökológiai és az egyéb ökológiai modellek nem kompatibilisek, sőt számos esetben a hasonló tudományágak kutatói sem képesek egymás nyelvét megérteni. Ezért többen úgy vélik, hogy a közeledés csak egy közös ún. standard bevezetésén alapulhat, amely nem tesz különbséget sievert, mol és egyéb mennyiség között. A standard lehetne pl. a kockázat illetve rizikó egysége. A kockázat bevezetésének kétségtelen előnye az, hogy ekkor a sugárhatás könnyen összevethető más ágensek (pl. vegyi szennyeződés, közlekedés) káros hatásaival. Hátránya viszont, hogy a kockázat rendszerint csak sokkal nagyobb bizonytalansággal mérhető, becsülhető, mint a sugárdózis. Egy bizonytalanul meghatározható, prognosztizálható mennyiségre pedig veszélyes alapozni pl. a korlátozásokat. Természetesen mindkét mennyiség használata megengedhető, sőt megengedett és ezek egymást esetenként kiegészíthetik.

Az ICRP (International Committee on Radiation Protection) jelenlegi megfogalmazása, miszerint ha az ember védve van, akkor a flóra és a fauna is védve van, nélkülöz minden tudományos megalapozottságot. Ráadásul ellentétben van a biodiverzitás megőrzésének elvével, melyet az összes többi környezeti szennyezőre alkalmaznak. Manapság még nincs elfogadott elv a sugárzástól származó ökológiai károsodás illetve védettség bizonyítására. Hiányoznak azok az ún. környezeti standardok, melyeket az egyéb típusú környezeti szennyeződésekre alkalmaznak. Ezért a jövő egyik legfontosabb feladata felállítani a kritikus flóra és fauna típusokat, melyek standardként szolgálhatnak. Ezen belül különösen érdekes azoknak a mérési „pontoknak” a megtalálása, amelyek a leginkább sugárérzékenyek és egyben ökológiailag is fontosak, kritikusak. Mintának tekinthető a jelenlegi kutatási projektek közül a flórára vonatkozó OSPAR ajánlás (The Oslo and Paris Convention for the Protection of Marine Environment of the North-East-Atlantic). Rendkívül fontos az ehhez tartozó megbízható adatbázis létrehozása, melyek a környezeti modellezést is segíthetik. Csernobil, mint élő laboratórium ma is értékes eredményeket szolgáltat. De más ökoszisztémák, mint pl. a trópusi populáció-együttes még feltáratlan. Különösen lényeges, hogy a teljes ökoszisztémát ért hatást fel lehessen mérni, erre legalkalmasabbak az ún. ökozimetriai vizsgálati módszerek lennének. Az előzőekben említett mérési „pontok” dózis-hatás kapcsolatát ismerve a teljes ökoszisztémára vonatkozó megalapozott kijelentések tehetők.

Különösen a csernobili balesetet követően, a szennyezett területek helyreállítása során számos esetben megmutatkozott a radioökológusok, sugárvédészek és a végrehajtó szervezetek közötti kommunikációs zavar. Mivel a radioökológia általában az energiatermeléshez, azon belül is elsősorban a nukleáris iparhoz kötődik a fejlesztési irányoknak is követni kell az ipari igényeket. Ennek kapcsán elkerülhetlenné vált a fejlődés vonalának kiszélesedése is, világhossá vált a társadalomtudományok

(közgazdaságtan, pszichológia, politológia) fontossága. Így egyértelmű trend a radioökológia függetlenedése a szűken vett sugárvédelemtől és a sugárfizikától.

A radioökológusok jelentős része egyetért, sőt szorgalmazza a társadalomtudományok eredményeinek integrálódását a radioökológiába. Valójában, bár a gazdasági megközelítés kétségtelenül segíti a különböző kockázatokat kezelő társadalmi koordinációt, el kell ismerni, hogy ezt nem tanácsos az ALARA-elv bármely gyakorlati megvalósításának központi elemévé tenni. A gyakorlati megvalósításnak egy olyan szoros kapcsolatrendszer felé kell irányulnia, amely összeköti a tudományos ismereteket, a gazdasági logikát, valamint egy sokkal pragmatikusabb, a gyakorlatot és a különböző döntéshelyzeteket is adaptáló megközelítést.

Nehéz lenne egyértelműen meghatározni hogy merre tart a radioökológia. Hogy képes-e önállóságát megtartva még évtizedeken át fejlődni, vagy részben segédtudományává válik-e más divatosabb tudományterületeknek, mint pl. a biogeokémiának. Az mindenesetre tény, hogy a populáció-együttesek ökológiai szemléletű vizsgálata azonos a környezet élőlényeken keresztül történő tanulmányozásával. Ez pedig interdiszciplináris. Ezért kell a nyitott szemmel való hit képességét szisztematikusan helyreállítani és ennek szellemében továbbdolgozni.

Irodalom:

Aarkrog, A. : Trends in radioecology at the turn of the millenium, JER, 49, 123-125, 2000.

Clarke, R.: Control of low level radiation exposure: time for a change? Journal of Rad. Prot., 19(2), 107-115, 1999.

Howard, B.: The concept of radiological sensitivity, Rad.Prot. Dosimetry, in press. 2001.

Hunter, G.: Developments in Radioecology in the new millenium, JER, 56, 1-6, 2001.

Polikarpov, G.G.: The future of radioecology: in partnership with chemo-ecology and eco-ethics, JER, 53, 5-8, 2001.

Shaw, G. : Radioecology-how did we get here and what do we do now?, JER, 54, 305-309, 2001.

Strand, P.: JER/IUR: a new co-operation for the new millenium, JER, 47, 3-6, 2000.

Voigt, G.: Trends in radioecology. JER, 48(3), 261-264, 2000.

Whicker, W.: Radioecology: coming of age, JER 35(2), 111-114, 1997.

Whicker, W: Radioecology: relevance to problems of the new milleneum, JER, 50, 173-178, 2001.

EGED KATALIN

GSF Inst. of Radiation Protection, München,
ill. Veszprémi Egyetem Radiokémia Tanszék