

Hírsugár

**Az ELFT
Sugárvédelmi Szakcsoportjának
tájékoztatója**

39. szám

2009. november

Hírsugár

Az ELFT Sugárvédelmi Szakcsoportjának tájékoztatója

39. szám (2009. november)

ISSN 1417-8257

Felelős kiadó: Solymosi József, a Szakcsoport elnöke

Szerkesztők: Deme Sándor és Déri Zsolt

A Szakcsoport honlapja: www.kfki.hu/elftsv

A Sugárvédelem c. on-line folyóirat honlapja:

www.sugarvedelem.hu/sugarvedelem/

A tartalomból

EMLÉKEZTETŐ AZ ELFT SUGÁRVÉDELMI SZAKCSOPORTJÁNAK 2009. SZEPTEMBER 16-I VEZETŐSÉGI ÜLÉSÉRŐL	3
EMLÉKEZTETŐ AZ ELFT SUGÁRVÉDELMI SZAKCSOPORTJÁNAK 2009. NOVEMBER 11-I VEZETŐSÉGI ÜLÉSÉRŐL.....	6
A HEVESY GYÖRGY-DÍJ A NUKLEÁRIS BIZTONSÁGÉRT KITÜNTETETTJEI – 2009.....	9
A SUGÁRVÉDELMI TÁRGYÚ FOLYÓIRATOK HOZZÁFÉRHETŐSÉGE	12
TÁJÉKOZTATÓ A MAGYAR NUKLEÁRIS TÁRSASÁG TEVÉKENYSÉGÉRŐL	15
A RADIONUKLIDOK MOZGÁSA A BIOSZFÉRÁBAN; MODELLEZÉS	20
NÉVJEGY: VARJAS GÉZA A SUGÁRVÉDELMI EMLÉKÉREM 2009. ÉVI KITÜNTETETTJE	27

A szerkesztést 2009. december 2-án zártuk le.

A Hírsugárba szánt cikkeket, híreket a szerkesztőknek kérjük beküldeni (deme@aeki.kfki.hu és deri.zsolt@emr.antsz.hu), Word formátumban.

Rajzok: Déri Zsolt

Aki friss sugárvédelmi híreket szeretne kör e-mailben kapni, kérését András Andornak e-mailben jelezze (andrasi@aeki.kfki.hu). Közzététel kéréssel szintén hozzá lehet fordulni.

EMLÉKEZTETŐ AZ ELFT SUGÁRVÉDELMI SZAKCSOPORTJÁNAK 2009. SZEPTEMBER 16-I VEZETŐSÉGI ÜLÉSÉRŐL

Helyszín: OAH földszinti tanácsterem

Jelen vannak: Andrási Andor, Bujtás Tibor, Csige István, Deme Sándor, Fehér Ákos, Fehér István, Kanyár Béla, Kerekes Andor, Nagy Zsigmondné, Pellet Sándor, Solymosi József, Vincze Árpád, Zagyvai Péter

Bevezetőjében Solymosi József köszöntötte a Vezetőség tagjait és megállapította, hogy a Vezetőség határozatképes.

Solymosi József nyilvánosan megkövette Deme Sándort a közelmúltban történt félreértések miatt és kérte, hogy továbbra is vállalja a Hírsugár szerkesztői feladatait. Deme Sándor vállalta a szerkesztői feladatokat a jövőben is.

Ezt követően Solymosi József ismertette a korábban kiküldött, tervezett napirendet és kérte, hogy a jelenlévők szükség esetén tegyenek javaslatot a napirend bővítésére.

Tervezett napirendi pontok:

1. Elnöki tájékoztató a legutóbbi Vezetőségi ülés óta történt fontosabb eseményekről.

Felelős előterjesztő: Solymosi J.

2. SUGÁRVÉDELEM tankönyv

Felelős előterjesztő: Solymosi J., Fehér István

3. Sugárvédelem on-line

Felelős előterjesztő: Vincze Á.

4. Sugárvédelmi évadzáróra (Mikulásra) előadások kiválasztása, előadók felkérése

Felelős előterjesztő: Bujtás T.

5. IRPA konferencia 2010., Helsinki, Young Scientist Award

Felelős előterjesztő: Vincze Á.

6. 2009.10.26., Zágráb, 6th meeting of the European IRPA Societies' representatives, résztvevők véglegesítése

Felelős előterjesztő: Bujtás Tibor.

7. Egyebek

A Vezetőség a napirendet kiegészítések nélkül elfogadta el és megkezdte tárgyalását:

1. napirendi pont

Solymosi József beszámolt arról, hogy Nagy Zsigmondné készített egy összefoglalót a Szakcsoport pénzügyi helyzetéről. A jelenlegi keret felosztásánál az alábbi kiadásokat javasolta figyelembe venni:

- Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam Ifjúsági díj támogatása.
- A Fiatal Kutató Díj győztesének támogatása a Helsinkiri IRPA konferencián.
- Részvétel az Európai sugárvédelmi társaságok képviselőinek zágrábi találkozásánál.
- Évzáró klubdélután költségei.
- Sugárvédelem tankönyv támogatása.

Fehér Ákos javasolta, hogy a következő Vezetőségi ülés előtt készüljön egy tételes előterjesztés a költségek felosztásáról a döntés elősegítése érdekében.

2. napirendi pont

Fehér István tájékoztatta a Vezetőséget, hogy a SUGÁRVÉDELEM tankönyv „nyers” változata elkészült, közel 570 oldal. A kiadónak történő átadás előtt a végső korrektúrát kell még elvégezni.

A Vezetőség megköszönte a szerzők és szerkesztők eddigi gondos munkáját, külön kiemelve Fehér István és Deme Sándor elvülhetetlen érdemeit.

3. napirendi pont

Vincze Árpád beszámolt arról, hogy a 2. szám lezárásra került. Fehér István javasolta, hogy minden vezetőségi tag készítsen/készíttessen elő egy cikket a következő számba október végéig. A novemberi Vezetőségi ülésen beszéljünk ezekről a cikkekről.

4. napirendi pont

A sugárvédelmi évadzáró időpontja: 2009. december 02. 13:30. Helyszín: MTESZ székház (Budapest, Fő u. 68., II. emelet 221.).

Előtte 12:00-kor kezdődik az év utolsó Vezetőségi ülése.

Az évadzáró elnöki tájékoztatóval kezdődik, a további előadásokra a november 11-i Vezetőségi ülésig várjuk a javaslatokat.

5. napirendi pont

A Fiatal Kutatói Díj pályázatának beadási határideje szeptember 30. A vezetőség tagjai agitálják a potenciális pályázókat.

Kérdésként merült fel Madas Balázs Gergely pályázati lehetősége. Mivel a pályázati feltételeknek megfelel, pályázhat.

A pályázatok szóbeli meghallgatásának időpontja október 20. (kedd) 14:00.

OAH földszinti tanácsterem. A Vezetőség megszavazta az oppenenseket: Csige István, Kerekes Andor.

6. napirendi pont

Októberben, Zágrábban rendezik meg az európai sugárvédelmi társaságok képviselőinek éves összejövetelét (2009.10.26., Zágráb, 6th meeting of the European IRPA Societies' representatives). A rendezvényen az ELFT Sugárvédelmi Szakcsoportot Kerekes Andor és Pellet Sándor képviseli.

7. napirendi pont Egyebek

Solymosi József javasolta a vezetőségnek, hogy az MTA főtitkára által alapított "Hevesy György Díj a Nukleáris biztonságért" felnőtt kategóriájának díjára a Szakcsoport Rónaky Józsefet jelölje. A Vezetőség a javaslatot egyhangúan támogatta és felkérte Fehér Ákost a jelöléshez szükséges dokumentáció összeállítására.

Deme Sándor javasolta, hogy a Hírsugárba készüljenek cikkek Sugárvédelem a gyakorlatban témakörben. Ilyen cikkekre vár javaslatokat.

A Vezetőség kérte András Andort, hogy készítsen egy összeállítást a mérvadó sugárvédelmi folyóiratok, honlapok profiljáról, elérhetőségeiről.

András Andor felhívta a figyelmet, hogy a Helsinkiri IRPA konferenciára az abstractok beadási határideje szeptember 15-én lejárt, de az Athéni személyi dozimetriai konferencia esetében a közelmúltban határidő módosítás történt (<http://www.gaec.gr/im2010/>).

Bujtás Tibor felhívta a figyelmet egy októberi szakmai előadásra:

Az előadó neve és előadásának címe: Mr. Tatsuya KOBAYASHI: Current Japanese Radiation Protection and Advanced Medium-Scale RPL Dosimetry System

Az előadás 2009. október 22-én de. 11-kor az Országos Atomenergia Hivatal (OAH) előadótermében lesz (Budapest, 1036 Fényes Adolf u. 4.)

Az előadás tervezett időtartama : 30-40 perc + 30 perc hozzászólás, megbeszélés.

A Vezetőség egyetértett abban, hogy a közeljövőben kerekasztal beszélgetés keretében meg kell vitatni a magyarországi hatósági dozimetria jövőjét.

A következő vezetőségi ülés várható időpontja: 2009. november 11.

Az emlékeztetőt összeállította: Bujtás Tibor

EMLÉKEZTETŐ AZ ELFT SUGÁRVÉDELMI SZAKCSOPORTJÁNAK 2009. NOVEMBER 11-I VEZETŐSÉGI ÜLÉSÉRŐL

Helyszín: OAH 3. emeleti tanácsterem

Jelen vannak: Andrási Andor, Ballay László, Bujtás Tibor, Csige István, Deme Sándor, Fehér István, Kerekes Andor, Nagy Zsigmondné, Pellet Sándor, Rónaky József, Solymosi József, Zagyvai Péter

Bevezetőjében Solymosi József köszöntötte a Vezetőség tagjait és megállapította, hogy a Vezetőség határozatképes.

Napirend előtt Rónaky József kért szót és a Hevesy György-díj átvétele alkalmából egy pohár pezsgő közös elfogyasztása mellett köszönte meg a Szakcsoportnak a jelölést.

Solymosi József még egyszer gratulált a díjhoz és megígérte, hogy a Szakcsoport továbbra is számít Rónaky József munkájára.

Ezt követően Solymosi József ismertette a korábban kiküldött, tervezett napirendet és kérte, hogy a jelenlévők szükség esetén tegyenek javaslatot a napirend bővítésére.

Tervezett napirendi pontok:

1. Elnöki tájékoztató a legutóbbi Vezetőségi ülés óta történt fontosabb eseményekről.

Felelős előterjesztő: Solymosi J.

2. SUGÁRVÉDELEM tankönyv

Felelős előterjesztő: Fehér István

3. Sugárvédelem on-line

Felelős előterjesztő: Vincze Á.

4. Fiatal Kutatói díj

Felelős előterjesztő: Vincze Á.

5. Sugárvédelmi évadzáró (Mikulás) programja

Felelős előterjesztő: Bujtás T.

6. Zágráb, 6th meeting of the European IRPA Societies' representatives, visszajelzés az ülésről

Felelős előterjesztő: Kerekes A.

7. 2010. évi felkészülés

Felelős előterjesztő: Bujtás T.

8. Egyebek

A Vezetőség az alábbi kiegészítésekkel elfogadta a napirendet és megkezdte tárgyalását:

- A Szakcsoport maradvány pénzügyi keretének felosztása.
- Éves beszámoló a 2009-es tevékenységéről.

1. napirendi pont

Solymosi József beszámolt arról, hogy az elmúlt időszak jelentősebb eseményei (SUGÁRVÉDELEM tankönyv, Fialat Kutatói pályázat) mind szerepelnek a tárgyalandó pontok között, így az ezekkel kapcsolatos észrevételeit majd az adott pont tárgyalásánál teszi meg.

2. napirendi pont

Fehér István tájékoztatta a Vezetőséget, hogy a SUGÁRVÉDELEM tankönyvet november 02-án átadta a kiadónak.

A Vezetőség ismét megköszönte a szerzők és szerkesztők eddigi gondos munkáját.

Solymosi József ismertette, hogy a SUGÁRVÉDELEM könyvhöz ő és Vértés Attila az MTA Kémiai Tudományok Osztályától, míg Fehér István az MTA Fizikai Tudományok Osztályától kért támogatást.

A Vezetőség számba vette a további lehetséges támogatók körét, melyek között felmerült a PA Zrt., az RHK Kft. a Somos Alapítvány, ...stb. Bujtás Tibor támogatást kérő levelet készít elő ezen cégek részére.

3. napirendi pont

Vincze Árpád távollétében az Sv-online folyóirattal kapcsolatos témák nem kerültek tárgyalásra.

4. napirendi pont

A Fialat Kutatói Díj pályázatának győztese Hirn Attila (KFKI AEKI). Ő képviseli hazánkat a jövő évi finnországi IRPA kongresszuson.

5. napirendi pont

A sugárvédelmi évadzáró időpontja: 2009. december 02. 13:30. Helyszín: MTESZ székház (Budapest, Fő u. 68., II. emelet 219.).

Előtte 12:00-kor kezdődik az év utolsó Vezetőségi ülése.

Az évadzáró elnöki tájékoztatóval kezdődik, melyet Hirn Attila előadása követ.

6. napirendi pont

Zágrábban rendezték meg az európai sugárvédelmi társaságok képviselőinek éves összejövetelét. A rendezvényen az ELFT Sugárvédelmi Szakcsoportot Kerekes Andor és Pellet Sándor képviselte. Kerekes Andor beszámolt a találkozóról, amelyről a Hírsugárba egy rövid összefoglalót készít.

7. napirendi pont

A jövő évi tervekre Bujtás Tibor november 25-ig vár javaslatokat a Vezetőség tagjaitól.

8. napirendi pont Egyebek

Deme Sándor bejelentette, hogy a Hírsugár következő száma a Vezetőségi ülés emlékeztetőjének beérkezése után elkészül.

9. napirendi pont A Szakcsoport maradvány pénzügyi keretének felosztása.

Solymosi József az ülés előtt e-mail-ben kiküldte a felosztásra vonatkozó javaslatát, melyet a Vezetőség az ülésen elfogadott.

10. napirendi pont Éves beszámoló a 2009-es tevékenységéről.

A 2009-es tevékenységéről szóló beszámolókat Bujtás Tibor november 25-ig várja a Vezetőség tagjaitól.

A következő vezetőségi ülés várható időpontja: 2009. december 02. 12:00
MTESZ székház

Az emlékeztetőt összeállította: Bujtás Tibor

A HEVESY GYÖRGY-DÍJ A NUKLEÁRIS BIZTONSÁGÉRT KITÜNTETETTJEI – 2009

A Hevesy György-díj a nukleáris biztonságért kuratóriuma, 2009. október 19-én megtartotta a díj kiosztásával kapcsolatos ülését. Az ülésén a következő döntés született:

A kuratórium az I. kategóriában két teljes értékű díjat ad ki:

Dr. Rónaky Józsefnek a paksi atomerőmű nukleáris biztonsága érdekében, továbbá a hazai nukleáris létesítmények biztonságának társadalmi és nemzetközi elismertsége érdekében kifejtett több évtizedes elkötelezett, magas színvonalú tevékenységéért, valamint

Jánosiné Bíró Ágnes részére a nukleáris energetika és nukleáris biztonság területén végzett szakmai, oktatási, szervezési eredményeiért, valamint széleskörű ismeretterjesztő tevékenységéért.

A kuratórium a II. kategória díját Dr. Palcsu Lászlónak ítélte oda „A nemesgáztömegspektrometria hidrológiai és atomerőművi alkalmazásai” című PhD. dolgozatáért.

A díj a Magyar Tudományos Akadémia, a "Somos alapítvány a védelmi oktatásért és kutatásért" közhasznú szervezet, valamint az MVM Paksi Atomerőmű Zártkörűen Működő Részvénytársaság közérdekű kötelezettségvállalása alapján jött létre. A díjjal járó pénzjutalmat a Somos Alapítvány adja a díjazottaknak, az oklevelet az MTA, a díjjal járó bronz plakettet a Paksi Atomerőmű Zrt készíteti el.

Rónaky József

Rónaky József 1970-ben végzett az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi karán, fizikus szakon. 1973-ban ugyancsak az ELTE TTK-n, fizika területen, „summa cum laude” minősítéssel szerzett egyetemi doktori címet, majd 2007-ben a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetemen PhD. fokozatot.

1979-től a Paksi Atomerőmű Vállalatnál dolgozott sugárvédelmi mérnöki munkakörben, majd 1981-től a dozimetriai üzemet vezette. Feladata az erőmű belső sugárvédelmi rendszerének megszervezése, az ellenőrző rendszerek üzembe helyezése, majd üzemeltetése volt. A KFKI-val és az OSSKI-val együttműködve az atomerőművi sugárvédelmi ellenőrző rendszerek és módszerek fejlesztésében is részt vett. 1989-ben kinevezték az atomerőmű nukleáris főmérnökének, 1992-től az erőmű balesetelhárítási vezetője lett. Megszervezte az atomerőmű felkészülését nukleáris balesetek elhárítására, kiépítette a kapcsolatot a helyi, az országos és a nemzetközi szervezetekkel. 1999-ben a Miniszterelnök kinevezte az Országos Atomenergia Hivatal főigazgatójának. A Hivatal vezetőjeként a közigazgatás széles spektrumát felölelő, de alapvetően szakmai tevékenységet végez.

Jánosiné Bíró Ágnes

Egyetemi tanulmányait a Moszkvai Energetikai Egyetem (MEI) Atomerőművek és berendezések szakán végezte kiváló eredménnyel. Pályája kezdetén a paksi atomerőmű 1-4 blokkjainak üzembe helyezését segítette a garanciális mérések kiértékelésével. A kilencvenes években – az atomerőművi szerkezetek öregedését tanulmányozva – kutatóként készült fel arra a munkára, amely ma döntő részét képezi a paksi atomerőmű üzemidő hosszabbítása műszaki-tudományos előkészítésének. Érdeklődése hazánkban új kutatási területnek számított, merészséget és kutatói elszántságot követelt olyan kérdésekkel foglalkozni, mint a szilárdsági megfelelés, a szerkezeti anyagok degradációja, s ezzel összefüggésben az üzemeltethetőség öregedés szabta korlátai, illetve a tervezett üzemidőn túli üzemelés feltételei. Kutatói tevékenysége teljes mértékben az üzemidő hosszabbítás előkészítéséhez szükséges gyakorlati és műszaki-tudományos feladatok meghatározását, majd e feladatok végrehajtását szolgálta.

Dr. Palcsu László

A nemesgáz-tömegspektrometria hidrológiai és atomerőművi alkalmazásai című PhD dolgozat kivonata

Az atomerőművi energiatermelés során a fűtőelemekben jelentős mennyiségű stabil és radioaktív nemesgáz izotóp képződik. Az inhermetikus fűtőelemekből az illékony anyagok könnyen a primerköri hőhordozóba kerülhetnek, ezáltal lehetőséget teremtenek arra, hogy a fűtőelemek különféle állapotairól képét kapjunk. Üzemi körülmények között, illetve a leállások során vett mintáknak meghatároztam a fő összetevőit, majd a nemesgáz-tartalmukat. A nemesgáz-vizsgálaton belül meghatároztam a kripton- és a xenonizotópok hasadásból származó járulékait. Ezek alapján kimutattam, hogy a 3-as blokkon 1999-től kezdődően volt olyan fűtőelem, amely inhermetikus volt. A kripton- és xenonizotóparányok vizsgálatával el tudtam dönteni, hogy az adott sérült fűtőelem hány évet töltött már el a reaktorban.

Együttműködésben a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem munkatársaival meghatároztam három különböző típusú aktív szén esetén a xenon és a kripton szobahőmérsékleten történő dinamikus adszorpciójának koefficiensét. Méréseimmel kiderítettem, hogy az aktív szén gázvisszatartó képessége szempontjából fontos paraméter a szén nedvességtartalma, a fajlagos felület és a pórusmérteloszlás. Vizsgálataimmal a három típus közül kiválasztottam a legjobbnak bizonyult "orosz-új" típusú aktív szén fajtát, amellyel az atomerőmű nemesgáz-szűrőjében üzemi terhelés mellett a kripton 75 óráig, a xenont pedig 1374 óráig lehet visszatartani.

***Az ELFT Sugárvédelmi Szakcsoport Vezetősége és tagsága nevében gratulálunk
a 2009. évi díjazottaknak!***

I. kategória: **Rónaky József, Jánosiné Bíró Ágnes, 2009**

II. kategória: **Palcsu János, 2009**

Külön öröm és megtiszteltetés számunkra, hogy a két teljes értékű I. díjazott közül **Rónaky József**, Szakcsoportunk korábbi elnöke, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Sugárvédelmi Szakcsoportja Vezetőségének a javaslata alapján nyerte el a díjat.

Budapest, 2009. november 10-én.

Solymosi József
a Szakcsoport elnöke

A Hevesy György-díj a nukleáris biztonságért korábbi kitüntetettjei

A Magyar Tudományos Akadémia (a továbbiakban: MTA) főtitkára a „Somos Alapítvány a védelmi és biztonsági oktatásért és kutatásért” közhasznú szervezet (a továbbiakban: Somos Alapítvány), valamint a Paksi Atomerőmű Zártkörűen Működő Részvénytársaság (a továbbiakban: Paksi Atomerőmű Zrt.) közérdekű kötelezettségvállalása alapján alapított díj célja a nukleáris biztonság területén folyó kutatások kiemelkedő eredményeinek méltó elismerésére.

(<http://www.sugarvedelem.hu/hgymod.doc>)

I. kategória: annak a magyar állampolgárságú kutatónak adományozható, aki a nukleáris biztonság területén legalább húsz éve tevékenykedve kimagasló eredményt ért el, illetve jelentős érdemeket szerzett.

II. kategória: annak a legfeljebb 35 éves magyar állampolgár kutatónak adományozható, aki a nukleáris biztonság témakörében készítette PhD. dolgozatát.

Eredményei, az eddigi díjazottak:

I. kategória: Varga Kálmán, 2006

Vajda Nóra; Deme Sándor, 2007

Cserhádi András, 2008

II. kategória: Horváth Kristóf, 2006

Varga Zsolt, 2007

Kerkápoly Anikó Beatrix, Radó Krisztián, 2008

A SUGÁRVÉDELMI TÁRGYÚ FOLYÓIRATOK HOZZÁFÉRHETŐSÉGE

Gyakran fordulnak hozzám azzal a kérdéssel, hogy hogyan lehetne hozzájutni egyes szakfolyóiratok nyomtatott példányaihoz, vagy ezekben található egyes cikkekhez. Most röviden összefoglalom, amit én erről a kérdéstről tudok és amilyen információhoz a KFKI könyvtárán keresztül, valamint a szóban forgó intézmények tájékoztatása alapján jutottam.

Nézzük a sugárvédelemben legkeresettebb folyóiratokat:

- Health Physics
 - MTA KFKI könyvtára: Folyamatosan jelenleg is jár
 - BME Nukleáris Technológiai Intézet Folyamatosan jelenleg is jár
- Radiation Protection Dosimetry
 - MTA KFKI könyvtára Folyamatosan jelenleg is jár
 - OSSKI könyvtára 2006-ig járt
 - Pannon Egyetem 2005-ig járt
- Physics in Medicine and Biology
 - Szegedi Tudományegyetem ÁOK 2006-ig járt
- Annals of the ICRP
 - MTA KFKI könyvtára: Folyamatosan jelenleg is jár
 - MTA Izotópkutató Intézet könyvtára Folyamatosan jelenleg is jár

Számos folyóirat teljes szöveganyagához online adatbázisokon keresztül is hozzá lehet jutni. A KFKI Könyvtár honlapján olvashatók a következők:

Online folyóiratok adatbázisa

Az adatbázisban szereplő folyóiratokhoz a hozzáférési jogosultságot a könyvtári és a konzorciumi előfizetések, ill. az országos licencek (EISZ, EBSCO) biztosítják, de szabadon hozzáférhető folyóiratok is találhatóak benne.

Az EISZ (Elektronikus Információszoolgáltatás) elérhetőséget biztosít az MTA intézményei és az ország egyetemei számára. Az EBSCO angol nyelvű tematikus adatbázis hozzáférhető az ország felsőoktatási és non-profit intézményei, valamint a nyilvános könyvtárai számára. Az IOP (Institute of Physics) is kölcsönös megállapodás alapján hozzáférést biztosít egyes intézmények részére. Ilyen intézmény pl. a KFKI és a Szegedi Tudományegyetem.

Az alábbi táblázatban összegyűjtöttem a sugárvédelem témakörét esetleg érintő és az online hozzáférést lehetővé tevő folyóiratok listáját, az elérhetőségi forrást és az évjáratot melytől számítva a folyóirat cikkei elektronikusan is hozzáférhetőek

Folyóirat címe	Szolgáltató	Elérhető
<u>Annals of the ICRP</u>	ScienceDirect - EISZ	1995–
<u>Atomic Energy</u>	SpringerLink - EISZ	1997–
<u>Biophysics</u>	SpringerLink - EISZ	2006–
<u>European Biophysics Journal</u>	SpringerLink - EISZ	1997–
<u>European Biophysics Journal</u>	EBSCO	1996–, kivéve az utolsó 12 hónap
<u>Fizikai Szemle</u>		Válogatott cikkek 1990–
<u>IAEA Bulletin</u>	International Atomic Energy Agency (IAEA)	1999–
<u>International Journal of Environmental Analytical Chemistry</u>	EBSCO	2002–, kivéve az utolsó 18 hónap
<u>International Journal of Environmental Research and Public Health</u>		2004–
<u>International Journal of Environmental Science and Technology</u>	DOAJ - Open Access	2004–
<u>International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics</u>	ScienceDirect - EISZ	1997–
<u>Isotopes in Environmental and Health Studies</u>	EBSCO	2002–, kivéve az utolsó 12 hónap
<u>Journal of Biological Physics</u>	SpringerLink - EISZ	1997–
<u>Journal of Nuclear Materials</u>	ScienceDirect - EISZ	1995–
<u>Journal of Nuclear Science and Technology</u>	J-STAGE - Open Access	1964–
<u>Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry</u>	Akadémiai Kiadó - EISZ	1968–
<u>Journal of Radiological Protection</u>	IOP - Institute of Physics	1988–1996

<u>Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A</u>	ScienceDirect - EISZ	1995–
<u>Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B</u>	ScienceDirect - EISZ	1995–
<u>Physics in Medicine and Biology</u>	IOP - Institute of Physics	1956–
<u>Progress in Nuclear Energy</u>	ScienceDirect - EISZ	1995–
<u>Radiation and Environmental Biophysics</u>	SpringerLink - EISZ	1997-
<u>Radiation and Environmental Biophysics</u>	SpringerLink - EISZ	1997–
<u>Radiation Measurements</u>	ScienceDirect - EISZ	1997–
<u>Radiation Physics and Chemistry</u>	ScienceDirect - EISZ	1993–

Sajnos a sugárvédelemmel foglalkozók számára oly fontos folyóiratok esetében, mint a Health Physics és a Radiation Protection Dosimetry, elektronikusan is csak pénzért juthatunk a cikkek teljes szövegéhez.

Remélem ez a kis összeállítás segít egy kicsit az eligazodásban.

Andrási Andor

TÁJÉKOZTATÓ A MAGYAR NUKLEÁRIS TÁRSASÁG TEVÉKENYSÉGÉRŐL

Pázmándi Tamás, az MNT elnöke

A Magyar Nukleáris Társaság (MNT) és az ELFT Sugárvédelmi Szakcsoportja több közös, vagy egymáséhoz hasonló programot valósít meg, így az MNT tevékenységéről készített beszámoló talán a szakcsoport tagjainak is érdekes lehet. Örömmel teszek eleget a szerkesztő felkérésének, hogy próbáljam meg röviden összefoglalni az elmúlt években történeteket.

A Magyar Nukleáris Társaság 1990 májusában alakult meg a nukleáris területen dolgozó szakemberek összefogásával, 2005 óta közhasznú szervezetként működik. A társaság elsődleges célja a nukleáris kultúra fejlesztése, az oktatás, a tájékoztatás és az ismeretterjesztés a nukleáris technika, különösen az energetika terén. A Társaság azon munkálkodik, hogy a nukleáris eszközöket minden területen szakértelemmel, felelősséggel és ellenőrzött módon használják, elősegítve ezzel, hogy a nukleáris módszerek az emberek egészségét, életkörülményeit ne veszélyeztessék, hanem javítsák. Az elmúlt években a programok széles spektrumát valósítottuk meg.

Szakmai rendezvények, új tudományos folyóirat

Az elmúlt években már hagyománnyá vált, hogy december első hetében rendezzük meg a Nukleáris Technikai Szimpóziumot. 2008 végén kiugróan nagy sikerrel rendeztük a nukleáris közösség egyik legfontosabb eseményét: a nukleáris technológia és az atomenergia alkalmazásának széles spektrumát lefedő, a közel 50 előadást több mint száznyolcvanan hallgatták meg, ami rekordszámú részvételt jelent. Immár hagyomány az is, hogy a Szimpóziumhoz kapcsolódva rendezett Ünnepi Közgyűlésen adjuk át társaságunk díjait. Az idei szimpózium (2009. december 3-4.) szervezése már javában zajlik, a helyszín ebben az évben az MVM új székháza lesz.

A legtöbb előadás írásos változata a Nukleonban, a 2008 májusában indított műszaki tudományos folyóiratban is elolvasható. Az elmúlt másfél évben 50 cikk jelent meg az újság hasábjain az energetika, a termohidraulika, a reaktorfizika, a nukleáris biztonság, a radioaktív hulladékok, a környezetvédelem, a fúzió és a magfizika területén. A tapasztalt tudósgeneráció mellett a fiatalok írásait is rendszeresen közreadjuk, a megfelelő színvonal biztosítása érdekében a cikkeket megjelenés előtt a szakterület hazai képviselői lektorálják.

Oktatási tevékenység

Nagy hangsúlyt fektetünk az oktatásra, a következő generáció képzésére. Az MNT tagjai minden évben részt vesznek a Szilárd Leó Fizikaverseny előkészítésében, feladatainak összeállításában, valamint a verseny lebonyolításában. Az elmúlt években a verseny szakmai munkáját és megrendezését Dr. Sükösd Csaba, az MNT alelnöke irányította, a versenybizottság munkájában a tanári szakcsoport több tagja is részt vett.

2007 őszen pályázatot hirdettünk a magyar tannyelvű hazai és határon túli iskolák számára Teller Ede születése századik évfordulójának megünneplésére. A Teller Centenárium arra is alkalmat adott, hogy az iskolák a tanulók figyelmét ismét jobban ráirányíthassák a fizikára. Célunk az volt, hogy a fiatalok a fizikában ne kötelezően előírt, megtanulandó, unalmas képlethalmazt lássanak, hanem ismerjék fel a fizika – és különösen a modern fizika – hasznát és szükségességét a mindennapi életben, és értsék meg, hogy a XXI. század előttünk álló nagy kérdéseinek a megoldása elképzelhetetlen a tudomány legújabb vívmányainak segítségül hívása nélkül. A pályázat eredményének kihirdetésére szintén az ünnepi közgyűlésen került sor, az első díjat a Debreceni Egyetem Kossuth Lajos Gyakorló Gimnáziuma kapta. A kezdeményezéshez csatlakozó támogatóknak köszönhetően a legsikeresebb munkát végzők értékes tárgy- és pénzjutalmat vihettek haza, utóbbit kizárólag a fizikaoktatás támogatására, például a szertár fejlesztésére fordíthatták.



2007-ben szerveztük meg első alkalommal a Nukleáris Szaktábort középiskolás fiatalok részére, a tábornak az elmúlt két évben Göd adott helyszínt. A résztvevők a hagyományos szakmai előadások mellett ellátogattak az ELTE laboratóriumaiba és a BME Oktatóreaktorába, de az elmúlt években szerveztünk már kirándulást a KFKI telephelyen lévő Budapesti Kutatóreaktorba és a püspökszilágyi radioaktív hulladék-tárolóba is. Nagy sikere volt ebben az évben a hallgatói méréseknek és az ELFT Sugárvédelmi Szakcsoportjának segítségével megszervezett programoknak is – az ehhez nyújtott segítséget ezúton is köszönjük.

A versenyek és a táborok tapasztalatai is egyértelműen igazolták, hogy a diákok hozzáállása, tudása és szakmai érdeklődése alapján a fiatalokat be lehet vonni komoly szakmai programokba. Az érdeklődők részére évközben tudományos szakkört szerveztünk, ahol a sugárvédelem és a dozimetria fejezeteivel foglalkoztak részletesebben.

Az elmúlt években több külföldi szakmai kirándulást szerveztünk tagjaink részére, legutóbb Romániába és Bulgáriába látogattunk el. A tanulmányúton leginkább a társaság fiatal tagjai vettek részt, az utazás fő célja a szakmai ismereteik további bővítése volt. Az ötnapos program során a résztvevők meglátogatták a cernavodai atomerőművet, a pitești üzemanyaggyárat és a kozloduji atomerőművet. A résztvevők a tanulmányút során mind a román, mind a bolgár nukleáris társaság fiatal szakembereivel találkoztak és átfogó képet kaptak a román és a bolgár villamosenergia-rendszer jelenéről és jövőjéről is.

Széleskörű kommunikáció

Tagjaink évről évre egyre több rendezvényen, nyári fesztiválon vesznek részt. Kezdetben ezeken elsősorban a FINE (Fiatalok a Nukleáris Energetikáért) szakcsoport volt aktív, de az elmúlt években a hölgyeket tömörítő WiN (Women in Nuclear) és a fúziós szakcsoport is csatlakozott hozzájuk. Ott voltunk a Pakson megrendezett Nemzetközi Gastroblues Fesztiválon, a tatai Víz, Zene, Virág fesztiválon, a budapesti Egészségligeten, a soproni Volt-on, a bajai EFOTT-on és a Bánki-tó fesztiválon is. 2009-ben immáron tizenegyedik (!) alkalommal vettünk részt a Sziget Fesztiválon. A rendezvényeken a nukleáris totók kitöltésével, javításával és az ehhez kapcsolódó kérdések megbeszélésével nyújtunk betekintést a nukleáris technika különböző területeire. A Nukleáris Sátor látogatói megismerkedhetnek az atomenergetika részleteivel, megtudhatják, hogy az energiatermelés mellett milyen területeken alkalmaznak nukleáris technológiát, és választ kaphatnak a csernobili balesettel kapcsolatos kérdéseikre is. Évről évre új demonstrációs eszközöket, posztereket, molinót állítunk ki, ennek köszönhetően olyanokat is sikerült elérnünk, akik a totók kitöltését nem vállalták.



Kapcsolat a politikai döntéshozókkal

Az elmúlt években nagyobb hangsúlyt kapott a politikai döntéshozókkal ápolt kapcsolat. Az MNT női szakcsoportjának meghívására a Parlament képviselőinek egy csoportja, valamint egyes minisztériumok, háttérintézmények tisztségviselő hölgyei 2008 novemberében Paksra látogattak. A három előadás során tájékoztatták a látogatókat a társaság céljairól és tevékenységeiről, a paksi atomerőmű működéséről, valamint a biztonság és az üzemidő-hosszabbítás érdekében tett lépésekről. Emellett szó esett a nukleáris energia és a paksi atomerőmű jövőjéről is, a műszaki és az emberi szempontokról egyaránt.

2008. október 10-én alakult meg a 32 tagú Nemzeti Fenntartható Fejlődés Tanács (NFFT), melynek munkájában a politikai, a gazdasági, a tudományos, az egyházi és a civil szféra – köztük a Magyar Nukleáris Társaság – képviselői is részt vesznek. A tanács fő célja, hogy a politikai döntésekben megjelenjen a fenntarthatóság elve, a döntéshozók vegyék figyelembe a jövő generációk érdekeit. Ennek érdekében az egyik legfontosabb feladat, hogy a tavaly elkészült fenntartható fejlődés stratégiát felül kell vizsgálni, és a megállapításokról jelentést kell készíteni. A jelentést a Szakmai és tudományos munkabizottság készíti elő, melynek vezetésével Láng István akadémikust bízták meg. Emellett folyik egy igen ambiciózus célokat megfogalmazó klímavédelmi törvény előkészítése is. Az Országgyűlés felhatalmazása alapján ez a törvény nemcsak azt a célt tűzi ki, hogy csökkentse az éghajlatváltozást okozó üvegházhatású gázok kibocsátását, hanem azok keletkezését a forrásnál próbálja megállítani, a fosszilis tüzelőanyagok felhasználásának mérséklésével.

Fontos feladat, hogy a készülőben lévő két dokumentumot a társadalmi vita keretében a legszélesebb közvélemény is megismerje, arról véleményt mondhasson. A megfogalmazott gondolatok megértetése a társadalommal fontosabb, mint maguk a törvények, országgyűlési határozatok, de azt is világosan kell látni, hogy nem várható azonnali változás, a beidegződéseket csak egy hosszú folyamat változtathatja meg.

Nemzetközi kapcsolatok

Céljaink eléréséhez elengedhetetlen a nemzetközi kapcsolattartás, a világban zajló események nyomon követése és meghonosítása. Rendszeresen részt veszünk az Európai Nukleáris Társaság (ENS) közgyűlésein, képviseljük a hazai nukleáris közösség érdekeit, az üléseken első kézből kapunk információt a világban zajló kutatásokról. Több nemzetközi konferenciának is Budapest adott, illetve ad otthont ezekben az években, ezek szervezésében az MNT is részt vesz.

A nukleáris szakemberképzés volt a témája az első alkalommal megrendezett NESTet (Nuclear Engineering, Science and Technology – Education and Training) konferenciának, melyet az Európai Nukleáris Társasággal, a Nemzetközi Atomenergia Ügynökséggel és az ENEN (European Nuclear Education Network) szervezettel közösen Budapesten rendeztünk 2008. májusban. A konferencia célja a tapasztalatcsere, az együttműködések erősítése és újabbak kialakítása a nukleáris képzés és oktatás, valamint a tudásátadás területén.

Magyarország e konferencia révén is erősíthette a nukleáris képzésben, oktatásban betöltött előkelő helyét. A rendezvény nagy sikerét látva az Európai Nukleáris Társaság úgy döntött, hogy két évente világszintű konferenciát szervez ebben a témakörben.

Az Európai Nukleáris Társaság által évente megrendezett PIME (Public Information Materials Exchange) konferencia a nukleáris ipart érintő kommunikációs kérdésekkel foglalkozik. A konferencián a kommunikációt érintő elvi, filozófiai kérdések boncolgatása és a gyakorlati esettanulmányok ismertetése, műhelyfoglalkozás egyaránt helyet kap. 2010 februárjában az Európai Nukleáris Társasággal közösen Budapesten rendezzük meg a PIME konferenciát. Részt veszünk a konferencia programbizottságának munkájában, így a program összeállításában jelentős szerepünk van.

2009 szeptemberében Budapestre látogatott Thomas L. Sanders, az Amerikai Nukleáris Társaság elnöke. Előadásokat hallgatott meg a hazai nukleáris kutatás-fejlesztésről, meglátogatta a Budapesti Kutatóreaktort és megbeszéléseket folytattunk a szorosabb együttműködés lehetőségeiről.

Egyre több ország tervezi a működő atomerőművek üzemidejének meghosszabbítását, új blokkok létesítését. Ugyanakkor az is látszik, hogy a környező országok ellenkezései – többek között az espoo-i megállapodás miatt – megnehezíthetik a tervek megvalósítását. Mivel meggyőződésünk, hogy csak az őszinte, nyílt kommunikáció lehet megfelelő eszköz ezek kivédésére, szorosabb kapcsolatok kialakítására törekszünk a környező országokban működő nukleáris társaságokkal. Az első megbeszélésre 2009 júniusában került sor, a Magyar Nukleáris Társaság kezdeményezésére hét ország nukleáris társaságának képviselői ültek egy asztalhoz. Egyeztettük a kezdeményezés fő céljait, a sikeres együttműködés feltételeit, valamint abban is megállapodtunk, hogy a jövőben rendszeresen – a tervek szerint fél évente – tartunk ilyen megbeszéléseket.

Az elnökség hároméves ciklusa lejár, a májusi közgyűlésen már a következő elnökség tagjait is megválasztottuk. A Magyar Nukleáris Társaság munkáját 2010. január 1-től Holló Előd – a NUBIKI Nukleáris Biztonsági Kutatóintézet igazgatója – irányítja majd.

Talán ezzel a beszámolóval sikerült betekintést nyújtani társaságunk tevékenységébe, bízom benne, hogy talán néhány új tagot is sikerült megnyernünk magunknak. Bővebb információ társaságunk megújult weboldalán (<http://mnt.kfki.hu>) olvasható, innen a Nukleonban megjelent cikkek is elérhetők, és itt lehet jelentkezni a szimpóziumra is.

A RADIONUKLIDOK MOZGÁSA A BIOSZFÉRÁBAN; MODELLEZÉS

(Orvosi és radioökológiai példákon szerzett tapasztalat alapján)

Kanyár Béla

Az utóbbi 50 évben modellezés alatt szinte csak a matematikai és számítógépes eljárásokat értjük, megfeledkeztünk már pl. a fizikai modellekről. Magam még láttam különböző méretű üveggömbökből, hengerekből stb. álló rendszert, üveg-, műanyag- és gumicsövekkel összekötve, a csövek, az elágazások egy része állítható csapokkal ellátva. Az így készült „kompartment” rendszerben áramoltattak folyadékot, esetenként megszínezve, hogy az áramlás sebességére, az intenzitások megoszlására, az egyensúly beállítására és más lényeges mennyiségre lehessen következtetni, amiből azután anyagcsere, ill. gyógyszerkinetikai folyamatok jellemzőire. Az áramlás modellezésére természetesen más fizikai rendszereket is használtak, pl. különböző méretű és alakú víztartályokat csatornákkal, csövekkel összekötve tanulmányozták a vízi, öntözési rendszereket, jelenségeket.



Az elterjedt matematikai modellek előnye a fizikaiakkal szemben általában a következő:

- bonyolultabb, összetettebb rendszerek, folyamatok, jelenségek vizsgálhatók,
- rugalmasabbak és kisebb energiabefektetéssel, költséggel készíthetők el.

A fizikai modellek előnye viszont, hogy rendszerint közelebb állnak a valósághoz.

A digitális számítástechnika általános elterjedésével párhuzamosan ma az analóg számítógépeket szinte csak egy-egy célfeladat megoldására alkalmazzák, pedig kezdetben az analóg gépek meghatározóak voltak, különösen differenciálhányadosok és integrálok számításához.

A radioizotópok környezeti terjedése, a modellezés kezdete

A numerikus matematikai módszerek, majd szoftverek fejlődésével a környezeti sugárvédelemben is egyre nagyobb szerepet kaptak a matematikai modellek, különösen a radionuklid szennyeződések prognosztizálása területén. Ezek közül is kiemelkedik a nukleáris létesítményekből kikerülő és a légkörben terjedő radioaktív anyag eloszlásának és talajfelszínre történő kiülepedésének, majd a dózisonak a prognosztizálása, baleseti viszonyok közt. Ezzel nálunk is többen foglalkoztak, elsősorban az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSz) és a KFKI AEKI munkatársai. Később az atomerőmű közvetlen támogatásával másokkal is bővült ez a tevékenység. Itthon további erőfeszítésekkel találkozunk a radioizotópok emberi szervezeten belüli mozgásának modellezése területén, elsősorban az egésztest mérésekhez csatlakozóan (KFKI AEKI munkatársai). A tápláléklánc modellezése az 1970-es évekig az irodalom ismertetésére terjedt ki, ill. csak az egyszerű „steady-state” esetekkel foglalkoztak az OSSKI és az agrártárca élelmiszer ellenőrzésben résztvevő munkatársai.

A környezeti sugárvédelemben a modellezés lehetőségei jelentősen megnöttek, amikor nemzetközi szinten, még a csernobili baleset előtt, elkezdődött egy gyümölcsöző együttműködés a vezető szerepet játszó 5–10 laboratórium között. Az érdekeltek belátták, hogy ütőképes csapat csak nemzetközi együttműködéssel állhat össze. Kezdetben a csoport tevékenységét elsősorban a tapasztalt Owen Hoffman (Oak Ridge, USA) határozta meg, a szervezést pedig a Svéd Sugárvédelmi Intézet munkatársai (Ragnar Boge) irányították. Vezetésük alatt indult a BIOMOVs (BIOSpheric MOdel Validation Study) projekt, meghatározó amerikai–nyugateurópai együttműködésben, s ebben kezdettől – az OSSKI munkatársaként – magam is részt vehettem. Különösen a csernobili baleset környezeti következményei, majd az orosz és ukrán szakemberek bekapcsolódása gazdagította az együttműködést, melyet azután nemzetközi szervezetek is támogattak, így a Radioökológusok Nemzetközi Uniója (International Union of Radioecologists, IUR). A csernobili balesetet követően indult a NAÜ VAMP (VALidation of Model Prediction), majd a BIOMASS (BIOSpheric Modell ASSesment) és végül az EMRAS (Environmental Model in RAdiation Safety), egyenként 5–5 éves nemzetközi kutatási programja, utóbbi jelenleg már a második ötéves periódussal.

Az együttműködés során kevésbé ismert, de valóságos, ill. ahhoz közeli scenáriókat modelleztünk, majd a résztvevő 5–10 laboratórium egymástól függetlenül kapott eredményét hasonlítottuk össze egymáséval, ha rendelkezésre álltak, akkor mért értékekkel is. Ezáltal több, a környezetben is mérhető szennyezettséget kiváltó eseménnyel ismerkedtünk meg, majd a modellezési eredmények beküldése után a környezeti mérési eredményekkel. A scenáriók leírását, a modellezéshez szükséges kiinduló adatokat, majd a mérési eredményeket a helyi vizsgálatokban közvetlenül résztvevő szakember adta meg, aki a kiértékelésnél is rendelkezésre állt az esetleges félreértések tisztázásához. Az összehasonlítás, az elemzés, az eltérések magyarázata mind hasznos volt, sokunknak ez képezte a tanulást, tapasztalatszerzést. Az eredmények többsége, a

tapasztalat NAÜ TECDOC és más nemzetközi kiadványokban, utóbbi években referált folyóiratokban jelent meg, igaz a szóbeli vitákat, az eredményekhez vezető utat az írott anyag kevésbé tudta visszatükrözni.

Ma már olyan szerteágazó az együttműködés, hogy több témacsoport alakult, az évenként legalább egyszeri ún. teljes összejövetelen, Bécsben 50-80 fő a résztvevők száma, igaz 20 év után már csak 2–3-an vagyunk az induló gárdából.

Aktív részvételem a nemzetközi munkacsoportban bátorított abban, hogy a modellezés, a számítógépes szimuláció során kapott eredményeket konkrét hazai esetekre alkalmazzam, először az 1985 körül, a szovjet 1000 MW-os blokkokra tervezett, de végül leállt paksi atomerőmű bővítés hatástanulmányának készítéséhez, az ERŐTERV megbízásából.

A nemzetközi projektek keretében kialakult intenzív szakmai kapcsolat mellett egy-egy felmerülő kérdés esetén a konzultáció a szokásosnál egyszerűbb volt, hiszen legalább félévenként tartottunk egy egyhetes munkamegbeszélést és az elektromos levelezés is akkor vált általánossá.

Szemponatok a modellezés során

Évek során szerzett tapasztalataimat – gondolom ezek hasonlóak más, a sugárvédelemben tevékenykedő modellezőkéhez – a következő pontokkal összegezem:

- a) Lényeges, hogy a modellező a megoldandó feladathoz hozzáértő, a felmerült kérdéseket jól megfogalmazó és széles látókörű szakemberrel kezdjen dolgozni. Elsődleges cél legyen, hogy az orvosi, a sugárvédelmi, a radioökológiai stb. feladat megoldást nyerjen, s ezt szem előtt tartva kell szolgálni a speciális igényt, miközben a modellezés először csupán egy módszer legyen a többi közt. (Példaként, az 1970-es évekből, közvetlen környezetemből említhetem Pellionisz András friss elektromérnök sikereit Szentágothai János professzorral – utóbbi később az MTA elnöke – az agyműködés területén, vagy Szücs Béla – BME Automatizálási Intézet – eredményeit a vérkeringés szabályozásban, Monos Emil orvos-kutatóval kollaborálva. Természetesen más területeken, más intézetekben is alakultak ki hasonlóan sikeres, interdiszciplináris együttműködések, ezek összefoglalása talán más jellegű és terjedelmesebb kiadványba valók.) Általában kevésbé sikeres a modellező, ha pl. az irodalomból „csak felkap” egy példát és azzal egyedül foglalkozik, miközben kevés ismerete van az adott területen, és nem kéri ki a témában otthonos szakemberek véleményét. Magam mindkét szélsőségben szereztem tapasztalatot.
- b) A modellezés rendszerint nemcsak számítógépi szimulációból áll. Célszerű olyan eljárásokat is alkalmazni, mint paraméterérzékenység, korrelációs számítás, hibabecslés (bizonytalansági elemzés) és paraméterbecslés (modell illesztése a megfigyelt, ill. mért értékekhez). Ugyanúgy, mint a méréshez, a modellezéshez is hozzátartozik a kapott eredmény hibájának,

bizonytalanságának meghatározása, esetenként a torzítást és a véletlen hibát különválasztva.

- c) A modell *validálása* szinte elengedhetetlen, azaz kipróbálni a modellt más-más feltételek, paraméter értékek mellett. Vizsgálni kell, mennyire általánosítható a modell, más hasonló jelenségekre is alkalmazható-e? Össze kell hasonlítani a kapott eredményt másokéval, ha lehetséges, akkor mért értékekkel, legalább a modell egyes részleteiben. A validálás része, hogy a műszaki területen kifejlesztett eljárásokkal – így a vezérelhetőség, megfigyelhetőség és azonosíthatóság elemzésével – megvizsgáljuk a modellt. Különösen a nemlineáris paraméterbecslés esetén fontosak ezek az eljárások. Bonyolult esetekben könnyen előfordul, hogy egy-egy szimulációnál ugyanazt az eredményt kapjuk, ha pl. két paraméter értékét felcseréljük (ez a globális azonosíthatóság kérdése), amit bonyolult modell esetén is fel kell ismerni.
- d) Modellezésnél ritkábban jelentkezik, hogy mások számításait megismételjük, rekonstruálni próbáljuk, szemben a kísérleteknél szokásos eljárásokkal. Közismert az élettanászok érvelése, hogy a magyar béka más, mint az olasz, vagy akár a debreceni is más, mint a budapesti, s ezért jogos ugyanazt a kísérletet több helyen elvégezni. Hasonló helyzet fordulhat elő a radioökológiai modelleknél is, bonyolultabb scenáriók esetén gyakori, hogy a szakemberek más-más eredményt kapnak látszólag ugyanazon jelenség modellezésénél. Ugyanis egy megtörtént esemény, a scenárió leírása sosem annyira egzakt, hogy két szakember értelmezése – legalább valamelyik részletében – ne különbözzön. Pl. ha egy légköri kibocsátásnál nem mérték, ill. nem tudják megadni az egyes kémiai formák (gáz, aeroszolhoz kötött stb.) %-os mennyiségét, hanem csak a teljes kibocsátást, akkor rendszerint a modellezőnek kell valamilyen értéket feltételezni a hiányzó arányokra. A modellező a korábbi tapasztalatra, az irodalomra kénytelen hagyatkozni, pl. hasonló létesítmények esetén mért adatokra. Az irodalomtól függően a feltételezett arányok közt erős eltérések lehetnek, s így a számított eredmények közt is.

A nemzetközi munkacsoport összehasonlító vizsgálatainál is előfordult, ha két modellező ugyanazt a szoftvert használta, akkor is erősen eltérő eredményt kapott, akárcsak azzal, hogy a légköri száraz és nedves kihullás arányát eltérően értelmezték a mért és kapott kiinduló adatok alapján. Ezért a modellezés nem csupán matematikai formulák mechanikus használatát jelenti, hanem az alkalmazott modell, ill. szoftver függvényében rendszerint lényeges feltételezések beépítése is szükséges ahhoz, hogy a feladatot elvégezzük.

- e) Egy-egy feladat megoldására, ha lehetőség van, célszerű más-más modelleket is alkalmazni. Az így szerzett tapasztalat igen lényeges egy újabb feladatnál, a módszertan elsajátításához.
- f) Több jelenség modellezése során szerzett tapasztalatokat célszerű összegyűjteni, általános szempontokat megfogalmazni, melyek aztán alapvetően a modellező saját eredményei, s azokat „mint első szerző” kell

publikálnia. Ezek képezik a saját szakmai, tudományos karrierjének alapját. Tehát nem szabad leállni a partner kiszolgálásával, igényének kielégítésével. Az általánosításokból olyan tapasztalatra lehet szert tenni, hogy egyrészt a hozzá kerülő feladatok egy részét szinte kapásból meg tudja oldani, másrészt felismeri, hogy a modellezéssel mi minden érhető el, amire a hozzá forduló orvos, radioökológus, sugárfizikus nem is gondolt. Ez a modellezés hatékony eredménye, erre kell törekedni! Ebből következik, hogy a jó modell mindig újabb gondolatokat ébreszt, újabb megfigyelésekre, kísérletekre ösztönöz, előre mutat.

- g) Általában mondható, hogy a modellezés kevesebb költséggel jár, mint a laboratóriumi kísérletezés és számos kísérleti feladat, kérdésfeltevés megoldható modellezéssel.
- h) Természetesen megfigyelés, kísérlet nélkül nem lehet a valóságot megismerni, kutatni és javítani az eljárásokon, de a modellezési eredmény birtokában rendszerint a kísérlet hatékonyabban tervezhető, értéke eredményesebb lehet, mint modellezés nélkül. Tehát a kísérlet és modellezés együttes alkalmazása elengedhetetlen. Egy hasznos együttműködés feltétele, hogy mind a kísérletező, mind a modellező ismerje a másik terület lehetőségeit, nagyvonalakban a módszereit is. Ezért a modellezőnek adott szinten egyben oktatni is kell a modellezést, megmutatni a lehetőségeket és a buktatókat másoknak.
- i) Fel kell ismerni a modellezés korlátait, különösen a paraméterekben (felezési idő, lemosódás sebessége, stb.) nem-lineáris függvényeket tartalmazó modellek esetén, amikor a kapott eredmények csak a paraméterek szűk értéktartományára érvényesek, esetenként csupán az egyensúly közelében.
- j) A modellezőnek követni kell az újabb kísérleti, megfigyelési eredményeket, miközben nem várható el tőle, hogy részleteiben megismerje azokat, elsajátítsa a kísérleti módszereket, megtanulja a műszerek, eszközök alkalmazását.
- k) A modellezés és kísérletezés külön-külön és együttesen úgyszintén egy iteratív folyamat, elemei a következők:
 - az összegyűjtött ismeretek alapján ún. koncepcionális modellt készítünk (pl. kompartment rendszert a radioökológiában),
 - a koncepcionális modellt matematikai, számolható formába öntjük (pl. differenciálegyenleteket írunk fel),
 - a számoláshoz szükséges paramétereket össze kell gyűjteni, azok lehetséges értékeit meghatározni,
 - a matematikai formulák alapján számítógépes szimulációkat, bizonytalansági és más matematikai statisztikai elemzéseket végzünk,
 - amennyiben a számolt eredmények nem egyeznek a tapasztalattal, akkor változtatunk a modellen (akár a paraméter értékein, akár a modell

szerkezetén, ill. mindkettőn) és újra írjuk a matematikai kifejezéseket. Az így módosított matematikai modellel ismét végzünk számításokat, stb.

- szükség esetén a modellezés eredményeként újabb kísérleteket tervezünk és végeztetünk, de az is előfordulhat, hogy az eredetileg kitűzött célt módosítjuk.

Szem előtt kell tartani, hogy *a modell legyen egyszerű*, de már képes legyen megmagyarázni a megfigyelt, mért jelenségeket és segítségével megoldható legyen a partner által kitűzött feladat, azaz elérje a célt. Igaz, nem mindig könnyű az egyszerűség mellett megmaradni, a modellező a munka hevületében igyekszik minden olyan funkciót beépíteni, amiről valaha hallott, olvasott, anélkül, hogy az így szerzett ismereteket kritikusan megszürné. Ehhez is kell a jó partner, ill. belátni, hogy a modell értéke nem mindig arányos a bonyolultságával.

Mint általában, itt is egy írott anyag esetenként elnagyolt, ill. olyan megállapításokat tartalmaz, melyek csak bizonyos, addig nem vizsgált feltételek mellett fogadhatók el. A vitákban résztvevők benyomása egyes kérdésekben eltérhet egymásétól, ezért is fontos a közvetlen részvétel a konferenciákon, vitákon.

A modellezés kézenfekvő előnyei a radioökológiában, a környezeti sugárvédelemben:

- modellekkel becsülhetők olyan elemek radionuklid aktivitása, melyek az aktuális technikai korlátok miatt mérésel nem, vagy csak igen nehezen határozhatók meg. Pl. ha a sejtek intracelluláris és extracelluláris aktivitása időben mérhető, s a két kompartment között a transzport csak a membránon keresztül történhet, akkor az idő függvényében a membránban lévő aktivitás is számolható.
- a modellek elősegítik az általános törvényszerűségek felismerését, majd a rendszerek részleteinek elemzését, pl. azt, hogy melyek azok a paraméterek, amelyek értéke meghatározza az egyes környezeti elemek szennyezettségét, vagy akár a dózist, azaz melyik paramétert célszerű pontosabban meghatározni, melyiket kevésbé pontosan,
- modellezési eredményekkel optimálisan tervezhető mérések, akár azzal, hogy kevesebb méréssel elérjük ugyanazt a pontosságot, vagy azzal, hogy irányított mérésekkel a döntés hatékonyabb lesz.

Magam mindig igyekeztem a vezetők, a menedzser szakemberek figyelmét felhívni arra, hogy a kísérleti munkához hasonlóan – ahol nem elég az automata eszköz, a nagyműszer és az azt üzemeltető technika – a hatékony modellezés sem csak kész modellek és szoftverek alkalmazásából áll, a technika csak előfeltétel! Az esetek többségében nélkülözhetetlen a kiművelt modellező szakember; a modellben, szoftverben meglévő lehetőségek kiválasztásához, alkalmazásához, majd az adatok kezeléséhez és különösen az eredmények értelmezéséhez.

Úgy vélem, hogy a radioökológiai modellek kialakítása, fejlesztése és alkalmazása a környezeti sugárvédelemben elengedhetetlen, pl. nukleáris létesítmények környezeti hatástanulmányai modellezés nélkül nem készülhetnek.

Miközben ma már a számítógépi kapacitás és szakirodalom szinte korlátlanul rendelkezésre áll, – legfeljebb kevés a szellemi energia a lehetőségek követésére – a modellezés általában könnyebben vezet eredményre, mint a mérés, a kísérletezés, sőt az utóbbiakhoz szükséges speciális eszközök, nagyműszerek hozzáférhetősége rendszerint csak kevés helyen biztosított.

Tapasztalatom, hogy a radioökológiai, a környezeti sugárvédelem területén a hasonló jelentőségű, de mérési eredményeket tartalmazó munkát szinte kivétel nélkül értékesebbnek tartanak mind a kutatási-fejlesztési pályázatok meghirdetői, mind a nukleáris létesítmények vezetői egy-egy megbízás esetén. Természetesen kivételek itt is vannak, egy lényegre törő munkát és kiváló, tapasztalt modellezőt minden területen megbecsülnek.

Összefoglaló irodalom

- Evaluating the Reliability of Predictions Made Using Environmental Transfer Models. IAEA Safety Series No. 100. Vienna, 1989
- Simmonds, J.R., G. Lawson, A. Mayall: Methodology for Assessing the Radiological Consequences of Routine Releases of Radionuclides to the Environment. Rep. DOC XI-5026/94. Commission of the EC, Luxembourg, 1994
- Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment. IAEA Safety Reports Series, Vienna, 2001.



NÉVJEGY: VARJAS GÉZA A SUGÁRVÉDELMI EMLÉKÉREM 2009. ÉVI KITÜNTETETTJE

Pályakezdő fizikusként 1965-től az Eötvös Loránd Geofizikai Intézetben radioaktív lyukszelvényezéssel foglalkoztam. (A fúrólukban radioaktív mérésekkel, a gamma- és neutron szóródások mérésével lehet következtetni arra, hogy milyen ásványi anyag veszi körül a fúrólukat.) Ezután rövid ideig a Villamosipari Kutató Intézet Félvezető Laboratóriumában dolgoztam. Érdekes munka volt mindkét helyen, rendesek is voltak hozzám, de akkoriban az ipari kutatók gyakran az „íróasztalnak” dolgoztak (az eredmények gyakorlati hasznosítása gyakran késett, néha el is maradt), amelyről a vezetőim nem tehetek, mert ilyen volt a rendszer.

KUTATÓ FÚRÁS



Fiatalemberként, a világgal nehezen békélve mentem tovább és léptem be 1969-ben az Országos Onkológiai Intézetbe (OOI), amely nemrég ünnepelte fennállásának a 70-ik évfordulóját. Jogelődjét, az Eötvös Loránd Rádium és Röntgen Intézetet a „fizikai gyógyítás házáat” 1936-ban alapították. Itt egészen más világ fogadott. A beteg gyógyításánál közvetlenül számítottak rám. Amit kimunkáltam, azt azonnal alkalmazhattam a gyógyításban. Részt kellett vennem az orvosi viziteken, amit – tudomásom szerint – talán sehol máshol nem követeltek meg. Ez rendkívül hatékony együttműködést eredményezett az orvosokkal, klinikusokkal. A feladatokkal, problémákkal közvetlenül kapcsolatba kerültem, kialakult a közös nyelv és a beteg emberen való segítség szükségessége rendkívüli tevékenységre ösztönzött.

Igen kiváló fizikus mestereim voltak: alapításától az Intézetben dolgozott egészen a nyugdíjba vonulásáig Bozóky László akadémikus, a hazai korszerű sugárvédelem megalapozója és nemzetközi hírű művelője, az ELFT Sugárvédelmi Szakcsoport alapító elnöke, egészen a haláláig segített minket. Így szerencsém volt a „Tanár Úrral” és hűséges segítőjével, Toperczer Johannával együtt dolgozni és a tanítványuk lehettem. Bevezettek a sugárvédelem, a sugárfizika „rejtelseibe”, gyakorlati módszereibe. Azzal kezdődött az oktatás, hogy egymás után kaptam a Sugárfizikai Osztály témában gazdag könyvtárából a szakkönyveket, amelyeket azután a Tanár Úr szabályszerűen kikérdezett. Így azután ténylegesen el kellett olvasni a könyveket. Ez nem csak az aktuális helyzetben volt nagyon hasznos, hanem rászoktatott arra, hogy a szakmai anyagokat ne csak átfussam, a lényegesnek vélt részeket olvasván csak el, hanem az egészet és mindig az derült ki, hogy a téma gazdagabb, érdekesebb, mint az eredetileg látszott.

Természetesen bevontak a gyakorlati munkába is, és fokozatosan megismertem ezt a szép és számomra legfontosabb szakmai területet. Itt is ragadtam és ma is itt dolgozom. Bevezettek a különféle mérési módszerekbe, amelyek szükségesek voltak az Intézetben lévő igen változatos és széles körben használt sugárforrások használatához és sugárvédelméhez. A két feladat nem volt szétválasztható és ma sem az, mert a sugárforrások használata mindig betegeknél történik és itt a beteg sugárvédelme nagyon fontos és egyre fontosabb, mert nagy számú betegről van szó és az onkológiában az ionizáló sugárzással történő diagnosztika és terápia szerepe nő és egyes területeken, pl. a sugárterápiában az alkalmazott dózisek is növekednek és új sugárveszélyes, vagy sugárterheléssel járó eljárások is bevezetésre kerülnek. A nemzetközi sugárvédelmi vagy sugárvédelemmel is foglalkozó szervezetek pl. az ICRP, IAEA, ESTRO (European Society for Therapeutic Radiology and Oncology) stb. aktivitása ezen a területen egyre fokozódik manapság.



Bozóky professzor úr széleskörű tevékenysége révén az Intézet munkájához képest „egzotikus” területeken való munkákkal is szélesíthettem az ismereteimet. Ezek közül egyet említek meg: az „űr-kutyát”. Ezt az elnevezést mi adtuk neki, mert széleskörű együttműködés keretében rész vettünk az akkor nagyon ígéretesnek tűnő INTERKOZMOSZ űrprogramban űrdozimetria révén. Az

OSSKI-tól kaptunk egy kutya fantomot, amely szeletekből állt és ennek a dozimetriáját kellett belőni ionizációs- és film mérésekkel és számításokkal. Nem részletezném az eredményeket, de valószínű, hogy meg lehettek elégedve, mert az ezért a munkáért kapott pénzből meg tudta venni az Intézet – többek között – a régi, még légvezetékes és ezért általam rettegéssel nézett röntgen készülék helyett egy modernebbet a hordó kamrás dozimetriai hitelesítő rendszerhez, amely egyébként évtizedeken keresztül a dozimetriai primer standard volt az országban. Ezt a feladatot azután az Országos Mérésügyi Hivatal átvette tőlünk. Közben az egyetemi diplomámat továbbfejlesztve az ELTE TTK Atomfizikai Tanszékén Haiman Ottó docens (az ELFT alapító tagja) vezetésével, akitől szintén sokat tanultam és akivel máig tartom a kapcsolatot, megvédtem az egyetemi doktori disszertációm 1972-ben, amelyet a neutronszámláló csövek témájában írtam.

Legfontosabb feladatomban a sugárterápiás betegek sugárvédelme volt: a terápiás dózis leadása mellett a betegek egészséges szervei, szövetei a lehető legkevesebb dózist kapták. Azért vált ez szükségessé, mert a betegeket nagy, négyszögletes sugármezőkből sugározták be, gyakran röntgen készülékkel. A nagy sugárterhelés miatt - mai szemmel – már kis dózisoknál (max. 30 Gy) abba kellett hagyni a sugárkezelést: elromlott a vérkép és egyéb determinisztikus hatások léptek fel. Nagy, egészséges testtér fogatok besugárzásának volt ez a következménye. Így tulajdonképpen a terápiás célt sem lehetett elérni. A besugárzástervezés bevezetése és fejlesztése révén ez a munka egyre nagyobb hatékonyságúvá vált és máig tartó hatalmas fejlődés vette kezdetét. Kezdetben kézi, grafikus módon történt a tervezés. Számomra a legfontosabb mindig az volt, hogy a betegre egyénileg készítsünk besugárzási terveket és a tervezés ennek megfelelően tömeges legyen. Mindez nagy munka volt, ennek elősegítésére módszereket, eszközöket fejlesztettünk ki, amelyek azután országszerte elterjedtek. Óriási javulást jelentett, amikor Bozóky László és csapata, amelynek magam is tagja voltam, megszervezte a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség és a Magyar Egészségügyi Minisztérium közreműködésével és anyagi támogatásával a Számítógépes Országos Besugárzástervezési Hálózatot (SzOBH), amely egy terminál hálózat volt és postai telefon vonalakon keresztül történt a kommunikáció az Államigazgatási Számítógépes Szolgálat (ÁSZSZ) nagy központi gépével. Az ország összes sugárterápiás központjában (Debrecen, Miskolc, Szombathely stb.) egyszerre vált hozzáférhetővé a számítógépes besugárzástervezés. Ez hatalmas minőségi és mennyiségi javulást jelentett. Az ezen a munkán dolgozó fizikusok szeme fehérje, köztük az enyém is, pedig a pirosról visszaváltozott fehérre: ui. az izodózis görbék grafikus összeadása nagyon megterhelte a szemünket. Az igazi nyertesek a betegek voltak, hiszen a sugárvédelmük ugrásszerűen megjavult a terápiás dózisok növelése ellenére. A feleslegesen besugárzott, egészséges szervek, szövetek, testtér fogatok jelentősen csökkentek. A terápiás dózis növelése (ma már 70 Gy fölötti dózisok is előfordulnak) az egészséges szervek, szövetek minél jobb sugárvédelme mellett vált lehetségessé.

A SzOBH egyben oktatási központ is volt. A hálózati értekezletek és a közös hálózati munka összehozta az ezen a területen dolgozó fizikusokat, átadták

egymásnak a tapasztalataikat és gyors szakmai fejlődés következett, amely ma is tart. Az egészségügy leghosszabb ideig (több, mint 10 évig) működő és legsikeresebb számítógépes terminál hálózata volt ez abban az időben. Bozóky professzor úr nyugdíjba vonulása után nekem jutott a feladat, hogy vezethetem a SzOBH-ot. Sok tudományos közlemény köszönhette megszületését a SzOBH-on való tevékenységnek. A PC-k elterjedése azután sokkal rugalmasabb és a helyi igényekhez jobban alkalmazkodó szoftverek bevezetését és tervezési rendszer kialakítását tette lehetővé. Igaz ezzel a közvetlen együttműködések is lazultak, de mindenki elismerte, hogy a hálózat kialakítása során fontos kapocs alakult ki az állomások között, annak ellenére, hogy az adatátvitel és a nagy számítógép számos esetben csak korlátozottan állt rendelkezésre.

A CT megjelenése volt a másik, amely abban az időben nagyot javított beteg sugárvédelmén. A sematizált anatómiai metszeteinket váltotta fel, a komplikált sztereo röntgenfelvételek alapján történő rajzolások, számítások váltak szükségtelemmé és a beteg valódi sűrűségeloszlásával számolhattunk. Az első adandó alkalommal lecsaptunk a lehetőségre (az Orvostovábbképző Intézetbe telepítettek egy, már nem csak koponya CT-zésre alkalmas készüléket) és a beteget kikísértem oda, hogy ne a szokásos diagnosztikai, hanem a terápiás beállításban készüljenek a felvételek. Azóta is ez a bevált eljárás, hogy terápiás beteget ne a diagnosztikus, hanem a terápiás személyzet CT-ze, mert eltérőek a szempontok. A MEDICOR a sugárterápiás klinikai igények szempontjából az OOI-re támaszkodott. Sajnálom, hogy a kész berendezés azután nem került gyártásba. A CT alapú besugárzástervezés bevezetése hazánkban szintén több tudományos közlemény alapja lett. 1982-ben megvédtem a kandidátusi értekezésemet, amelyet besugárzástervezésből írtam. Részt vettem a keleteurópai országok közötti szakmai együttműködési szervezetekben. A sugárterápia gyors fejlődésnek indult és a fejlődés célja mindig az egyre növekvő terápiás dózis mellett a beteg megfelelő, sőt javuló sugárvédelmét biztosítani. Erre a célra betatront, új kobaltágyúkat, lineáris gyorsítókat helyeztünk üzembe, amelyek új sugárvédelmi feladatokat jelentettek. Hozzászoktunk a több méteres beton falakhoz is. Ma már, a pályakezdésem idejében lévőhöz képest, hatalmas technikai és számítástechnikai eszközök állnak a rendelkezésre. Az új technikai lehetőségek a hatékonyság növekedése mellett új veszélyforrásokat is hoztak magukkal. A legfontosabb ezek közül a képvezérelt sugárterápia (IGRT): a betegnek a kezelés alatti pontos beállítása érdekében ionizációs sugárzást használó beállító eszközöket (röntgen, CT, amorf szilíciumos síkdetektorok a MV-os sugárnyaláb beállításokhoz, MV-os CT, légzéskapuzás röntgennel, stb.), amelyek növelik az egészséges testtérfogatok sugárterhelését. Fontos az optimálás az így nyert pontosabb beállítás és ezáltal kisebb egészséges szövetterhelés és a képalkotók sugárterhelése között. A régi sugárforrások lecserélése újabakra mindig minőségi ugrást jelentettek és új sugárvédelmi feladatokat. Nagyon izgalmas feladat volt számomra az ország egészségügyi célra használt rádium sugárforrásainak a begyűjtése, forgalomból való kivonása, átadása az Izotóptemetőnek és a sugármentesítés megszervezése. Ezzel megszabadultunk a sugárforrás elvesztés lehetőségének a lidércnyomásától, mert a helyettük használt

Ir-192 sugárforrásokat már az „afterloading” (utántöltős) berendezésekbe beépítették. A személyzet sugárterhelése alapvetően csökkent és a sugárkezelés a tapasztalatból és becslésből átment a tervezés, számítás és az automatikus, számítógép vezérelt végrehajtás területére. A terápiás röntgen készülékeket és régi kobaltágyúkat, amelyekkel ma már szinte érthetetlen, hogy tudunk kezelni, korszerű lineáris gyorsítókra cseréltük és a besugárzástervező rendszereinket is rendszeresen egyre újabbakra, pontosabbakra és nagyobb teljesítményűekre cseréljük. A fejlődés rendkívül gyors, szerencsére, mert így a nagy számú beteget egyre jobban és egyre hatékonyabban kezeljük. Sugárvédelmi szempontból az egyre komplexebb helyzet ellenére végül is összességében a beteg, a személyzet és a környezet sugárvédelme fokozatosan javul és a kezelési eredmények is fokozatosan javulnak. Az OOI Sugárvédelmi Szolgálatának a munkáját már az előzőekben a Hírsugárban ismertettem.



Természetesen a tudományos és szakmai társasági életben is részt kell venni a szakmai fejlődés, a szakmai információszerezés céljából és azért is, hogy régi barátaimmal találkozzam. Igen nagy élményt jelent és nagyon hasznos, hogy már régóta minden évben részt vehetek és előadást tarthatok az ELFT Sugárvédelmi Szakcsoport éves továbbképző tanfolyamain (még Bozóky professzor úr vitt el először a szakcsoportba). A Magyar Biofizikai Társaságban az Orvosfizikai szakcsoport vezetője Bozóky professzor úr után több ciklusban én voltam. Részt veszek a Magyar Sugárterápiás Társaság rendezvényein (két ciklusban a Társaság pénztárosa voltam), a Magyar Orvosfizikai Társaságnak jelenleg is a pénztárosa vagyok.

Több hazai és nemzetközi tudományos társaságnak tagja vagyok. Hazai és külföldi tudományos kongresszusokon rendszeresen részt veszek. Első szerzős tudományos közleményeim száma 31, amelyeket hazai és külföldi tudományos folyóiratokban jelentettem meg.

Budapest, 2009. szeptember 18.

Varjas Géza