

A költségvetésből finanszírozott beruházások a NATO-ba és az EU-ba belépvé várhatóan ismét növekednek, mivel az államnak kötelezettségei vannak a környezetvédelem, az államhatárok szigorúbb ellenőrzése és a haditechnikai korszerűsítés területén.

Az Unióban sem lehet arra számítani, hogy azok az országok, amelyek fejlett sugárvédelmi műszergyártással rendelkeznek, valaha is magyar műszert vásároljanak sajátjuk helyett. Intenzív marketingmunkával viszont elérhető, hogy akinek nincs megfelelő, saját fejlesztésű, gyártású műszere, az magyart válasszon.

Ismertetőnk – a téma jellege miatt – nem lehetett teljes. Reméljük, hogy a szakmában dolgozók kiegészítik az általunk leírtakat, így a sugárvédelmi műszerek hazai gyártásának nyoma marad, s jelenét is megismerhetik a potenciális felhasználók és a téma iránt érdeklődők.

Irodalom

1. SOLYMOSI J., BÄUMLER E. és társai: *Eljárás és berendezés ismeretlen összetételű és/vagy többkomponensű, főként basadási termékekkel kontaminált terepszakaszok sugárszintjének földi felderítésére* – 198798 B BME–GAMMA szolgálati találmány
2. SOLYMOSI J., BÄUMLER E. és társai: *Eljárás és berendezés ismeretlen összetételű és/vagy többkomponensű, főként basadási termékekkel kontaminált terepszakaszok sugárszintjének légi felderítésére* – 201161 B BME–GAMMA szolgálati találmány
3. BÄUMLER E., ERDŐS K., PINTÉR I., SARKADI A., SOLYMOSI J. és társai: *Univerzális radioaktív sugárásmérő műszer és eljárás, valamint rendszertechnikai elrendezés mérésbatárájának kiterjesztésére* – P9700746 HTI–GAMMA–BME szolgálati találmány bejelentés
4. BÄUMLER E., ERDŐS K., SARKADI A.: *Eljárás, valamint rendszertechnikai elrendezés basadási és aktivációs radioizotópokkal kontaminált élelmiszerek fogyaszthatóságának eldöntésére* – P0301996 GAMMA szolgálati találmány bejelentés
5. BÄUMLER E., ERDŐS K., SARKADI A.: *Eljárás, valamint rendszertechnikai elrendezés járművek és/vagy rakományok radioaktív szennyezettségének – mobil sugárforrás – kimutatására* – 220207 GAMMA szolgálati találmány
6. Á. VINCZE, J. SOLYMOSI, K. NAGY, I.C. SZABÓ, G. VOLENT, Á. GUJGICZER, O. ZSILLE: *Monitoring of the fuel-cassette-free state of the control rod sleeves during its lift by radiation measurement* – IRPA Regional Congress on Radiation Protection in Central Europe, 22–27, August, 1999, Budapest, Hungary, Proceedings, 184–192, 1999
7. Á. VINCZE, G. VOLENT, J. SOLYMOSI: *A procedure for the continuous control of the retention properties of gas adsorber systems* – J. Radioanal. Nucl. Chem., 218/1 (1997) 81
8. K. NAGY, Á. VINCZE, J. SOLYMOSI, G. EIGEMANN, G. VOLENT, Á. GUJGICZER, O. GIMESI, O. ZSILLE, GY. PLACHTOVICS: *Measuring the filter efficiencies of iodine filters at NPP Paks* – V. Nemzetközi Atomtechnikai Szimpózium, Paks, 2000 október

SUGÁRVÉDELEM A FELSŐOKTATÁSBAN

Kanyár Béla, VE Radiokémia Tanszék
 Zagyvai Péter, BME Nukleáris Technikai Intézet
 Homonnay Zoltán, ELTE TTK Magkémia Tanszék
 Dezső Zoltán, DE Környezetfizika Tanszék
 Farkas György, SE Sugárvédelmi Szolgálat
 Fehér István, KFKI AEKI
 Ozoray Kamilla, ÁNTSZ Országos Tisztifőorvosi Hivatal
 Pellet Sándor, OOK OSSKI
 Uray István, ATOMKI
 Vincze Árpád, ZMNE Vegyi és Környezetbiztonsági Tanszék
 Zombori Péter, ELTE TTK Sugárvédelmi Oktatási Laboratórium

A természettudományok, azon belül a fizika tanítása keretében többször találkozunk a nukleáris tudományok, köztük a sugárvédelem oktatásának problémáival, mind a *Fizikai Szemle*ben, mind a sugárvédelmi kiadványokban [1–4]. A sugárvédelmi rendezvények között megemlíthető a 25. Sugárvédelmi Továbbképzés felkért előadása *A sugárvédelmi képzési formák kialakulása és fejlődése Magyarországon* címmel [5], az ELFT Sugárvédelmi szakcsoport 2001-ben tervezett tanulmánya a sugárvédelem helyzetéről (az oktatási részt ezen írás első 3 szerzője vállalta) és a 2002. áprilisban szervezett akadémiai ankét [6]. A hazai sugárvédelem bemutatása keretében készített jelen munka elsősorban a felsőfokú, a graduális képzésben és a továbbképzésben szerzett tapasztalatokkal foglalkozik, figyelembe véve a helyi és speciális sajátosságokat. Ez utóbbi célkitűzés indokolja a szerzők viszonylag magas számát. Természetesen tudjuk, hogy a középiskolai, a felsőfokú és a speciális képzések mereven nem különíthetők el egymástól, egymásra épülnek, többek közt számos szakember érdekelte a sugárvédelmi képzés különböző szintjein.

A sugárvédelem oktatását a felsőfokú, elsősorban tanári képzésben a lakossági tájékoztatás szempontjából is fontosnak tartjuk, ugyanis a felsőfokú képzés kikerülő tanárai, mérnökei, azaz a későbbi helyi értelmiség hozzájárulása révén mind az iskolákban, mind a lakosság körében a jelenleginél szakszerűbb és hitelesebb információ alakulhat ki, és reálisan tudják megítélni a közvetlen őket érintő helyzetet, esetleg problémát. Mindezek természetesen érvényesek a környezetvédelem, egészségvédelem stb. oktatásánál is, melyek része lehet a sugárvédelmi képzés [7, 8].

Mint már több kiadványban is szerepel, a képzés sugárvédelemre vonatkozó általános céljai közé tartozik, hogy minden érintett személy – akár dolgozóként, akár a lakosság tagjaként – lehetőséget kapjon a sugárzásokkal veszélyeztetett munka- és lakókörülményeinek, az esetleges káros hatások elleni védekezés eljárásainak, eszközeinek, az ellenőrzés módszereinek és eredményeinek megismerésére. Különösen fontos ez a jelen társadalmi viszonyok között, amikor potenciális környe-

zeti veszélyforrásként szóba jöhető üzem tervezéséhez, engedélyeztetéséhez lakossági közreműködés, meghallgatás, jóváhagyás szükséges. Ezért a képzés, az oktatás és annak hatékonysága, eredményessége nemcsak munkahelyi, hanem általánosabb, lakosságot is érintő feladatokhoz elengedhetetlen. Az atomenergia egyik nagy kihívása az utóbbi évtizedekben éppen az alkalmazása elleni túlzott lakossági, társadalmi idegenkedés mérséklése. Ez a cél csak az összes, itt tárgyalt képzési mód eredményességének növelésével válhat elérhetővé. Megfelelő szintű, terjedelmű és hiteles információhoz kell jutnia mindenkinek ahhoz, hogy felelősséggel formálhasson véleményt, mely egyben saját erkölcsi kötelessége is lehet. Ezek az oktatási célok, igények megfogalmazódnak a nemzetközi sugárvédelmi ajánlásokban és a hazai szabályozásokban egyaránt [9, 10].

Az elsősorban a munkahelyre vonatkozó 16/2000 (VI.8) EüM rendelet [10] szerint az atomenergia alkalmazása körébe tartozó tevékenységet csak az a személy végezhet, aki vizsgaköteles sugárvédelmi képzésben, illetve továbbképzésben vett részt és eredményes vizsgát tett. Kivételesen, a vizsga letételéig, megfelelő képzettséggel rendelkező személy felügyelete mellett, legfeljebb 1 évig lehet dolgozni ilyen munkakörben. Ez alól felmentés nem adható. Az oktatásról a sugárforrás engedélyesének kell gondoskodnia.

A nemzetközi tapasztalatok felhasználása, elsősorban a Nemzetközi Sugárvédelmi Bizottság (ICRP) ajánlásainak elfogadása és bevezetése szinte végigkíséri a hazai sugárvédelmi képzést is [11, 12].

A sugárvédelmi képzés fejlődéséről

A sugárvédelem hazai oktatása – egyrészt a nemzetközi tapasztalatokhoz, másrészt más szakterületekhez hasonlóan – alapvetően követi a sugárvédelem fejlődését, igazodik az igényekhez és lehetőségekhez [13].

Kezdetben, az 1920-as évektől, az oktatás a tudományos és technikai eredmények, illetve ismeretek terjesztése révén valósul meg. Ennek fórumai az Akadémia és a tudományos (elsősorban orvostudományi, részben műszaki, ill. fizikai) társaságok. A röntgenológiában és a rádiumterápiában az 1930-as évek végén megjelenő szabványok eredményeként a sugárvédelem már önálló fejezetként szerepel a sugárzások alkalmazását elősegítő képzések anyagában. Az 1950-es években – elsősorban az Országos Atomenergia Bizottság (OAB) megalakulásával és támogatásával – a mesterséges radioaktív készítmények, a nyílt izotópok széleskörű alkalmazása újabb sugárvédelmi és ezzel párhuzamosan további képzési, oktatási igényeket alakított ki. Az OAB és az illetékes főhatóság által jóváhagyott tematikával úgynevezett izotóptanfolyamokat szerveznek az egyetemek, kutatóhelyek, köztük elsősorban a Budapesten és Debrecenben önálló sodott orvostudományi egyetemek, továbbá a Budapesti Műszaki Egyetem szakirányú intézetei és a Központi Fizikai Kutató Intézet sugárvédelmi részlege. Míg az előbbieket az orvosi, az utóbbiak a vegyész-mérnöki és a fizikusi irányultságú képzés keretében oktatták a sugárvédelmet.

Az orvosegyetemeken a radioaktív készítményekkel kapcsolatos sugárvédelem és annak oktatása kezdetben el különül a röntgenológiától, sőt ez bizonyos mértékben később is megmarad [14, 15].

Az 1960-as évektől a sugárvédelem oktatása önálló és jól körülhatárolt, elsősorban a nukleáris energiatermelés igényei alapján megerősödő hatóság feladatként jelenik meg. Ebben az időszakban számos tanfolyami anyag, jegyzet, tankönyvfejezet, konferenciaösszefoglaló stb. kerül kiadásra a fordításokkal együtt (kb. 1965–1990), s az átfogó tankönyvek esetén egy-egy fejezet tartalmazza a sugárvédelmi ismereteket [16–20]. Az 1962-ben, az Eötös Loránd Fizikai Társulat keretében alakult Sugárvédelmi szakcsoport, majd a nemzetközi igények hatására létrejött IRPA Magyar Nemzeti Bizottsága újabb fórumot teremtett a speciális területen dolgozó szakemberek közötti információcserére. Igen pozitív szerepet kap a képzésben az ELFT Sugárvédelmi szakcsoport által indított és szervezett, évenként megrendezett Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam [4]. A tanfolyam, a találkozó lehetőséget teremt az új eredmények közzétételére, egymás problémáinak megismerésére és megoldására.

A következő (1990-től, harmadik) szakaszban egyre több, önálló sugárvédelmi, sugáregészségügyi jegyzet, könyv jelenik meg a hazai szerzőktől [21–25] és az utóbbi évek munkái már az 1990-től megújuló sugárvédelmi fogalmak, elvek és normák alapján készültek. Általában mondható, hogy a hazai szabályozás nehézségei miatt a törvények és rendeletek megszületése, kiadása 5–10 évet is késik a nemzetközi ajánlásokat követően, miközben az oktatás és annak eredménye, az újabb sugárvédelmi normák szerinti munka viszonylag gyorsan – 1–2 év alatt – követi azokat. Ez mind az oktatás eredményességét, mind az újabb normákat alkalmazók befogadóképességét dicséri.

Az egészségvédelem, munkavédelem, környezetvédelem stb. oktatásának felértékelődése gazdasági szempontból is előnyössé teszi a sugárvédelem oktatását, általános és speciális tanfolyamok szervezését, ami a magánvállalkozások részvételét segíti elő. Ennek hatására jelenleg igen sokféle képzési formával találkozunk.

A sugárvédelem, s így annak oktatása fontos az utóbbi évtizedekben erőteljes fejlődésnek indult nukleárisbaleset-elhárítás területén is, így például a polgári védelemben, tűzoltóságnál, rendőrségen és honvédelemben. Az itt oktatottak egyrészt más-más előismeretekkel rendelkeznek, másrészt a sugárvédelmi képzésük tartalma is erősen eltérhet egymástól, illetve az iparban, egészségügyben kidolgozott anyagoktól.

Annak ellenére, hogy egy általános képzés keretében igen nehéz kiválasztani azokat a szakterületeket, speciális ismereteket, melyek oktatása mindenképpen kell, hogy szerepeljen minden állampolgár képzésében, igényüket kisebb-nagyobb órászámmal ki kellene elégíteni az iskolai, illetve számos szakterületen a felsőfokú tanterv keretében. A sugárvédelem azok közé tartozik, melyet a jelen társadalmi viszonyok között célszerű oktatni minden szinten.

Nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy Magyarországon energiahordozókban szegény, így a belátható jövőben, legalábbis több évtizedig, nem mondhat le az olcsó

és környezetkímélő nukleáris energiatermelésről, amelyre leginkább jellemző, hogy óriási – itthon is rendelkezésre álló, illetve képezhető – szakértelmet igényel, aminek szerves része a sugárvédelem.

Sugárvédelmi tanfolyamok, továbbképzések

A sugárvédelmi szakképzés alapvetően az egészségügyi területéhez tartozik, az egészségügyi miniszter 16/2000 (VI.8) sz. rendelete tartalmazza az oktatás rendjét [10]. Ez a rendelet – a korábbihoz [26] hasonlóan – a sugaras tevékenység jellegétől függően három fokozatot különböztet meg: alapfokú, bővített és átfogó fokozatú képzést.

Az alapfokú képzés és legalább 5 évenkénti továbbképzés tematikáját és vizsgakövetelményeit az ÁNTSZ területileg illetékes intézménye hagyja jóvá. A bővített és átfogó fokozatú képzés esetén az oktatók névjegyzékét, a képzés és továbbképzés tematikáját, valamint a vizsgakövetelményeket az Országos Tisztiorvosi Hivatal (OTH) engedélyezi. Mivel a tanfolyamok pénzdíjasok, tanfolyami oktatást számos intézmény, alapítvány, csoport stb. végez, szerzett erre jogosultságot, és ezek során kapott – elsősorban a továbbképzést elismerő – oklevelek száma évente több mint 100. Mondható, hogy az igények többsége alapítvány, magánvállalkozás által szervezett tanfolyamok révén nyer kielégítést. A speciális igényekre rendszerint kihelyezett tanfolyamokat szerveznek.

A műszaki, élettelen természettudományi jellegű, illetve az orvosi irányultságú tanfolyamok közötti eltérés egyrészt a szervezésben, másrészt a gyakorlatokban, az ismerttetett példákban nyilvánul meg.

Speciális sugárvédelmi képzési és továbbképzési igény jelentkezik a nukleárisbaleset-elhárítás területén, különösen a Paksi Atomerőmű, a BM Katasztrófavédelmi Főigazgatóság és az Országos Atomenergia Hivatal részéről.

Ebben a helyzetben különösen fontos, hogy a képzések, tanfolyamok anyagának jóváhagyásáért felelős szakmai testület (ÁNTSZ, OTH) a tematikákat egységes felfogásban bírálja el.

A munkahelyeken – általában rövid távú érdekek figyelembe vétele, a munkaidő jobb kihasználása következtében – a célirányú képzés került előtérbe, az oktatás egyre erőteljesebben igazodik a speciális, munkahelyi igényekhez, kisebb jelentőséget kapnak az általános alapok, a koncepciók, a kapcsolódó tárgyak, beleértve a laboratóriumi gyakorlatokat is. Ezt tükrözi, hogy az 1990-es években már elkezdődött a tanfolyami órák számának csökkenése. Sajnos az EU-direktívák (96/29/Euratom, 13. May 1996) is csak igen röviden említik az oktatást (Article 22 Information and training) [27], továbbá a 16/2000 (VI.8) EüM-i rendelet úgyszintén igen lakonikusan tér ki a képzésre.

Sugárvédelem a felsőfokú képzésben – szakemberhiány

A sugárvédelem sokrétűsége megjelenik a felsőoktatási tantervekben, képzési formákban is. A felsőoktatás területén a sugárvédelmi képzést nagyban segíti azon sajátos-

ság, hogy a sugárveszélyes munkakörben foglalkoztatott személyek számára miniszteri rendelet írja elő a megfelelő szintű sugárvédelmi szakképesítés megszerzését. Nyilvánvaló, hogy az ilyen munkahelyek betöltésére készülő, a középfokú végzettséggel már rendelkező fiatalok számára jelentős előnyt jelent, ha már az egyetemi képzés során megszerezhetik ezt a szakképesítést, vagy legalábbis elsajátíthatják annak egyes elemeit. Másrészt a felsőfokú képzés rugalmasabb a középiskolainál, könnyebben alkalmazkodik az igényekhez, különösen, ha lehetőség adódik posztgraduális képzésre, tanfolyamok indítására, doktori témák kiírására. Jelenleg itt alapvetően a fizetőképes kereslet, illetve az állami támogatás, preferencia határozza meg a képzés mértékét, intenzitását. Az általános érdeklődés kielégítésére példaként említhető, hogy a Debreceni Egyetemen évenként 50–100 hallgatója van a sugárvédelem interdiszciplináris jellegű bemutató fakultatív kurzusnak, az „értelmiségi modul”-ban meghirdetve, bármely szak és évfolyam hallgatói számára. A sugárvédelmi kultúra szélesebb körben történő elterjesztésében a társadalmi gondolkodást követő, a természetes érdeklődést kielégítő tematikák tehát szintén fontosak lehetnek a képesítést nyújtó, többnyire kötelező „szakemberképzés” mellett, esetenként ahhoz kedvet is csinálva.

A felsőfokú képzés során kell megadni azt a lehetőséget, hogy a kikerülők később akár sugárvédelmi szakemberek legyenek, mérnöktovábbképzés, doktorandusz képzés stb. keretében. Miközben évek óta növekszik az egyre magasabb képesítést igénylő munkahelyek és a felsőoktatásban tanulók száma, a természettudományok és műszaki tudományok területén ez a tendencia stagnál, illetve fordított. Mindez vonatkozik az interdiszciplináris ismereteket igénylő sugárvédelem oktatására is. Amennyiben ez a változás folytatódik, egyre kevesebb fizikus-, vegyész-, illetve ezen szakirányú mérnök- stb. hallgatóval találkozunk és így a sugárvédelmet választók száma is oly mértékben csökken, hogy évek múlva komoly szakemberhiánytól kell tartani. A fejlett országok ezen viszonylag könnyen segítenek, legalábbis egy ideig azzal, hogy a szegényebb országokból pótolható a fizikus, mérnök, s így a sugárvédelmi szakember is, s utánképzéssel a helyi ismeretek is megszerezhetőek. De mi lesz később, s a kevésbé fejlett országokban, ahol a társadalmi és technológiai viszonyok kevésbé vonzóak? Mindezen problémákra már most fel kell hívni a figyelmet, illetve támogatni azokat az erőfeszítéseket, melyek sürgetik a hasonló kérdések megoldását. A szellemi tőke „zsugorodásának” konkrét veszélyeire hívta fel a figyelmet nemrégiben *Szatmáry Zoltán* is [28] e folyóirat hasábjain.

Már ma is részben megmutatózó problémának tűnik az oktatáshoz szükséges szakembergárda elégtelen száma. Az egyetemi oktatók, szakemberek leterheltsége nagyon nagy, a meglévő – és értelemszerűen nem veszélytelen – infrastruktúrák kiszolgáltatását a korábbi leépítések miatt az egykori létszámok töredéke kénytelen elvégezni. Másrészt a sugárvédelemhez erősen kötődik a laboratóriumi munka, a műszeres mérések, a veszélyes anyagokkal való tevékenység. Mindezekhez az átlagosnál na-

Sugárvédelmi képzettséget szerzők száma néhány egyetemen (éves értékek az utóbbi 2–5 év tapasztalata alapján)

Intézmény	Graduális képzésben bizonyítványt szerzők	Továbbképző tanfolyamon bizonyítványt szerzők	Diplomamunkát készítők ¹	Sugárvédelmi témájú PhD-munkák ¹
Budapesti Műsz. és Gazd.tud. Egy.	6–12	15–30	1–3	1–2
Debreceni Egyetem TTK és más kar	10–20	0	2–5	1–2
Eötvös Loránd TE TTK	10–15	15	2–4	2
Semmelweis Egyetem	–	100–150	2–5	1–2
Szegedi Egyetem TTK	5–10	10–15	1–2	–
Veszprémi Egyetem	15–20	10–15	5–7	1–2
Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem	15–20	18–22	4–6	1–2

¹ amennyiben a munkának legalább 30%-a a sugárvédelemmel kapcsolatos

gyobb biztonsági követelmény, nagyobb oktatási leterheltség, odafigyelés, költséges laboratóriumok kialakítása és fenntartása szükséges, miközben az oktatás csak kiscsoportos foglalkozás keretében végezhető. Ma viszont az úgynevezett redukált hallgatói létszám előtérbe helyezésével a sugárvédelem alapvetően alulfinanszírozott az oktatáspolitikai, s így rendszerint a felsőfokú intézmény részéről.

Bár a Paksi Atomerőmű blokkjainak élettartamhosszabbítása kihirdetett célkitűzés, a szakmában a fiatalok részéről meglehetősen érdektelenség mutatkozik, ami utánpótlási gondokat vetít előre már a közeljövőben. Többben észrevételezik a sugárvédelmi szakma művelőinek elöregedését. Ez a helyzet felértékeli azon – a már korábban említett – intézmények tevékenységének a jelentőségét, ahol PhD-képzés keretében is folyik sugárvédelmi kutatómunka. Ugyanis ez lehet a fő forrása az oktatónemzedék megújulásának.

Az 1990-es években induló PhD-programok keretében sugárvédelmi témák is szerepelnek például az ELTE és SE közös szervezésében, a BME Nukleáris Technikai Intézet és a VE Radiokémia tanszék és a ZMNE témái közt.

Az utóbbi évtizedekben egyre nagyobb szerepet kap a nem ionizáló sugárzásokkal kapcsolatos dozimetria és sugárvédelem oktatása. E téma oktatásában eddig sajnos csak kevés kezdeményezés történt, köztük a SE Biofizikai és Sugárbiológiai Intézete, az OSSKI, néhány ÁNTSZ-intézmény, a BME villamosmérnöki, híradástechnikai intézetei valamint a VE egyes tanszékei említhetők.

Sugárvédelmi szakemberképzésben az átlagosnál jobban érdekelt intézmények

A 16/2000 (VI.8) EüM rendelet [10] szerint a sugárvédelmi képzettség a felsőfokú intézmény graduális és szakirányú képzési szakjain is megszerezhető. Ezzel a lehetőséggel több egyetem él, és például szakirányképzés keretében oktatja a bővített sugárvédelmi bizonyítványhoz szükséges ismereteket, diplomamunkákat és doktori témákat hirdet meg és vezet a sugárvédelem területén. A nagyobb intézmények között az 1. táblázat jelzi az utóbbi évek

számaikat. A graduális képzés keretében rendszerint több, 2–3-szor annyi órában hallgatnak szakismeretet, vesznek részt a laboratóriumi gyakorlaton a hallgatók, mint a tanfolyami résztvevők.

A fentiekén kívül több felsőoktatási intézményben, így például a Soproni Egyetemen, a Paksi Energetikai Főiskolán is folyik sugárvédelmi képzés, diplomamunkák készítése, PhD-témák vezetése stb. Az viszont egyértelmű, hogy jelenleg elsősorban az orvosi, egészségügyi terület igényli a legtöbb sugárvédelmi képzést, köztük is elsősorban a röntgenorvosként, röntgenasszisztensként, az izotópdiaosztikában, az orvosi kutatásban stb. dolgozók.

A BME-n elsősorban a mérnök-fizikusoképzés nukleáris technika szakirányú, valamint a reaktorteknikai szakmérnök-hallgatók érdekeltek, a Veszprémi Egyetemen pedig a vegyészmérnök-hallgatók a Radiokémia technológia, a környezetmérnök hallgatók pedig a Radioökológia szakirányok keretében vesznek részt a képzésekben. Az ELTE TTK-n elsősorban a vegyész- és a fizikus-hallgatók köréből választják a sugárvédelmet. Az utóbbi években a tanárjelöltek között is megnőtt a sugárvédelem iránti érdeklődés, szinte mindegyik egyetemen, így az ELTE-n, a BME-n, a DE-n, a SZE-n és a VE-n egyaránt.

A részletes tantárgyprogramok azonban erősen tükrözik az oktatási intézmény profilját, például a BME-n a reaktorteknika, a ZMNE-n a környezetvédelem, a DE-n az orvosi (PET-) alkalmazások, a VE-n radioökológia területek sugárvédelmi képzési igénye kap nagyobb hangsúlyt.

Tájékoztatóképpen a 2. táblázat mutatja a sugárvédelem (beleértve sugárbiológiát, dozimetriát) oktatásában érdekelt felsőfokú intézmények néhány meghirdetett, a sugárvédelmet kisebb-nagyobb részben érintő tantárgy megnevezését, a képzés szintjét, az óraszámokat és a sikeresen vizsgázók számát, az utóbbi 2–3 év átlaga, tapasztalata alapján. A tárgyak nagyobb része – különösen a graduális alapképzésben – csupán 10–20%-ban foglalkoznak sugárvédelmi kérdésekkel, viszont némelyik – elsősorban a szakirány képzés során – szinte teljes egészében. Mindenesetre látható, hogy igen széles skálán történik a sugárvédelemmel kapcsos

Sugárvédelmi érintettségű tantárgyak néhány egyetemen

Tantárgy	Képzési szint	Teljes óraszám			Évenként sikeresen befejezők
		Ea.	Lab.	Szem.	
<i>Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem</i>					
Sugár- és környezetvédelem	G-A	40	13	–	90
Radioaktív hulladékok	G-Sz	40	13	–	10
Szennyeződésterjedés a környezetben	G-Sz	26	–	13	10
Sugárvédelem II.	G-Sz	26	26	–	10
Nukleáris környezetvédelem	G-Sz	26	13	–	35
Nukleáris környezetvédelem	P	40	26	–	15
Radiológiai technikák	P	52	–	–	30

Debreceni Egyetem¹

Dozimetria	G-A	–	48	–	20
Környezetfizika	G-A	12	4	–	90
Radiokémia	G-A	28	–	–	40
Izotóptechnika	G-A, -Sz	28	–	–	45
Sugárvédelem és dozimetria	G-A, -Sz	28	–	–	20
Radioaktivitás a környezetben	G-A	28	–	–	8
Sugáregészségügy	G-Sz	28	–	–	12
Radioökológia	G-Sz	28	–	–	10
Orvosi radiológia	G-A	28	–	–	200
Nukleáris medicina ²	G-A	–	12	–	–

¹ A tárgyak egy részéből posztgraduális (PhD stb.) képzés is van² Új tantárgy a gyógyszereszeknek, végzetek létszámáról még nincs adat*Eötvös Loránd TE TTK*

Bevezetés a nukleáris környezetvédelemben	G-A	26	–	–	15
Magkémiai laboratóriumi gyakorlat	G-A	–	26	–	40
Sugárvédelem	G-A, -Sz	26	–	–	20

Veszprémi Egyetem³

Sugárzástani ismeretek	G-A	14	–	–	150
Radioökológia	G-A	28	–	–	80
Nukleáris mérés technika	G-Sz	28	14	–	15
Radioaktív hulladék feldolgozása, elhelyezése, rekultiváció	G-Sz	28	14	–	5
Sugár- és nukleáris balesetek tapasztalatai	G-Sz	28	–	–	30
Radionuklidok környezeti terjedésének modellezése, szimuláció	G-Sz	–	–	14	8
Radioökológiai laboratórium	G-Sz	–	28	–	8
Dozimetria és sugárvédelem	G-Sz	28	–	–	35
Nem ionizáló sugárzások elleni védekezés ⁴	G-Sz	14	–	–	–

³ A tárgyak egy részéből rendszeresen 5–8 PhD hallgató is vizsgázik⁴ Új tantárgy, a végzetek létszámáról még nincs adat*Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem*

Radiológia	G-Sz	40	13	–	15
Nukleáris környezetvédelem	P	26	–	–	6
Nukleáris baleset-elhárítás	P	26	–	–	8
Sugárvédelem	P	26	–	–	3

Jelmagyarázat: Ea: előadás, Lab: laboratóriumi gyakorlat, Szem: szeminárium, számítási gyakorlat, G-A: graduális alapszintű képzés, G-Sz: graduális szakirány szintű képzés, P: posztgraduális – szakmérnöki, PhD-képzés

Egyes tárgyak fél évenként, mások csak évenként vannak meghirdetve.

latos ismeretek oktatása, és a hallgatói átjárhatóság elősegítésére célszerű lenne mind a tárgyak elnevezéseiben, mind azok tartalmában a jelenleginél hatékonyabban egyeztetni, tapasztalatot cserélni.

Más egyetemen, főiskolán is szerepelnek hasonló megnevezésű tárgyak, azok száma azonban rendszerint kisebb, mint az itt felsoroltak. Például az orvosi radiológia minden állat-, illetve humán orvosi jellegű karon megtalálható, illetve az orvos- és gyógyszerészképzésben a biofizika keretében néhány órában szintén szerepel a sugárbiológia, dozimetria és sugárvédelem.

Az átfogó sugárvédelmi fokozatot adó tanfolyami szervezők közül kiemelhetők az ELTE TTK, a KFKI AEKI-be kihelyezett Sugárvédelmi Oktatási Laboratóriuma a műszaki és az OSSKI az egészségügyi irányultságú szakemberek képzése, továbbképzése esetén.

Következtetések, ajánlások

Miközben az ionizáló sugárzások alkalmazása az utóbbi évtizedekben – az orvosi, egészségügyi területek kivételével – az abszolút számokat tekintve fokozatosan csökken, ugyanakkor a technikai fejlődéssel az alkalmazások típusa, jellege egyre szélesedik, és az erre irányuló „társadalmi szintű” figyelem erősödik. Ennek következtében a munkahelyek sugárvédelme, a szabályozások és ellenőrzések, illetve ezek oktatása, gyakorlása egyre szerteágazóbb. Mondhatjuk, hogy a sugárvédelmi ismeretek az általános elvek és eljárások mellett egyre több speciális ismeretet igényelnek, s a sugárvédelem oktatási igénye mind erősebben kötődik a konkrét alkalmazásokhoz. Az ionizáló sugárzást, az ezzel kapcsolatos eljárásokat, gépeket alkalmazó üzemeltető igénye is az, hogy a dolgo-

zők mindenképpen a helyi igényeket ismerjék meg, rendszerint kevésbé motivált más területek sugárvédelmi ismereteinek oktatásában, legfeljebb csak akkor, ha igen sokféle sugaras tevékenységben érdekelt.

A sugárvédelmi ismeretek iránti igények szélesedésével a hazai jogalkotás – több nemzetközi példát követve – azzal válaszolt, hogy mindazon eljárások, módszerek, eszközök ismertetését, oktatását, amelyek csak közvetve kapcsolódnak a sugárvédelemhez, az üzemeltető feladatává tette úgy, hogy a számonkérés is legfeljebb csak közvetett lehet. Ezáltal a sugárvédelmi oktatásban ajánlott tematika erősen redukálódott, a tanfolyami órák száma, de különösen a laboratóriumi gyakorlatok mennyisége erősen csökkent. Az így tervezett oktatás során szinte csak elméleti és adminisztratív ismeretekkel találkozhatnak a résztvevők. Nyilvánvaló, hogy a képzési időtartam csökkentése általában találkozik a foglalkoztató igényével, minél kisebb legyen a dolgozó üzem kívül töltött munkaideje. Az általános ismeretek sem mindig hasznosak a munkahelynek, különösen, ha csak egy-egy speciális munkafolyamatra tervezi a dolgozó alkalmazását, és azon van, hogy ne tudjon más területen elhelyezkedni. Ez a fajta specializálódás, beszűkülés a sugárvédelmi ismeretek területén nem támogatható minden határon túl, hiszen egy munkafolyamat, netán munkahely-változtatás sok problémát jelenthet. Javaslatok:

- A tematikák az eddigieknél több laboratóriumi mérést, ellenőrzést tartalmazzanak (alapfokozatnál műszerbemutatókat, bővített fokozatnál eljárások és eszközök alkalmazását, átfogó fokozatnál elsősorban ellenőrző eszközök használatát).

- Elsősorban a bővített ismereteket adó tanfolyamok keretében több lehetőséget kell biztosítani az általános ismeretek elsajátításához, az itt végzők többsége egy-egy váratlan szakmai problémát is hatékonyan tudjon kezelni, képes legyen reálisan felmérni az esetleges veszélyhelyzetet, sőt szükség esetén részt venni a sugárvédelmi ismeretek oktatásában.

- A felsőfokú oktatási intézmények nukleáris, radiológiai stb. – ezen belül a sugárvédelmi – tárgyak oktatása területén célszerű lenne rendszeresen, az eddigieknél gyakrabban, illetve célzottabban tapasztalatot cserélni, többek közt a hallgatói átjárhatóság elősegítésére egymás, illetve külföldi intézmények között. Különösen fontos ez a „Bolognai folyamat” néven elindult hazai oktatáspolitikai ismeretében, amikor az eddigieknél lényegesen kevesebb szak és egyeztetett tantárgyak támogatása várható.

- A nem ionizáló sugárzások elleni védelem oktatására a jelenleginél nagyobb hangsúlyt kell fektetni, az erre vonatkozó munkahelyi képzés és továbbképzés rendjét is ki kellene alakítani.

- A sugárvédelem oktatása is számos szakterületet, több törvényt, rendeletet, nemzetközi és honi iránymutatást érint. Az Európai Közösségbe való belépés részeként a magyar szakhatóság csatlakozott az Európai Szabványügyi Testülethez. A szabványok szerepének megváltozása, a nemzetközi és nemzeti szabványok tartós „együttélése” folyamánként – többek között – a

sugárvédelmi tárgyú szabványok átalakítása, megújítása is megkezdődött. Mindezek figyelembe vételével, szükség esetén több helyen, más-más szempontokat súlyozva kell gondoskodni arról, hogy a képzés szabályozása minden, szóba jöhető szinten hatékony és egyben aktuális legyen.

Irodalom

1. PAPP K., JÓZSA K.: *Legkevésbé a fizikát szeretik a diákok?* – Fiz. Szemle 50/2 (2000) 61–64
2. URAY I., H. OBERHUMMER: *A nukleáris tudományok társadalmi elfogadottsága* – Fiz. Szemle 53/2 (2003) 75–76
3. BAZSA GY., KEVICZKY L.: *A Magyar Tudományos Akadémia a korszerű tudományos közoktatásért (MTA ad hoc bizottság jelentése)* – Fiz. Szemle 53/3 (2003) 112–115
4. BUJDOSÓ E.: *A Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam múltja, jelene és várható jövője* – Fiz. Szemle jelen számában (a sugárvédelmi sorozat anyaga)
5. KANYÁR B.: *A sugárvédelmi képzési formák kialakulása és fejlődése Magyarországon* – 25. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam és III. Magyarországi Nukleáris találkozó előadás-kivonatai, pp. 19. 2000. május 30. – június 2., Balatonkenese
6. *Nukleáris tudomány az oktatásban: Helyzetértékelés, javaslatok* – Anktét az MTA Radiokémiai Bizottsága, az MTA Sugárvédelmi, Környezetfizikai és Reaktorfizikai Bizottsága, valamint a Hevesy György Magyar Orvostudományi Nukleáris Társaság közös szervezésében. MTA székház, Budapest, 2002. április 16.
7. KERÉNYI A.: *Környezettan* – Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 2003
8. NÉMETH J.: *A természettudomány és a természettudományos oktatás szerepe a 21. században* – Fiz. Szemle, 53/7 (2003) 229–232
9. 1996. évi CXVI. törvény az atomenergiáról – Magyar Közlöny 1996/112. szám (XII.18) 6321–6334
10. 16/2000 (VI.8) EüM rendelet – Magyar Közlöny, 2000/55. szám, 3204–3228
11. *Recommendations of the International Committee on Radiological Protection* – ICRP No. 60. 1991
12. NAÜ Biztonsági Szabályzat. Biztonsági sorozat No. 115.: *Nemzetközi Biztonsági Alapszabályzat: Az ionizáló sugárzás elleni védelem és a sugárforrások biztonsága* – Magyar fordítás, Budapest, 1996
13. BISZTRAY-BALKU S., BOZÓKY L., KOBLINGER L.: *A sugárvédelem fejlődése Magyarországon* – Akadémiai Kiadó, Budapest, 1982
14. NAGY J. (szerk.): *Izotópdiaosztika és terápia* – Orvostovábbképző Intézet jegyzete, Budapest, 1965
15. GYÖRGYI S., KRASZNAI I. (szerk.): *Orvosi Izotóptechnika* – Medicina Kiadó, Budapest, 1985
16. FEHÉR I.: *A sugárvédelem elméleti és gyakorlati kérdései* – Tankönyvkiadó, Budapest, 1966
17. DEME S.: *A sugárvédelem alapjai és mérőműszerei* – Tankönyvkiadó, Budapest, 1966
18. RONTÓ GY., TARJÁN I. (szerk.): *A biofizika alapjai* – Semmelweis Kiadó, Budapest, 1999 (első kiadás 1964)
19. NAGY L.GY., NAGYNÉ LÁSZLÓ K.: *Radiokémia és izotóptechnika* – Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1999 (első kiadás 1970)
20. SZTANYIK B.L. (szerk.): *A sugárterhelések megelőzése és gyógykezelése* – Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest, 1989
21. VIRÁGH E.: *Sugárvédelmi ismeretek* – BME Mérnöktoábbképző Int., jegyzet, Budapest, 1990
22. FEHÉR I. (szerk.): *Alapfokú sugárvédelmi ismeretek* – Paksi Atomerőmű Rt., Budapest, 1992
23. TURAI I.: *Sugáregészségügyi ismeretek* – Medicina Könyvkiadó, Budapest, 1993
24. KANYÁR B., SOMLAI J., SZABÓ D.L.: *A sugárzások elleni védelem dozimetriai és hatástani alapjai* – Jegyzet, Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém, 1996
25. KÖTELES GY. (szerk.): *Sugáregészségtan* – Medicina Könyvkiadó Rt., Budapest, 2002
26. 7/1988 (VII.20) SzEM rendelet – Magyar Közlöny, 1988. 33. szám, 863–878
27. *Council Directive 96/29/Euratom of 13 May 1996* – Official Journal of the European Communities, No. L 159, Vol. 39. 29. June, 1996
28. SZATMÁRY Z.: *Súlyos üzemműködés a Paksi Atomerőműben* – Fiz. Szemle 53/8 (2003) 266–271