



SV-20. sz. útmutató

Sugárvédelmi szakértői kiegészítő képzéseken és továbbképzéseken oktatandó témakörök

Verzió száma:

1.

2019. november

Kiadta:

Fichtinger Gyula
az OAH főigazgatója
Budapest, 2019

A kiadvány beszerezhető:
Országos Atomenergia Hivatal
Budapest

FŐIGAZGATÓI ELŐSZÓ

Az Országos Atomenergia Hivatal (a továbbiakban: OAH) az atomenergia békés célú alkalmazása területén működő, önálló feladat- és hatáskörrel rendelkező, országos illetékességű, központi kormányzati igazgatási szerv, kormányzati főhivatal. Az OAH-t a Magyar Köztársaság Kormánya 1990-ben alapította.

Az OAH jogszabályban meghatározott közfeladata, hogy az atomenergia alkalmazásában érdekelt szervektől függetlenül ellássa és összehangolja az atomenergia békés célú, biztonságos és védett alkalmazásával, így a nukleáris és radioaktív hulladék-tároló létesítmények, nukleáris és más radioaktív anyagok biztonságával, nukleárisveszélyhelyzet-kezeléssel, nukleáris védettséggel kapcsolatos hatósági feladatokat, valamint az ezekkel összefüggő tájékoztatási tevékenységet, továbbá javaslatot tegyen az atomenergia alkalmazásával kapcsolatos jogszabályok megalkotására, módosítására, és előzetesen véleményezze az atomenergia alkalmazásával összefüggő jogszabályokat.

Az atomenergia alkalmazása hatósági felügyeletének alapvető célkitűzése, hogy az atomenergia békés célú felhasználása semmilyen módon ne okozhasson kárt a személyekben és a környezetben, de a hatóság az indokoltnál nagyobb mértékben ne korlátozza a kockázatokkal járó létesítmények üzemeltetését, illetve tevékenységek folytatását. Az alapvető biztonsági célkitűzés minden létesítményre és tevékenységre, továbbá egy létesítmény vagy sugárforrás élettartamának minden szakaszára érvényes, beleértve létesítmény esetében a tervezést, a telephely-kiválasztást, a létesítést, az üzembe helyezést és az üzemeltetést, valamint a leszerelést, az üzemem kívül helyezést és a bezárást, radioaktív hulladék-tárolók esetén a lezárást követő időszakot, radioaktív anyagok alkalmazása esetén a szóban forgó tevékenységekhez kapcsolódó szállítást és a radioaktív hulladék kezelését, míg ionizáló sugárzást kibocsátó berendezések esetén azok üzemeltetését és karbantartását.

Az OAH a jogszabályi követelmények teljesítésének módját az atomenergia alkalmazóival egyeztetett módon, világos és egyértelmű ajánlásokat tartalmazó útmutatókban fejti ki, azokat az érintettekhez eljuttatja, és a társadalom minden tagja számára hozzáférhetővé teszi. Az atomenergia alkalmazásához kapcsolódó nukleáris biztonsági, védettségi és non-proliferációs követelmények teljesítésének módjára vonatkozó útmutatókat az OAH főigazgatója adja ki.

Az útmutatók alkalmazása előtt mindig győződjön meg arról, hogy a legújabb, érvényes kiadást használja! Az érvényes útmutatókat az OAH honlapjáról (www.oah.hu) töltheti le.

ELŐSZÓ

Az atomenergia békés célú, biztonságos és védett alkalmazására vonatkozó legmagasabb szintű hazai szabályozást az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény (a továbbiakban: Atv.) tartalmazza. A biztonság egyik alapvető követelménye az indokolt alkalmazások következtében fellépő ionizáló sugárzások elleni megfelelő védelem kialakítása, amely elsődlegesen az engedélyes felelőssége. A sugárvédelem három legfontosabb pillére, úgymint az indokoltság, optimalás és a korlátozás alapelvek már az Atv. szintjén megjelennek.

Az ionizáló sugárzás elleni védelemmel kapcsolatos hazai követelményeket meghatározását „Az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről szóló 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet (a továbbiakban: Sugárvédelmi rendelet) határozza meg.

A Sugárvédelmi rendelet rendelkezéseit a nukleáris létesítményekre a nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről szóló 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet rendelkezéseivel összhangban kell értelmezni.

A Sugárvédelmi rendelet rendelkezéseit a radioaktív hulladék-tároló létesítményekre a radioaktív hulladékok átmeneti tárolását vagy végleges elhelyezését biztosító tárolólétesítmények biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről szóló 155/2014. (VI. 30.) Korm. rendelet rendelkezéseivel összhangban kell értelmezni. A Sugárvédelmi rendeletben foglalt követelmények és rendelkezések betartása mindazok számára kötelező, akik folyamatos hatósági felügyelet alatt állnak, valamint a Sugárvédelmi rendeletben előírt hatósági engedélyhez kötött tevékenységet folytatnak, ilyen tevékenységben közreműködnek, vagy ilyen tevékenység folytatásához engedély iránti kérelmet nyújtanak be. A Sugárvédelmi rendeletben meghatározott követelmények és rendelkezések mellett a követelmények közé tartoznak az egyedi hatósági előírások, feltételek és kötelezettségek, amelyeket az OAH az ionizáló sugárzás elleni védelem érdekében határozatban állapíthat meg.

A Sugárvédelmi rendeletben foglalt követelmények teljesítésére az OAH ajánlásokat fogalmazhat meg, amelyeket útmutatók formájában ad ki. Az útmutatókat az OAH a honlapján közzéteszi. Jelen útmutató az engedélyesek önkéntes alávetésével érvényesül, nem tartalmaz általánosan kötelező érvényű normákat.

Az útmutatók felülvizsgálata az OAH által meghatározott időszakonként, vagy az engedélyesek javaslatára soron kívül történik.

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	6
1.1. Az útmutató tárgya és célja	6
1.2. Vonatkozó jogszabályok és előírások	6
2. MEGHATÁROZÁSOK ÉS RÖVIDÍTÉSEK	9
2.1. Meghatározások	9
2.2. Rövidítések	9
3. ÁLTALÁNOS SZAKÉRTŐI ISMERETEK	10
3.1. A mindkét szakértői szakirány témái	10
3.1.1. Szakértő megbízása, a szakértő feladatai	10
3.1.2. Kiegészítő irodalom	11
3.2. Ipari alkalmazások szakirány	12
3.2.1. Töltésszintmérő és vastagságmérő berendezések	12
3.2.2. Röntgen-radiográfia	12
3.2.3. Gamma-radiográfia	13
3.2.4. Biztonságtechnikai alkalmazások	13
3.2.5. A neutronsugárzást használó alkalmazások	13
3.2.6. Geofizikai mérések	13
3.2.7. Kutató- és oktatóreaktorok üzemeltetése	14
3.2.8. Atomerőművek üzemeltetése	14
3.2.9. Radioaktív hulladék-tárolók üzemeltetése	15
3.2.10. Az ipari izotóplaboratóriumok osztályozása	15
3.2.11. Kiegészítő irodalom	15
3.3. Egészségügyi alkalmazások szakirány	17
3.3.1. Diagnosztikai alkalmazások	17
3.3.2. Terápiás alkalmazások	18
3.3.3. Izotópok előállítása gyorsítókkal	18
3.3.4. Az orvosi izotóplaboratóriumok osztályozása	18
3.3.5. Minőségbiztosítás	19
3.3.6. Kiegészítő irodalom	19

1. BEVEZETÉS

1.1. Az útmutató tárgya és célja

A Sugárvédelmi rendelet 18. §-a előírja, hogy az „*atomenergia alkalmazási körébe tartozó tevékenységet csak megfelelő fokozatú sugárvédelmi képzettséggel (...) rendelkező személy végezhet.* A rendelet 2020. január 1-én hatályba lépő 19. § (4) bekezdése rendelkezik a sugárvédelmi szakértői kiegészítő képzettségre kötelezettek köréről. A sugárvédelmi képzések, illetve továbbképzések általános tematikai követelményeit a Sugárvédelmi rendelet 4. mellékletének 1.1. pontja határozza meg.

Jelen útmutató az átfogó fokozatú képzésekre épülő sugárvédelmi szakértői kiegészítő képzések eredményes lezárását követő szakértői képzésekhez ad segítséget. Az útmutatóban a legfontosabb ismertető témákat foglaljuk össze.

Az útmutató először az összes szakirányon oktatók témákat sorolja fel, ezt követi az ipari alkalmazások, majd az egészségügyi alkalmazások szakirány-specifikus fejezete.

Az útmutató elsősorban az oktatók felkészítésére alkalmas, de – főként az ajánlott irodalomjegyzékben felsorolt források tanulmányozásával – a szakértők mindennapi munkáját segítheti.

1.2. Vonatkozó jogszabályok és előírások

Jogszabályok

- a) Az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény
- b) A 112/2011. (VII. 4.) Korm. rendelet az Országos Atomenergia Hivatal nukleáris energiával kapcsolatos európai uniós, valamint nemzetközi kötelezettségekkel összefüggő feladatköréről, az Országos Atomenergia Hivatal hatósági eljárásaiban közreműködő szakhatóságok kijelöléséről, a kiszabható bírság mértékéről, valamint az Országos Atomenergia Hivatal munkáját segítő tudományos tanácsról
- c) A 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet a nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről
- d) A 190/2011. (IX. 19.) Korm. rendelet az atomenergia alkalmazása körében a fizikai védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről

Sugárvédelmi szakértői kiegészítő képzéseken és továbbképzéseken oktatók témakörök

- e) 155/2014. (VI. 30.) Korm. rendelet a radioaktív hulladékok átmeneti tárolását vagy végleges elhelyezését biztosító tároló létesítmények biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről
- f) A 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről
- g) A 489/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet a lakosság természetes és mesterséges sugárterhelését meghatározó sugárzási helyzet ellenőrzési rendjéről és a kötelezően mérendő mennyiségek köréről
- h) A 490/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet a hiányzó, a talált, valamint a lefoglalt nukleáris és más radioaktív anyagokkal kapcsolatos bejelentésekről és intézkedésekről, továbbá a nukleáris és más radioaktív anyagokkal kapcsolatos egyéb bejelentést követő intézkedésekről
- i) A 33/1998. (VI. 24.) NM rendelet a munkaköri, szakmai, illetve személyi higiénés alkalmasság orvosi vizsgálatáról és véleményezéséről
- j) A 15/2001. (VI. 6.) KöM rendelet az atomenergia alkalmazása során a levegőbe és vízbe történő radioaktív kibocsátásokról és azok ellenőrzéséről
- k) A 7/2007. (III. 6.) IRM rendelet a nukleáris anyagok nyilvántartásának és ellenőrzésének szabályairól
- l) A 11/2010. (III. 4.) KHEM rendelet a radioaktív anyagok nyilvántartásának és ellenőrzésének rendjéről, valamint a kapcsolódó adatszolgáltatásról
- m) Az 51/2013. (IX. 6.) NFM rendelet a radioaktív anyagok szállításáról, fuvarozásáról és csomagolásáról
- n) A 21/2018. (VII. 9.) EMMI rendelet az egészségügyi szolgáltatások nyújtása során ionizáló sugárzásnak nem munkaköri kötelezettségük keretében kitett személyek egészsége védelmének szabályairól

Szabványok

- a) MSZ 62-2:2017: Az ionizáló sugárzás elleni védelem, 2. rész: A foton- és elektronsugárzás elleni védelem
- b) MSZ 62-3:2017: Az ionizáló sugárzás elleni védelem, 3. rész: A neutronsugárzás elleni védelem

**Sugárvédelmi szakértői kiegészítő képzéseken és továbbképzéseken oktatók
témakörök**

- c) MSZ 62-4:2017: Az ionizáló sugárzás elleni védelem, 4. rész: Sugárvédelem nagy aktivitású gamma-távbesugárzó berendezések és orvosi lineáris elektrongyorsítók alkalmazásakor
- d) MSZ 62-6:1999: Ionizáló sugárzás elleni védelem. Sugárvédelmi előírások zárt sugárforrások közelterápiás felhasználásakor (brachyterápia)
- e) MSZ 62-7:2017: Az ionizáló sugárzás elleni védelem, 7. rész: Sugárvédelem nyitott radioaktív anyagok alkalmazásakor
- f) MSZ 824:2017: Sugárzás elleni védelem orvosi és állatorvosi röntgenmunkahelyeken
- g) MSZ 836:2017: Sugárzás elleni védelem röntgenberendezést és/vagy gamma-sugárforrást alkalmazó ipari radiográfiai munkahelyeken
- h) MSZ 14344:2004: Radioaktív hulladékok. Fogalommeghatározások és osztályozás

2. MEGHATÁROZÁSOK ÉS RÖVIDÍTÉSEK

2.1. Meghatározások

Az útmutató mindenütt az Atv. 2. §-ában, valamint a Sugárvédelmi rendelet 4. §-ának (1) pontjában és 2. mellékletében, továbbá a fizikai védelmi rendelet 2. §-ának (1) pontjában ismertetett meghatározásokat alkalmazza.

2.2. Rövidítések

BME	Budapesti Műszaki és Közgazdaságtudományi Egyetem
ICRP	<i>International Commission on Radiological Protection</i> : Nemzetközi Sugárvédelmi Bizottság
MSSZ	Munkahelyi Sugárvédelmi Szabályzat
NAÜ (IAEA)	Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (<i>International Atomic Energy Agency</i>)
OAH	Országos Atomenergia Hivatal

3. ÁLTALÁNOS SZAKÉRTŐI ISMERETEK

A szakértői fokozatú írásbeli vizsgán választható kérdések között számos olyan található, amelyek helyes megválaszolásához nem a speciális, kétnapos szakértői szakirányú képzés szolgáltat alapot, hanem maga az átfogó képzés. Ezen kérdések feltevésének az alapvető célja az, hogy a vizsgabizottság meggyőződhessen arról, hogy a jelölt az átfogó képzéseken elhangzottakat az átfogó képzés zárásakor megkívántnál mélyebben, nagyobb részletességgel sajátította el.

3.1. A mindkét szakértői szakirány témái

3.1.1. Szakértő megbízása, a szakértő feladatai

Oktató témák:

- a) a szakértői tevékenység ellátásának feltételei a Sugárvédelmi rendelet 9. melléklete szerint
 - az OAH engedélye a sugárvédelmi szakértői tevékenység folytatásához, a szakértők listája az OAH honlapján,
 - a szakértői engedély visszavonásának lehetősége (*kiemelendő: a továbbképzési kötelezettség elmulasztása*),
 - az Egészségügyi Nyilvántartási és Képzési Központ, valamint a Magyar Mérnöki Kamara által a Sugárvédelmi rendelet hatálybalépését megelőzően kiadott szakértői engedélyek hatálya,
 - a sugárvédelmi szakértő írásbeli megbízása (*kiemelendő: a szakértő megbízásával az atomenergia alkalmazója nem mentesül a felelősség alól*),
- b) azon tevékenységek felsorolása, amelyek esetén kötelező a sugárvédelmi szakértő bevonása
 - a Sugárvédelmi rendelet 37. § (6)-(7) bekezdése szerinti tevékenységek (hangsúlyozandó: a „ki kell kérnie a sugárvédelmi szakértő véleményét” megfogalmazás nem egyenértékű azzal, hogy az adott feladatot a szakértővel kell végrehajtani). Kiemelendő az engedélyesek támogatása a sugárvédelmi védőeszközök és mérőműszerek kiválasztásában, beszerzésében, hitelesítésének megszervezésében (ismertetni kell a mérőműszerek hitelesítésének folyamatát, kitérve a Budapest Főváros Kormányhivatalnál történő ügyvitel lefolytatására), valamint rendszeres karbantartásában és minőségellenőrzésében,

**Sugárvédelmi szakértői kiegészítő képzéseken és továbbképzéseken oktatók
témakörök**

- a Sugárvédelmi rendelet 37. § (8) bekezdésében megállapított engedélykérelmek elkészítése

Célszerű gyakorlati útmutatót adni a Sugárvédelmi Leírás és az MSSZ elkészítéséhez, a sugárforrások, mérőműszerek és védőeszközök beszerzéséhez, hitelesítéséhez és rendszeres ellenőrzéséhez;

- c) azon tevékenységek felsorolása, amelyek esetén a sugárvédelmi szakértő tanácsadása igénybe vehető – a Sugárvédelmi rendelet 37. § (5) bekezdése szerint.

Kiemelendő témák:

- a rendkívüli események belső kivizsgálásához: az események következtében fellépő külső és belső sugárterhelések mérésekkel és számításokkal történő becslése (a dózisos számításnál hangsúlyozandó, hogy a számításokat a lehetséges legrosszabb feltételekkel is el kell végezni), a helyzet értékelése (kitérve az olyan esetekre, amikor a rendeltetésszerű használatnál a vizsgálat szám növekedése okoz dózisznövekményt), a megfelelő kiigazító intézkedések bevezetésére tett javaslat (javasolt a gyakorlatban bevált eljárások ismertetése, a hasonló esetek előfordulásnak elkerülése érdekében),
- a megfelelő környezetisugárzás-monitorozó műszerek kiválasztása, beszerzése, a műszerek hitelesítése, rendszeres ellenőrzése,
- a radioaktív hulladékok kezelése és átmeneti tárolása a keletkezés helyén, előkészítés a radioaktív hulladék-tárolóba történő szállításra.

3.1.2. Kiegészítő irodalom

A szakértők munkájának segítéséhez nem elegendő a jogszabályok, szabványok ismerete. Általánosságban hívjuk fel a figyelmet az Országos Atomenergia Hivatal útmutatóira [3.1.1], amelyek az OAH honlapján találhatóak meg, és elsősorban az engedélykérelmek összeállításához nyújtanak segítséget.

Konkrét számítások elvégzéséhez, értékelések elkészítéséhez elsősorban a széles körben elfogadott, nemzetközi szervezetek által kiadott segédanyagok használhatóak.

Az egyes szerveket (elsősorban a bőrt, a kezét és a szemlencsét) érő egyenértékű dózisos becsléséhez nyújt segítséget a Magyarországon bevezetett angol nyelvű [3.1.2] szabvány.

Sugárvédelmi szakértői kiegészítő képzéseken és továbbképzéseken oktatók témakörök

A külső és belső sugárterhelésekből eredő dózisos becsléséhez (a rendkívüli események következtében kialakult terhelések utólagos becsléséhez) az ICRP 119. riportja [3.1.3], a belső sugárterhelések kiértékeléséhez a [3.1.4] sorozata ad támogatást.

A radioaktív hulladékok átmeneti tárolásáról szól a [3.1.5] NAÜ-publikáció.

Tételes irodalomjegyzék:

[3.1.1] <http://www.oah.hu>

[3.1.2] MSZ EN ISO 15382:2018: Sugárvédelem. Eljárások a szemlencse, a bőr és a végtagok dózisének ellenőrzésére (ISO 15382:2015).

[3.1.3] Compendium of Dose Coefficients based on ICRP 60. ICRP Publ. 119, 2012.

[3.1.4] Occupational Intakes of Radionuclides. Part 1: ICRP Publ. 130, 2015; Part 2: ICRP Publ. 134, 2016; Part 3: ICRP Publ. 137, 2017; Part 4 és Part 5: előkészületben.

[3.1.5] Interim Storage of Radioactive Waste Packages. IAEA Technical Report Series No. 390, 1988.

3.2. Ipari alkalmazások szakirány**3.2.1. Töltésszintmérő és vastagságmérő berendezések**

Kiemelendő témák:

- a) a technológia működésének bemutatása;
- b) a zárt sugárforrást tartalmazó munkatartók sugárvédelmi biztonsági rendszereinek ismertetése;
- c) a személyzet sugárvédelmének követelményei (*különös tekintettel a szórt sugárzás szerepére*).

3.2.2. Röntgen-radiográfia

Kiemelendő témák:

- a) a felvételezőhelyiség tervezésekor a telephely alkalmasságának vizsgálata;
- b) a sugárvédelmi célú biztonsági elemek alkalmazása;
- c) a laboratórium kialakításának építészeti sajátosságai (kiemelendő a nem sugárveszélyes munkakörben foglalkoztatottak sugárvédelme);

**Sugárvédelmi szakértői kiegészítő képzéseken és továbbképzéseken oktatók
témakörök**

- d) alkalmi radiográfia (kiemelve a dózismegszorítások alkalmazását és a sugárásmérő műszerek használatának jelentőségét).

3.2.3. Gamma-radiográfia

Kiemelendő témák:

- a) a gamma-sugárforrást alkalmazó ipari radiográfiai munkahelyek sugárvédelméről szóló MSZ 836:2017 szabvány részletes ismertetése, a szabványtól való eltérések elvi lehetőségei;
- b) a munkatartókra vonatkozó felülvizsgálatok fontossága;
- c) a szegényített urán árnyékolású munkatartókra vonatkozó előírások;
- d) a sugárvédelmi mérőeszközök használatának fontossága;
- e) teendők a sugárforrás tárolóhelyzetbe történő visszahúzásának akadályoztatáskor.

3.2.4. Biztonságtechnikai alkalmazások

Kiemelendő témák:

- a) a rakományellenőrző berendezéseknél alkalmazott különleges sugárvédelmi eljárások (az esetleges rejtőzködő személyek dózisének számítása);
- b) mobil berendezések esetén (csomagvizsgáló vagy rakomány-átvilágító) alkalmazandó sugárvédelmi előírások:
 - a területelzárás követelményei,
 - a személyzet sugárvédelme,
 - a lakosság (kiemelkedően: a járművezetők) sugárvédelme;
- c) az államhatárok sugárvédelmi ellenőrzése (a sugárkapuk működtetése).

3.2.5. A neutronsugárzást használó alkalmazások

Kiemelendő témák:

- a) a neutronaktivációs analízis alkalmazásának technológiai ismertetése, sugárvédelmi vonatkozások;
- b) a zárt Cf-252 sugárforrás és a neutrongenerátor alkalmazásának ismertetése, sugárvédelmi vonatkozások.

3.2.6. Geofizikai mérések

Kiemelendő témák:

**Sugárvédelmi szakértői kiegészítő képzéseken és továbbképzéseken oktatók
témakörök**

- a) neutronsugárzás elleni védelem, neutron dózis-teljesítmény számítása;
- b) a területen megjelenő új technológiák (neutrongenerátor) sugárvédelmi vonatkozásai;
- c) ki nem emelhető állapotba került, radioaktív izotópot tartalmazó szondákkal kapcsolatos események bemutatása.

3.2.7. Kutató- és oktatóreaktorok üzemeltetése

- a) kiemelendő témák a Budapesti Kutatóreaktor esetében:

- a védelem kiépítése a kísérletek környezetében, különös tekintettel a kivezetett neutronnyalábok árnyékolására,
- a kutatóreaktorban előállított izotópok gyártása során a légkörbe kikerülő radioaktív anyagok mérése,
- a lakossági dózisok becsléséhez szükséges környezeti terjedés számításának problémái a hegyvidéki terepen,
- a telephelyi környezetellenőrző rendszer,
- a fizikai védelem kérdései;

- b) kiemelendő témák a BME Oktatóreaktor esetében:

- az egyetemi hallgatók fokozott védelme a laboratóriumi gyakorlatok során,
- a lakossági dózisok becsléséhez szükséges környezeti terjedés modellezésének problémái a más épületekkel körülvett térben (épülethatások),
- a balesetelhárítási felkészülés jelentősége a sűrűn lakott környezetben.

3.2.8. Atomerőművek üzemeltetése

Kiemelendő témák:

- a) az általános nukleáris biztonsági előírások és a sugárvédelmi előírások szerves kapcsolata, a biztonsági kultúra szerepe;
- b) a források azonosítása (a tartályból kilépő neutronok, hasadási termékek, felaktiválódott szerkezeti elemek és hűtővíz);
- c) a sugárvédelmi szempontból kiemelkedően fontos munkafolyamatok azonosítása *(különös tekintettel a tervezett és a rendkívüli karbantartásra, valamint a főjavításokra), (a Karbantartó Gyakorló Központ szerepe);*

**Sugárvédelmi szakértői kiegészítő képzéseken és továbbképzéseken oktatók
témakörök**

- d) a kiégett kazetták pihentetőmedencében való elhelyezésének sugárvédelmi vonatkozásai;
- e) a balesetelhárítási felkészülés *(különös tekintettel az egész országra kiterjedő lakossági tájékoztatás fontosságára)*;
- f) felkészülés az erőmű leszerelésére.

3.2.9. Radioaktív hulladék-tárolók üzemeltetése

Kiemelendő témák:

- a) a sugárvédelmi szempontból kiemelkedően fontos munkafolyamatok azonosítása;
- b) a hely kiválasztás sugárvédelmi szempontjai a tervezési fázisban;
- c) a lakossági dózis becslésében alapvetően fontos, vízi úton történő terjedési modellek áttekintése;
- d) a környezet és a lakosság hosszútávú sugárvédelme szempontjából kiemelkedően fontos információátadási és fizikai védelmi feladatok.

3.2.10. Az ipari izotóplaboratóriumok osztályozása

Kiemelendő témák:

- a) az MSZ 62-7:2017 szabvány alapszabványjainak származtatása;
- b) az alapszabványok szerinti osztályozás és a kapcsolódó szorzótényezők ismertetése;
- c) az izotóplaboratórium-tervezés sugárvédelmi szempontjai;
- d) lakossági dózis becslése a kibocsátás alapján, a terjedési modellek áttekintése (a szellőztetőrendszeren át és a csatornába történő kibocsátások).

3.2.11. Kiegészítő irodalom

A sugárzásokat előállító berendezések és a zárt sugárforrások biztonságával foglalkozik a NAÜ [3.2.1] ajánlása.

A vastagságmérők működéséről szóló Zipf-cikk a sugárforrások körül kialakuló sugárzási tér jellemzőit tárgyalja [3.2.2].

Az ipari radiográfia (mind a röntgen-, mind a gamma-radiográfia) sugárvédelmi kérdéseit tárgyalja a NAÜ [3.2.3] ajánlása.

**Sugárvédelmi szakértői kiegészítő képzéseken és továbbképzéseken oktatók
témakörök**

Az államhatárokon át történő szállítások biztonsági ellenőrzésével foglalkozik a Magyarországon bevezetett angol nyelvű [3.2.4] szabvány, a határokra telepített sugárkapukkal a [3.2.5] NAÜ-kiadvány.

A biztonságtechnikai röntgenberendezésekről tartalmaz hasznos információkat a kanadai hatóság kiadványa [3.2.6].

Sugárvédelmi kérdéseket is érint a NAÜ nukleáris geofizikai mérésekkel foglalkozó kiadványa [3.2.7].

Kifejezetten a kutatóreaktorok sugárvédelmével és a keletkező radioaktív hulladékok kezelésével foglalkozik az egyik NAÜ-kiadvány [3.2.8].

Az atomerőművek tervezésekor, illetve üzemeltetésekor figyelembe veendő sugárvédelmi szempontokról ad útmutatót a [3.2.9], illetve a [3.2.10] NAÜ-ajánlás.

A nukleáris létesítmények leszerelésének kérdéseivel a NAÜ [3.2.11] kiadványa foglalkozik.

A radioaktív hulladékok kezelésével és tárolásával foglalkozik a [3.2.12] NAÜ-ajánlás. A radioaktív hulladékok elhelyezésére létrehozott tárolók biztonsági (beleértve a sugárvédelmi) aspektusainak jó összefoglalását adja a [3.2.13] ajánlás. A nagy felezési idejű radioaktív hulladékok geológiai elhelyezésének sugárvédelmi kérdéseit az ICRP kiadványa [3.2.14] tárgyalja.

Tételes irodalomjegyzék:

[3.2.1] Safety of Radiation Generators and Sealed Radioactive Sources. IAEA Safety Guide RS-G-1.10, 2006.

[3.2.2] M.E.Zipf: Radiation Transmission-based Thickness Measurement Systems – Theory and Applications to Flat Rolled Strip Products. <http://cdn.intechweb.org/pdfs/9946.pdf>

[3.2.3] Radiation Safety in Industrial Radiography. IAEA Specific Safety Guide No. SSG-11, 2011.

[3.2.4] MSZ EN 62244:2011: Sugárvédelmi műszerek. Államhatárra telepített sugárkapuk radioaktív és különleges nukleáris anyagok felderítésére (IEC 62244:2006, módosítva).

[3.2.5] Technical and Functional Specifications for Border Monitoring Equipment. IAEA Nuclear Security Series No. 1, 2006.

[3.2.6] Radiation Safety for Baggage X-Ray Inspection Systems. Minister of National Health and Welfare, Canada, 1994.

Sugárvédelmi szakértői kiegészítő képzéseken és továbbképzéseken oktatók témakörök

[3.2.7] Nuclear Geophysics and its Applications. IAEA Technical Reports Series 393, 1999.

[3.2.8] Radiation Protection and Waste Management in the Design and Operation of Research Reactors. IAEA Safety Guide No. NS-G-4.6, 2008.

[3.2.9] Radiation Protection Aspects of Design for Nuclear Power Plants. IAEA Safety Guide No. NS-G-1.13, 2005.

[3.2.10] Radiation Protection and Radioactive Waste Management in the Operation of Nuclear Power Plants. IAEA Safety Guide No. NS-G-2.7, 2011.

[3.2.11] Decommissioning of Nuclear Power Plants, Research Reactors and Other Nuclear Fuel Cycle Facilities. IAEA Specific Safety Guide, No. SSG-47, 2018.

[3.2.12] The Management System for the Processing, Handling and Storage of Radioactive Waste. IAEA Safety Guide No. GS-G-3.3, 2008.

[3.2.13] Disposal of Radioactive Waste. IAEA Specific Safety Requirements, SSR-5, 2011.

[3.2.14] Radiological Protection in Geological Disposal of Long-lived Solid Radiological Waste. ICRP Publ. 122, 2013.

3.3. Egészségügyi alkalmazások szakirány

3.3.1. Diagnosztikai alkalmazások

Oktató témák:

a) röntgendiagnosztika

- a röntgendiagnosztikai eljárások részletes bemutatása,
- a páciensdózisok becslése,
- felvételi és átvilágítási eljárások,
- a vonatkozó szabványtól való eltérések elvi lehetőségei;

b) komputertomográfia (CT)

- a képalkotás elve és a berendezések technológiai felépítése,
- a páciensdózisok becslése,
- a szórt sugárzás terének számítási lehetőségei,
- a PET-CT és a SPECT-berendezések működésének elve, sugárvédelmi sajátosságok,
- a kezelőket érő sugárterhelés számítási lehetőségei;

**Sugárvédelmi szakértői kiegészítő képzéseken és továbbképzéseken oktatók
témakörök**

3.3.2. Terápiás alkalmazások

Oktatók témái:

- a) röntgenterápiás eljárások részletes bemutatása, sugárvédelmi számítások és besugárzási dozimetriai ismeretek, a helyiségek sugárvédelmi kialakításának ismertetése;
- b) a gamma-besugárzók sugárvédelmi és tervezési sajátosságainak ismertetése (*figyelembe véve, hogy az alkalmazások száma csökkenő tendenciájú*);
- c) brachyterápia: az eljárások ismertetése, a besugárzóhelyiségek sugárvédelmi tervezési követelményeinek ismertetése, veszélyhelyzeti eljárások;
- d) terápia nyílt forrásokkal (*kiemelendő a jódtérápia*):
 - az eljárások ismertetése,
 - az aktív váró kialakításának követelményei,
 - a kórteremi elhelyezés sugárvédelmi tervezése,
 - a kibocsátás ellenőrzése, szennyvíz-kibocsátás;
- e) a személyzet és a közreműködő személyek védelme.

3.3.3. Izotópok előállítása gyorsítókkal

Oktatók témái:

- a) a berendezéseket magába foglaló telephely értékelése, szükséges sugárvédelmi intézkedések;
- b) a ciklotronok működési elve, a sugárvédelmi követelmények;
- c) a lineáris gyorsítók működési elve;
- d) a személyzet nagy energián felaktiválódó egységektől származó dózisterhelése.

3.3.4. Az orvosi izotóplaboratóriumok osztályozása

Oktatók témái:

- a) az MSZ 62-7:2017 szabvány alapszabványjainak származtatása;
- b) az alapszabványjaink szerinti osztályozás és a kapcsolódó szorzótényezők ismertetése;
- c) az izotóplaboratórium sugárvédelmi szempontjai a tervezési fázisban;

**Sugárvédelmi szakértői kiegészítő képzéseken és továbbképzéseken oktatók
témakörök**

- d) a lakosság dózisének becslése a kibocsátás alapján, a terjedési modellek áttekintése.

3.3.5. Minőségbiztosítás

Oktató témák:

- a) diagnosztikai röntgenberendezések minőségbiztosítása (hangsúlyozandó a 21/2018. (VII. 9.) EMMI rendeletben meghatározott átvételi vizsgálat (kiemelendő, hogy a klinikai célú használatbavétel előtt elvégzendő), ismertetendő a vizsgált paraméterek köre, és a vizsgálat megrendelésének menete);
- b) az állapotvizsgálatok szükségessége;
- c) klinikai audit ismertetése;
- d) az orvos fizikusok szerepe;
- e) az alkalmazott aktivitások ellenőrzése (napi, heti és havi minőségbiztosítási vizsgálatok);
- f) az ionizáló sugárzást létrehozó új berendezések üzemeltetésére vonatkozó különleges előírások ismertetése a 21/2018 (VII.9.) EMMI rendelet alapján.

3.3.6. Kiegészítő irodalom

Az orvosi alkalmazásokhoz áttekintésként ajánlható a NAÜ kiadásában megjelent [3.3.1] kézikönyv.

A páciensek sugárvédelmével kapcsolatos kérdésekről sok hasznos cikk olvasható a NAÜ kiadásában megjelent [3.3.2] konferenciaanyagban.

A diagnosztika és a sugárvédelem kérdéseivel foglalkozó irodalomként ajánlható a NAÜ [3.3.3] és [3.3.4] kiadványa. Kifejezetten a tomográfia dozimetriai vonatkozásait tárgyalja a [3.3.5] NAÜ-kiadvány, a fogászati röntgenvizsgálatok kérdéseit a [3.3.6] EU-kiadvány.

A terápiás alkalmazások sugárvédelméhez ajánlható a NAÜ [3.3.7] és [3.3.8] kiadványa. Brachyterápiás kezelésekhöz ad útmutatót a [3.3.9] szabvány.

A nyílt forrásokkal végzett izotóplaboratóriumi munkákhoz nyújt segítséget a NAÜ [3.3.10] riportja.

A nukleáris medicinában alkalmazott eszközök minőségbiztosítási kérdéseinek jó összefoglalását tartalmazza a European Association of Nuclear Medicine (EANM) internetről letölthető összeállítása [3.3.11].

Tételes irodalomjegyzék:

**Sugárvédelmi szakértői kiegészítő képzéseken és továbbképzéseken oktatók
témakörök**

- [3.3.1] Nuclear Medicine Physics: A Handbook for Teachers and Students. IAEA, 2014.
- [3.3.2] Radiological Protection of Patients in Diagnostic and Interventional Radiology, Nuclear Medicine and Radiotherapy. Proc. Conf. Málaga, Spain. IAEA, 2001.
- [3.3.3] Diagnostic Radiology Physics: A Handbook for Teachers and Students. IAEA, 2014.
- [3.3.4] Radiological Protection for Medical Exposure to Ionizing Radiation. IAEA Safety Guide RS-G-1.5, 2002.
- [3.3.5] Status of Computed Tomography Dosimetry for Wide Cone Beam Scanners. IAEA Human Health Reports No. 5, 2011.
- [3.3.6] European guidelines on radiation protection in dental radiology. The safe use of radiographs in dental practice. European Commission, 2004.
- [3.3.7] Absorbed Dose Determination in External Beam Radiotherapy. IAEA Technical Report Series 398, 2000.
- [3.3.8] Setting up a Radiotherapy Programme: Clinical, Medical Physics, Radiation Protection and Safety Aspects. IAEA, 2008.
- [3.3.9] MSZ 62-6:1999: Ionizáló sugárzás elleni védelem. Sugárvédelmi előírások a zárt sugárforrások közelterápiás felhasználásakor (brachyterápia).
- [3.3.10] Radioisotope handling facilities and automation of radioisotope production. IAEA-TECDOC-1430, 2004.
- [3.3.11] Quality Control of Nuclear Medicine Instrumentation and Protocol Standardisation. <https://www.eanm.org/publications/technologists-guide/qualitycontrol/>