



SV-18. sz. útmutató

Bővített fokozatú sugárvédelmi 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: Atomtörvény) 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 Atomtörvény 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 tároló létesítmények 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	7
1.1. Az útmutató tárgya és célja	7
1.2. Vonatkozó jogszabályok és előírások	7
2. MEGHATÁROZÁSOK ÉS RÖVIDÍTÉSEK	10
2.1. Meghatározások	10
2.2. Rövidítések	10
3. AZ AJÁNLOTT TANMENET	11
<i>A. Általános bővített sugárvédelmi ismeretek</i>	<i>11</i>
A1 Sugárfizikai és dozimetriai ismeretek	11
<i>A1.1 Fizikai alapismeretek</i>	<i>11</i>
<i>A1.2 Az atomok stabilitása, radioaktivitás</i>	<i>12</i>
<i>A1.3 Ionizáció, ionizáló sugárzások</i>	<i>12</i>
<i>A1.4 Természetes és mesterséges források</i>	<i>13</i>
<i>A1.5 Dozimetriai ismeretek</i>	<i>13</i>
A2 Sugárbiológiai ismeretek	14
<i>A2.1 A biológiai hatások kialakulása</i>	<i>14</i>
<i>A2.2 Determinisztikus hatások</i>	<i>14</i>
<i>A2.3 Sztochasztikus hatások</i>	<i>15</i>
<i>A2.4 A külső és belső sugárterhelések</i>	<i>15</i>
A3 Általános sugárvédelmi ismeretek, dóziskorlátok, jogszabályi háttér, baleset-elhárítás	16
<i>A3.1 Általános sugárvédelmi ismeretek, dóziskorlátok</i>	<i>16</i>
<i>A3.2 A munkahelyi sugárvédelem gyakorlati megvalósítása</i>	<i>17</i>
<i>A3.3 Jogszabályi háttér</i>	<i>17</i>
<i>A3.4 Baleset-elhárítás</i>	<i>20</i>
A4 Nukleáris védettség	21
A5 Gyakorlati mérés technika	22
<i>A5.1 A mérések végzésének általános elvei</i>	<i>22</i>
<i>A5.2 A munkahelyi dozimetria legfontosabb mérőeszközei</i>	<i>22</i>
<i>A5.3 A külső sugárterhelés személyi dozimetriája</i>	<i>22</i>
<i>A5.4 A belső sugárterhelés személyi dozimetriája</i>	<i>23</i>

Bővített fokozatú sugárvédelmi képzéseken és továbbképzéseken oktatók számára készített témakörök

<i>A5.5 Konkrét mérések</i>	23
A6 Irodalom	24
<i>B. Szakirányú bővített sugárvédelmi ismeretek</i>	27
B1 Egészségügyi alkalmazások	27
<i>B1.1 Képző eljárások</i>	27
<i>B1.2 Terápiás célú besugárzások</i>	28
<i>B1.3 Nukleáris medicina</i>	28
<i>B1.4 Kiegészítő irodalom</i>	29
B2 Nem nukleáris ipari alkalmazások	30
<i>B2.1 A természetben előforduló radioaktív anyagok az iparban</i>	30
<i>B2.2 Ipari radiográfia</i>	30
<i>B2.3 Külső területen végzett munka</i>	31
<i>B2.4 Csomagolás és szállítás</i>	31
<i>B2.5 Nyitott radioaktív anyagok alkalmazása</i>	32
<i>B2.6 Kiegészítő irodalom</i>	32
B3 Radioaktív hulladék-tárolók üzemeltetése	34
<i>B3.1 A radioaktív hulladék fogalma, az elhelyezés elvei</i>	34
<i>B3.2 A radioaktív hulladékok osztályozása</i>	35
<i>B3.3 A radioaktív hulladékok kezelése, kondicionálása, csomagolása, átvételi kritériumok</i>	36
<i>B3.4 A radioaktív hulladékok tárolására szolgáló létesítmények sugárvédelme</i>	36
<i>B3.5 Magyarországi létesítmények</i>	37
<i>B3.6 Kiegészítő irodalom</i>	37
B4 Nukleáris létesítmények üzemeltetése	38
<i>B4.1 Fogalmak, meghatározások</i>	38
<i>B4.2 Az atomreaktorok működése, maghasadás, láncreakció</i>	39
<i>B4.3 Sugárzások, védelem</i>	39
<i>B4.4 A dolgozók sugárvédelme</i>	40
<i>B4.5 A radioaktív anyagok kibocsátása, a környezet sugárterhelése, a kis és közepes aktivitású radioaktív hulladékok elhelyezése</i>	40
<i>B4.6 A kiégett fűtőelemek kezelése</i>	41
<i>B4.7 Nukleárisbaleset-elhárítás</i>	41
<i>B4.8 Kiegészítő irodalom</i>	42

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 19. § (2) bekezdése rendelkezik a bővített fokozatú képzettségre kötelezettek köréről. A sugárvédelmi képzések, illetve továbbképzések általános tematikai követelményeit a Sugárvédelmi rendelet 4. mellékletének 1.1. pontja határozza meg.

Jelen útmutató a bővített fokozatú képzésekhez ad segítséget. Az útmutató az oktatók felkészítésére alkalmas tanmenet formájában készült. Először a mindenki számára előírt általános, majd az egyes szakirányokhoz szükséges speciális ismereteket tárgyalja. A témakörönként rendezett ismeretek után forrásanyagok megjegyzésekkel értékelt felsorolása következik.

Az egyes témaköröknél az útmutató külön felhívja a figyelmet azokra az írásbeli kérdésekre, amelyek helyes megválaszolására az adott témakör előadásakor fel kell készíteni, illetve azokat a szóbeli kérdéseket, amelyek összefüggő, rendezett megválaszolására képessé kell tenni a vizsgázókat.

A sugárvédelmi képzéseket lezáró vizsgák követelményrendszerének egységesítésére az Országos Atomenergia Hivatal a Sugárvédelmi rendelet 4. mellékletének 3. pontja alapján a honlapján közzétette (a *Feladatok/Sugárvédelem/Írásbeli kérdések bővített fokozatú sugárvédelmi képzésekhez* címen) azon kérdések gyűjteményét, amelyből a vizsgáztatók összeállíthatják az adott bővített fokozatú képzéseket záró írásbeli vizsgákon feltehető kérdéseket. A bővített fokozatú sugárvédelmi képzésen való részvételt követően a vizsgázóknak képesnek kell lenniük a központi kérdések közül az általános ismeretekre vonatkozó valamennyi kérdés, valamint a képzés szakirányához kapcsolódó speciális kérdések megválaszolására.

1.2. Vonatkozó jogszabályok és előírások

Jogszabályok

- a) Az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény.
- b) A 190/2011. (IX. 19.) Korm. rendelet az atomenergia alkalmazása körében a fizikai védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről. (A továbbiakban: 190/2011. Korm.rendelet)

Bővített fokozatú sugárvédelmi képzéseken és továbbképzéseken oktatók témakörök

- c) A 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről.
- d) 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
- e) A 33/1998. (VI. 24.) NM rendelet a munkaköri, szakmai, illetve személyi higiénés alkalmasság orvosi vizsgálatáról és véleményezéséről
- f) A 15/2001. (VI. 6.) KöM rendelet az atomenergia alkalmazása során a levegőbe és vízbe történő radioaktív kibocsátásokról és azok ellenőrzéséről
- g) A 11/2010. (III. 4.) KHEM rendelet a radioaktív anyagok nyilvántartásának és ellenőrzésének rendjéről, valamint a kapcsolódó adatszolgáltatásról
- h) Az 51/2013. (IX. 6.) NFM rendelet a radioaktív anyagok szállításáról, fuvarozásáról és csomagolásáról
- i) A 25/2014. (IV.30.) NFM rendelet a veszélyes áru szállítási biztonsági tanácsadóról
- j) A 21/2018. (VII. 9.) EMMI rendelet az egészségügyi szolgáltatások nyújtása során ionizáló sugárzásnak nem munkaköri kötelezettségük keretében kitett személyek egészsége védelmének szabályairól (a továbbiakban: 21/2018. EMMI-rendelet)

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
- 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 62-7:2017: Az ionizáló sugárzás elleni védelem, 7. rész: Sugárvédelem nyitott radioaktív anyagok alkalmazásakor
- e) MSZ 824:2017: Sugárzás elleni védelem orvosi és állatorvosi röntgenmunkahelyeken
- f) MSZ 836:2017: Sugárzás elleni védelem röntgenberendezést és/vagy gamma-sugárforrást alkalmazó ipari radiográfiai munkahelyeken

Bővített fokozatú sugárvédelmi képzéseken és továbbképzéseken oktatandó témakörök

- g) MSZ 14344:2004: Radioaktív hulladékok. Fogalommeghatározások és osztályozás

2. MEGHATÁROZÁSOK ÉS RÖVIDÍTÉSEK

2.1. Meghatározások

Az útmutató az Atomtörvény 2. §-ában, valamint a sugárvédelmi rendelet 4. §-ának (1) pontjában és 2. mellékletében, továbbá a 190/2011. Korm.rendelet 2. §-ának (1) pontjában ismertetett meghatározásokat alkalmazza.

2.2. Rövidítések

Atomtörvény	az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény
EU	Európai Unió
IAEA	International Atomic Energy Agency: Nemzetközi Atomenergia Ügynökség
ICRP	International Commission on Radiological Protection: Nemzetközi Sugárvédelmi Bizottság
OAH	Országos Atomenergia Hivatal
OECD	<i>Organisation for Economic Co-operation and Development</i> : Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet

3. AZ AJÁNLOTT TANMENET

A. Általános bővített sugárvédelmi ismeretek

Ebben a részben azon ismeretek szerepelnek, amelyeket minden bővített fokozatú sugárvédelmi képzésen oktatni kell.

A1 Sugárfizikai és dozimetriai ismeretek

(legalább 4 óra, továbbképzésen legalább 2 óra)

Általános megjegyzés a továbbképzésekhez:

A sugárfizikai és dozimetriai alapismeretek között zömében olyan ismeretek találhatóak, amelyek már az általános-, illetve középiskolai oktatásban szerepeltek. A továbbképzésen megjelentek korábban sugárvédelmi oktatáson vettek részt, ezért a fenti ismeretekkel rendelkezniük kell. Mindennek ellenére egy rövid összefoglalásra feltétlenül szükség van.

A1.1 Fizikai alapismeretek

A fizikai alapismeretek oktatásának eredményeként a hallgatóknak képessé kell válniuk az OAH honlapján közzétett 1-5. írásbeli kérdés és az 1. szóbeli kérdés megválaszolására.

Oktatandó témák:

- a) az atomok általános jellemzői, jelölésük (*hívjuk fel a figyelmet a szabályos [tömegszám az elem vegyjele előtt, felső indexben] és az elterjedt [tömegszám az elem vegyjele után kötőjellel] jelölésre is*);
- b) az atomok két fő összetevője: a mag és az elektronfelhő;
- c) az atomok alkotóelemei: a protonok, neutronok és elektronok elektromos töltése, egymáshoz képesti tömege;
- d) az atommagok jellemzői: méretük, összetételük, az atommagon belüli erők: a protonok közti Coulomb-erő, a nukleonok közti magerő (*kiemelendő a magerő rendkívüli nagysága és igen kis hatótávolsága*);
- e) a kémiai elemek magon belüli sajátosságai: a kémiai jelleget meghatározó protonszám mellett lehetséges különböző neutronsámok előfordulása, az izotóp fogalma (*említsük meg az izotóp és a nuklid elnevezéseket, és pontos jelentésüket, de hívjuk fel a figyelmet arra, hogy a gyakorlatban többnyire az „izotóp” szó használata terjedt el*);
- f) az elektronfelhő alkotóelemei („*az elektronok meghatározott pályákon keringenek a mag körül*” kifejezés helyett fogalmazzunk így: „*az elektronok meghatározott energiaszinteken lehetnek*”);
- g) az elemek összekapcsolódása molekulákká.

A1.2 Az atomok stabilitása, radioaktivitás

Az elemek stabilitásának, illetve instabilitásának oktatása eredményeként a hallgatóknak képessé kell válniuk az OAH honlapján közzétett 6., 10., 26-28. írásbeli kérdés és a 2. szóbeli kérdés megválaszolására.

Oktatók témák:

- a) az atomok stabilitásának feltétele, az instabil magok átalakulásának (bomlásának) jellemzői, szabályai;
- b) az exponenciális bomlás törvénye, bomlási állandó, felezési idő *(feltétlenül kerülendő a régebben használatos ún. „biológiai felezési idő” oktatása, hiszen a kiürülés általában nem exponenciális görbe szerint történik)*;
- c) bomlási sorok;
- d) az aktivitásmennyiség fogalma, definíciója, mértékegysége; az aktivitáskoncentráció.

A1.3 Ionizáció, ionizáló sugárzások

Az ionizációval kapcsolatos ismeretek oktatása eredményeként a hallgatóknak képessé kell válniuk az OAH honlapján közzétett 9, 11-15. írásbeli kérdés, valamint a 3. és 4. szóbeli kérdés megválaszolására.

Oktatók témák:

- a) az ionok definíciója, ionizáció a semleges atom egyes eleminek eltávolításával;
- b) az ionizációra képes sugárzások főbb fajtái: alfa-, béta-, gamma-, röntgen- és neutronsugárzás *(hívjuk fel a figyelmet arra, hogy ezeken kívül még sokféle ionizáló sugárzás van)*;
- c) az ionizáló sugárzások kölcsönhatása az anyaggal,
 - a töltött részecskék lassulása, hatótávolsága,
 - a foton-sugárzások exponenciális gyengülése, másodlagos sugárzások keletkezése *(hívjuk fel a figyelmet a gamma- és röntgen-sugárzás azonos jellegére, de különböző keletkezési módjára)*;
 - neutronok kölcsönhatásai az anyaggal (beleértve a maghasadást, a hasadóanyag fogalmát).

A1.4 Természetes és mesterséges források

A sugárforrások oktatásának eredményeként a hallgatóknak képessé kell válniuk az OAH honlapján közzétett 49., 56. és 88. írásbeli, valamint a 7. szóbeli kérdés megválaszolására.

Oktatók témák:

- a) természetes források főbb típusai, kiemelve radon terhelés jelentőségét (*hangsúlyozandó a háttérterhelés nagy hely- és idő szerinti fluktuációja, valamint a radonterhelés csökkentésének a lehetősége például gyakori szellőztetéssel*);
- b) mesterséges források:
 - röntgenberendezések (hangsúlyozandó: kikapcsoláskor a sugárzás azonnal megszűnik),
 - részecskegyorsítók (kiemelve a Magyarországon üzemelő gyorsítókat),
 - radioaktív anyagot tartalmazó zárt források, a zártág definíciója (hívjuk fel a figyelmet a zártág ellenőrzésének fontosságára),
 - radioaktív anyagot tartalmazó nyílt források (hívjuk fel a figyelmet a szervezetbe jutás – belső sugárterhelés – fontosságára), a természetben előforduló radioaktív anyagokat feldolgozó és azokat bedúsító iparágak.

Speciális megjegyzés a továbbképzésekhez:

Ki kell emelni, hogy a radonkoncentrációra érvényes vonatkoztatási szintek az új szabályozásban azonosak a munkahelyekre és a lakóterekre.

A1.5 Dozimetriai ismeretek

A dozimetriai ismeretek oktatása eredményeként a hallgatóknak képessé kell válniuk az OAH honlapján közzétett 16-23. és 41. írásbeli kérdés, valamint az 5. szóbeli kérdés megválaszolására.

Oktatók témák:

- a) az alapvető fizikai dózismennyiség: az elnyelt dózis definíciója, mértékegysége;
- b) a különféle sugárzástípusok eltérő hatásainak figyelembevétele, a sugárzási súlytényezők szerepe: az egyenértékű dózis definíciója, mértékegysége (*hívjuk fel a figyelmet arra, hogy az egyenértékű dózis nem közvetlenül mérhető fizikai mennyiség*);

Bővített fokozatú sugárvédelmi képzéseken és továbbképzéseken oktandó témakörök

- c) az emberi test különféle szöveteinek, szerveinek eltérő sugárérzékenységének figyelembevétele, a szöveti súlytényezők szerepe: az effektív dózis definíciója, mértékegysége (*hívjuk fel a figyelmet arra, hogy az effektív dózis nem közvetlenül mérhető fizikai mennyiség, valamint arra is, hogy az effektív dózis csak kis sugárterhelések, azaz a besugárzásokat követően hosszú idő múlva jelentkező ún. sztochasztikus hatások [ld. A2 fejezet] jellemzésére használható mennyiség*);
- d) dózisteljesítmények (elnyeltdózis-teljesítmény, egyenértékdózis-teljesítmény, effektív dózis-teljesítmény, dózisegyenérték-teljesítmény);
- e) az emberi szervezetbe bekerült források által kiváltott (a szervezetből kiürülésig, illetve az emberi élettartam végéig számolt) lekötött dózis fogalma.

A2 Sugárbiológiai ismeretek

(legalább 2 óra – továbbképzés esetén is)

A2.1 A biológiai hatások kialakulása

A hatások kialakulásának oktatásaként a hallgatónak helyesen kell tudnia megválaszolnia a 34., 44., és 45. írásbeli kérdést, valamint a 8. szóbeli kérdést.

Oktatandó témák:

- a) a fizikai, kémiai, biológiai hatás – sorrendje és idő tartama;
- b) a szabadgyökök szerepe a sejtkárosításban;
- c) a gyakran és a ritkán osztódó sejtek eltérő sugárérzékenysége.

A2.2 Determinisztikus hatások

A determinisztikus hatások oktatásaként a hallgatónak helyesen kell tudnia megválaszolnia a 31., 33., 36., és 40. írásbeli kérdést, valamint a 6. szóbeli kérdés determinisztikus hatásokra vonatkozó részét.

Oktatandó témák:

- a) a determinisztikus hatás értelmezése (*célszerű elmagyarázni magának a „determinisztikus” szónak a jelentését*);
- b) a determinisztikus hatások időbeli lefolyása;
- c) a dózis-hatás görbe alakja;
- d) a küszöbdózis fogalma;
- e) a sugárbetegség tünetei, időbeli lefolyása, küszöbdózisai;

- f) az egész testet érő és a lokális dózisok különbsége *(kiemelendő a bőrt ért sugárterhelés, illetve a bőrön keresztüli inkorporáció veszélye).*

A2.3 Sztochasztikus hatások

A sztochasztikus hatások oktatásaként a hallgatónak helyesen kell tudnia megválaszolnia a 32., 35., 37. és 38. írásbeli kérdést, valamint a 6. szóbeli kérdés sztochasztikus hatásokra vonatkozó részét.

Oktatandó témák:

- a) a sztochasztikus hatás értelmezése *(célszerű elmagyarázni magának a „sztochasztikus” szónak a jelentését) (hangsúlyozandó, hogy nincs sugárzás-specifikus hatás, azaz olyan hatás, ami csak ionizáló sugárzás után léphet fel);*
- b) a sztochasztikus hatások statisztikai felmérése *(epidemiológiai elemzéssel);*
- c) a kis besugárzások és a sztochasztikus hatások megjelenése közti hosszú idő jelentősége;
- d) a lineáris, küszöb nélküli (LNT) dózis-hatás modell *(röviden megemlíthetők a modell alkalmazása melletti és elleni érvek);*
- e) példák a sztochasztikus hatásokra;
- f) a genetikai hatás kérdésessége: *(emberen eddig közvetlen megfigyeléssel nem mutattak ki).*

A2.4 A külső és belső sugárterhelések

A külső és belső sugárterhelések oktatásaként a hallgatónak helyesen kell tudnia megválaszolnia a 39. írásbeli kérdést, valamint a 8. szóbeli kérdés determinisztikus részét.

Oktatandó témák:

- a) a külső és belső sugárterhelés definíciója, *(hangsúlyozandó: a szervezetbe bekerült zárt forrás is okoz belső sugárterhelést, mindaddig, amíg a szervezeten belül van);*
- b) felületi szennyezettség jelentősége;
- c) a sugárforrások beépülésének (inkorporáció) lehetséges útvonalai, a belélegzett, vagy lenyelt anyag felszívódását befolyásoló tényezők, a célszerv definíciója *(néhány példával).*

A3 Általános sugárvédelmi ismeretek, dóziskorlátok, jogszabályi háttér, baleset-elhárítás

(legalább 8 óra, továbbképzésen legalább 3 óra)

A3.1 Általános sugárvédelmi ismeretek, dóziskorlátok

Az általános sugárvédelmi ismeretek oktatása eredményeként a hallgatóknak képessé kell válniuk az OAH honlapján közzétett 46., 50-53., 62-66., 69., 73-74., 76-77. írásbeli kérdés, valamint a 16. és 18. szóbeli kérdés megválaszolására.

Oktatók témák:

- a) a sugárvédelem célja: a determinisztikus hatások elkerülése, a sztochasztikus hatások észszerűen elérhető legkisebb értéken tartása;
- b) a sugárvédelem három alapelve: indoklás, optimalálás, korlátozás. (Az *indoklás esetében hívjuk fel a figyelmet arra, hogy esetenként eltérő lehet, hogy kinek a feladata az indokoltság eldöntése, pl. új atomerőmű építéskor az Országgyűlésé, nem orvosi célú képzéskor az azt elrendelő hatóságé, orvosi besugárzáskor a beutaló és a kezelő orvosé. A korlátozásoknál hangsúlyozni kell, hogy a korlátok a külső és belső forrásoktól eredő terhelések összegére vonatkoznak, belső sugárterhelés esetében az adott évben bekerült izotópoktól eredő lekötött dózis veendő figyelembe.) (Megemlítendő a foglalkozási korlát kivételes emelésének lehetősége, indokolt esetben.) (A lakossági korlátnál ki kell emelni, hogy sem a természetes háttér, sem az orvosi célú expozíciókból eredő terhelések nem tartoznak a korlátozás alá.);*
- c) az egyes létesítményekre vonatkozó lakossági dózismegszorítások és az egyes feladatok elvégzésére, illetve egyes munkavállalókra vonatkozó foglalkozási dózismegszorítások célja, a dózismegszorítások megállapításának kötelező esetei;
- d) a korlátok (és megszorítások) értékeléséhez („megértéséhez”) néhány más jellemző dózis (természetes háttér, küszöbdózisok, félhalálos dózis) ismertetése;
- e) a dóziskorlátok és a dózismegszorítás közti alapvető különbség;

Speciális megjegyzés a továbbképzésekhez:

Feltétlenül ki kell emelni a változások közül:

- a) a nem orvosi célú képzések hangsúlyos megjelenését,
- b) az optimalálás korábbanál pontosabb meghatározását,

Bővített fokozatú sugárvédelmi képzéseken és továbbképzéseken oktatók témakörök

- c) a teljes élettartamra (és a tervezett és veszélyhelyzeti dózisterhelés összegére) vonatkozó 400 mSv effektív dózis-korlát megjelenését,
- d) a foglalkozási dóziskorlátok esetében a 20 mSv/év megjelenését (a korábbi 100 mSv/5 év helyett),
- e) a szemlencsére vonatkozó korlát nagymértékű szigorodását.

A3.2 A munkahelyi sugárvédelem gyakorlati megvalósítása

Az általános sugárvédelmi ismeretek oktatása eredményeként a hallgatóknak képessé kell válniuk az OAH honlapján közzétett 7., 8. és 71. írásbeli kérdés, valamint a 12. és 17. szóbeli kérdés megválaszolására.

Oktató témák:

- a) az engedélyes alapvető felelőssége;
- b) a külső munkavállalók fogalmának meghatározása, a külső munkavállalóknak az adott helyen munkavállalókéval azonos védelmének elve;
- c) a védőeszközök szerepe (a leggyakrabban használt védőeszközök ismertetése, az OAH által közzétett engedélyezett sugárvédelmi védőeszközök listája), kötelező használatuk, rendszeres karbantartásuk, előírás szerinti cseréjük, a CE-minősítés ellenőrzése;
- d) védekezés a külső sugárzások ellen: távolságvédelem (*hangsúlyozandó, hogy az intenzitásnak a távolság négyzetével arányos csökkenése csak pontszerű forrás esetén és árnyékoló közeg alkalmazása nélkül érvényes*), védőfalak alkalmazása, a sugárzási térben tartózkodás idejének limitálása;
- e) védekezés belső sugárterhelés ellen: az elsődleges feladat a szervezetbe kerülés (belégzés, lenyelés, bőrfelületen keresztül történő bejutás) megakadályozása. A nyitott forrásokat felhasználó izotóplaboratóriumok megfelelő felszereltségének fontossága.

A3.3 Jogszabályi háttér

A jogszabályi háttér oktatásának eredményeként a hallgatóknak képessé kell válniuk az OAH honlapján közzétett 47., 48., 68., 72., 75., 78-83., 87., 89. és 90. írásbeli kérdés, valamint a 9-11., 19., 20-22., 24. és 29. szóbeli kérdés megválaszolására.

Oktató témák:

Bővített fokozatú sugárvédelmi képzéseken és továbbképzéseken oktatók témakörök

- a) az atomenergia alkalmazásának rendszerét megalapozó Atomtörvény hatálya, tartalma *(feltétlenül megemlítendő, hogy az indokoltság követelménye már az Atomtörvényben megjelenik)*;
- b) a sugárvédelem alapkövetelményeit leíró EURATOM-irányelv rövid ismertetése:
- az EU-irányelvek hazai jogrendbe történő átültetésének általános kritériumai,
 - az EURATOM sugárvédelmi irányelvéhez képest a magyar sugárvédelmi rendeletben megállapított legfontosabb szigorítások (az egyidejűleg legalább két munkavállaló jelenlétét előíró szabály, a várandós nők sugárveszélyes munkától való teljes eltiltása, az „A” kategóriába sorolt munkavállalókra kötelező foglalkozási dózismegszorítás megállapítása);
- c) a sugárvédelem általános követelményeit megfogalmazó 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet ismertetése:
- a rendelet hatálya,
 - a mentesség fogalma és kritériumai,
 - a felszabadítás fogalma, a bejelentési kötelezettséggel és az engedélyezési eljárással történő felszabadítás lehetősége,
 - a sugárveszélyes munkahelyek sugárvédelmi kategóriákba sorolása a Korm. rendelet szerint, a munkaterületek besorolása *(hangsúlyozandó, hogy az ellenőrzött területek a felügyelt területeken belül alakítandók ki)*,
 - a sugárveszélyes munkakörben dolgozók „A” és „B” kategóriába sorolása *(ki kell hangsúlyozni, hogy a hatósági doziméterek viselése az „A” kategóriába sorolás esetén mindig kötelező, „B” kategóriába soroltaknál csak akkor, ha a Munkahelyi Sugárvédelmi Szabályzat előírja)* *(hangsúlyozandó, hogy a több munkáltatónál sugárveszélyes munkakörben foglalkoztatottak a kategóriába sorolástól függetlenül valamennyi munkahelyen személyi dózismérő viselésére kötelezettek)*,
 - a sugárveszélyes munkahelyen dolgozók jogai és kötelességei *(a kötelességeknél kiemelendő az általános és a helyi sugárvédelmi előírások követése, a védőeszközök kötelező viselése, valamint az intézkedést kívánó események kötelező jelentése)*,

Bővített fokozatú sugárvédelmi képzéseken és továbbképzéseken oktatók témakörök

- a sugárveszélyes munkakörben való foglalkoztatást megelőzően és a foglalkoztatás során időről időre elvégzendő munkaegészségügyi vizsgálatok előírása,
 - a sugárveszélyes munkakörben dolgozók sugárvédelmi képzésének és továbbképzésének rendje, legfontosabb szabályai,
 - az Országos Személyi Dozimetriai szolgálat, a hatósági doziméterek kiosztása, viselése (*kiemelendő, hogy az adott helyen kiosztott doziméter csak ott viselhető*), kiértékelése (*ismertetve, hogy mikor kell rendkívüli kivizsgálást végezni*), az adatok megtekinthetősége,
 - az adott munkahelyekre vonatkozó Sugárvédelmi Leírás és a Munkahelyi Sugárvédelmi Szabályzat (MSSZ) főbb kötelező elemei,
 - a sugárvédelmi megbízottak főbb feladatai (*kiemelendő az adott munkahelyre vonatkozó speciális sugárvédelmi ismeretek oktatása, és frissítő oktatások tartása*),
 - engedélyezési jogkörök: engedélyköteles, illetve bejelentésköteles tevékenységek, az OAH általános hatósági szerepe (engedélyezésben, az ellenőrzésben),
 - a radioaktív hulladékok kezelése az engedélyes telephelyén a hulladék elszállításáig,
 - az engedélyesnél vezetett nyilvántartások: a legfontosabb nyilvántartott adatok köre, a nyilvántartás rendje (a Munkahelyi Sugárvédelmi Szabályzat előírásai).
- d) az egészségügyi ellátások során a páciensek sugárvédelmének, a felelősségi köröknek, valamint a diagnosztikai és terápiás orvosi besugárzások során alkalmazandó minőségbiztosítási követelmények ismertetése a 21/2018. EMMI-rendelet alapján;
- e) az ionizáló sugárzást hasznosító munkahelyen a munkaköri és a szakmai alkalmasság orvosi vizsgálata: *előzetes, időszakos* és – amennyiben- ha indokolt – *sonon kívüli* lehet. Ezekben a munkahelyeken a munkaköri alkalmasság vizsgálata és véleményezése a 33/1998. (VI. 24.) NM rendelet alapján meghatározott esetekben (*ionizáló sugárzással történő expozíció esetén*) záróvizsgálattal egészül ki;
- f) a radioaktív anyagok biztonságos csomagolásának és szállításának követelményeit szabályozó nemzetközi egyezmények (ADR és COTIF), illetve azok kihirdetése magyar jogszabályokkal (*kiemelendő, hogy a szabályozások többféle veszélyes anyagra vonatkoznak, csak a szabályok kis része tartalmazza a sugárvédelmi megkötelezéseket*);

Bővített fokozatú sugárvédelmi képzéseken és továbbképzéseken oktandó témakörök

- g) csomagolás típusok a bennük szállítható radioaktív anyag mennyisége alapján,
- h) a radioaktív anyagok szállítására alkalmas konténerek (*megemlítve, hogy a konténerekkel szemben nem csak sugárvédelmi, hanem például mechanikai, tűzvédelmi, vízbehatolási kritériumok is vannak*),
- i) a csomagoláson feltüntetendő információk (*kiemelendő a szállítási mutatószám (transport index: TI) fogalma*);
- j) a szállításbiztonsági tanácsadó kinevezése és regisztrálása a 25/2014. (IV. 30.) NFM rendelet szerint.

Speciális megjegyzés a továbbképzésekhez:

Feltétlenül ki kell emelni a friss változások közül:

- a) az OAH hatósági szerepének megnövekedését;
- b) a 65 és 100 nap közötti felezési idejű radioaktív hulladék munkahelyi tárolóban történő elhelyezésének a lehetőségét,
- c) a 2018-ban megjelent 21/2018. (VII. 9.) EMMI rendeletet.

A3.4 Baleset-elhárítás

A baleset-elhárításra vonatkozó ismeretek oktatásának eredményeként a hallgatóknak képessé kell válniuk az OAH honlapján közzétett 57-61. és 70. írásbeli kérdés, valamint a 15., 23., 27. és 28. szóbeli kérdés megválaszolására.

Oktatandó témák:

- a) a rendkívüli esemény, a veszélyhelyzet, az üzemzavar és a baleset meghatározása, az egyes kategóriák közötti különbségek;
- b) a sugárbalet meghatározása, a radiológiai baleset és a nukleáris baleset megkülönböztetése;
- c) a rendkívüli események kezelésének rendje (intézkedések, jelentési kötelezettségek) (*kiemelendő az alapvető eljárási szabályok meghatározása a Munkahelyi Sugárvédelmi Szabályzatban*);
- d) a külső, illetve belső sugárterhelés utólagos becslésének lehetőségei (méréssel, számítással, a besugárzási körülmények rekonstruálásával) (*érdemes hangsúlyozni, hogy ha a balesetet ért személy nem viselt hatósági dózismérőt, az még nem jelenti azt, hogy semmit sem tudunk az őt ért sugárzás nagyságáról*);

Bővített fokozatú sugárvédelmi képzéseken és továbbképzéseken oktandó témakörök

- e) a legsürgősebb teendők külső, illetve belső sugárterhelés veszélye esetén *(ez utóbbinál kiemelendő a testfelület szennyezésének sürgős eltávolítása, a dekontamináció)*;
- f) az Országos Sugáregészségügyi Készenléti Szolgálat szerepe a nem nukleáris létesítményekben bekövetkező rendkívüli események kezelésében;
- g) a hazai nukleárisbaleset-elhárítási rendszer áttekintése;
- h) a veszélyhelyzetek elhárításra vonatkozó szabályok, irányadó szintek *(külön hangsúlyozandó, hogy a baleset-elhárításban nem dóziskorlátok, hanem irányadó szintek vannak meghatározva)*;
- i) az engedélyes felelőssége és feladatai veszélyhelyzetben, a külső (lokális, illetve országos) szervezetek feladatai;
- j) a sugársérültek meghatározása, ellátása, a sugársérültek ellátására kijelölt intézmények szerepe *(nem a konkrét intézmények felsorolása oktandó, hanem az a tény, hogy van egy EüM-rendelet, amely tartalmazza az intézmények listáját)*.

Célszerű néhány megtörtént baleset (pl.: radiológiai: Goiania, nukleáris: Csernobil) rövid ismertetése, az egészségügyi hatások áttekintése, tanulságok.

A4 Nukleáris védettség

(legalább 2 óra, továbbképzésen legalább 1 óra)

Általános megjegyzés a továbbképzésekhez:

Ez a témakör a Sugárvédelmi rendelet hatályba lépése előtti oktatásokban még nem szerepelt, ezért a 2016. előtt vizsgázottak továbbképzésekor ugyanolyan részletesen kell oktatni, mint a bővített fokozatú képzésben először résztvevőknek.

A nukleáris védettség oktatásának eredményeként a hallgatóknak képessé kell válniuk az OAH honlapján közzétett 54., 55., 84-86. írásbeli kérdés, valamint a 30. és 31. szóbeli kérdés megválaszolására.

Oktatandó témák:

- a) a 190/2011. Korm. rendelet rövid ismertetése *(kiemelve a témakört övező egyre nagyobb nemzetközi érdeklődést)*: a fizikai védelem fogalma, a fizikai védelmi engedélyek, az engedélyezésben részt vevő legfontosabb hatóságok, a bejelentési kötelezettségek;
- b) a fizikai védelem alapvető feladatai (elrettentés, detektálás, késleltetés, elhárítás), azok értelmezése;

Bővített fokozatú sugárvédelmi képzéseken és továbbképzéseken oktatók témakörök

- c) fizikai védelmi szintek, a fizikai védelmi zónák (ellenőrzött, őrzött, fokozottan őrzött és belső zóna) meghatározása,
- a nukleáris anyagok, radioaktív források és radioaktív hulladékok anyagmennyisége, illetve aktivitása alapján történő kategorizálás,
 - speciális előírások az ionizáló sugárzást létrehozó fix és mobil telepítésű berendezésekre,
 - speciális szállítási feltételek

(a kategorizálási és a speciális előírások létezéséről kell tudniuk, de nem kell tételesen ismerniük az előírásokat).

A5 Gyakorlati mérés technika

(legalább 4 óra, továbbképzésen legalább 2 óra)

A5.1 A mérések végzésének általános elvei

Oktatók témák:

- a) a megfelelő mérési módszerek és műszerek kiválasztása *(fel kell hívni a figyelmet a műszerek karbantartásának és hitelesítésének, kalibrálásának a fontosságára);*
- b) a mérések pontos jegyzőkönyvezése, kiértékelése *(fel kell hívni a figyelmet a hibabecslés fontosságára).*

A5.2 A munkahelyi dozimetria legfontosabb mérőeszközei

A mérőeszközök oktatásának eredményeként a hallgatóknak képessé kell válniuk az OAH honlapján közzétett 25., 29. és 30. írásbeli kérdések megválaszolására.

Oktatók témák:

- a) gázionizációs detektorok (ionizációs kamra, proporcionális számláló, GM-cső) mint dózisteljesítmény-mérők fő tulajdonságai, alkalmazási körük;
- b) a felületi szennyezettség mérése végeblakos detektorokkal.

A5.3 A külső sugárterhelés személyi dozimetriája

A külső sugárterhelés dozimetriája oktatásának eredményeként a hallgatóknak képessé kell válniuk az OAH honlapján közzétett 13. szóbeli kérdés megválaszolására.

Oktatók témák:

Bővített fokozatú sugárvédelmi képzéseken és továbbképzéseken oktandó témakörök

- a) a termolumineszcens dózismérők működési elve, a doziméterek újrahasznosíthatósága;
- b) az Országos Személyi Dozimetriai Szolgálat által biztosított hatósági doziméterek viselése, kiértékelése és nyilvántartása;
- c) speciális igényeket kielégítő egyéb doziméterek (pl. béta-, vagy neutronsugárzás detektálására), a dozimetriai méréseket végző laboratórium akkreditációjának szükségessége;
- d) utólagos dózisbecslések lehetősége fantomokon végzett mérésekkel, modellszámításokkal.

Megjegyzés a továbbképzésekhez:

Mivel gyakran felmerül kérdésként, érdemes megjegyezni, hogy a korábban alkalmazott filmdozimétereket már nem használjuk.

A5.4 A belső sugárterhelés személyi dozimetriája

A belső sugárterhelés dozimetriája oktatásának eredményeként a hallgatóknak képessé kell válniuk az OAH honlapján közzétett 14. szóbeli kérdés megválaszolására.

Oktatandó témák:

- a) közvetlen mérés egészsztesztzámlálóval;
- b) közvetett mérések vizelet, széklet, vagy kilégzett levegő mérésével;
- c) utólagos dózisbecslések fantomokon végzett mérésekkel, modellszámításokkal.

A5.5 Konkrét mérések

Ebben a témakörben a hallgatóknak lehetőséget kell adni arra, hogy sugárvédelmi célú kézi műszer(ek)en maguk is méréseket végezhesenek. Célszerű mentességi szint alatti aktivitású zárt sugárforrást alkalmazni a gyakorlathoz.

A6 Irodalom

Olyan szakirodalom, amely az egész sugárvédelem mai megalapozását és rendszerét naprakészen ismerteti, jelenleg magyar nyelven nem érhető el.

A bővített sugárvédelmi képzésekhez feltétlenül szükséges, *de nem elégséges* ismeretek áttekintésére, bevezetésként ajánlható az alapfokozatú képzéshez készített jegyzet, amely az OAH útmutatói között tekinthető meg [A1].

A korábban megjelent könyvek: a Köteles György által szerkesztett „Sugáregészségtan” [A2] valamint a Fehér István és Deme Sándor szerkesztette „Sugárvédelem” [A3] mindegyike az Európai Unió legújabb sugárvédelmi irányelveinek [A4] és az ezeken alapuló hatályos magyar jogszabályoknak a megjelenése előtt készült. Így ezek a könyvek – bár zömében helyes ismereteket tartalmaznak – számos ponton nem felelnek meg a mai követelményeknek, a kizárólag ezekre alapozott felkészülés téves helyzetértékelésekhez vezethet.

Az atomenergia felhasználásával kapcsolatos általános elveket az 1996. évi CXVI. törvény [A5] (amelyre gyakran Atomtörvényként hivatkoznak) tartalmazza.

A sugárvédelem alapvető szabályait a 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről [A6] ismerteti.

A fizikai alapelvek esetében a legkönnyebb a helyzet, lényegében bármely felsőfokú fizikakönyv megfelel, de az atomfizikai alapokhoz a fenti két, sugárvédelemmel kapcsolatos könyv [A2, A3] is korrekt információkat ad. A dózismennyiségek definícióját azonban semmiképpen nem szabad a két sugárvédelmi könyvből átvenni, a ma érvényes pontos meghatározásokat a Sugárvédelmi rendelet [A6] tartalmazza. A definíciók pontos megértését segítheti az Európai Unió irányelve [A4], valamint – angol nyelven – a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség szótára (Safety Glossary), amelyet folyamatosan karbantartanak [A12].

A sugárbiológiai hatásokról jó összefoglalást ad a Köteles György szerkesztette „Sugáregészségtan” könyv [A2]. Frissebb, de csak elektronikus formában érhető el a Pesznyák Csilla és Sáfrány Géza által szerkesztett „Sugárbiológia” című tankönyv [A18]. A legújabb fejleményekről az UNSCEAR (United States Scientific Committee on Atomic Radiations) szervezet rendszeresen frissülő – angol nyelvű – jelentéseiből értesülhetnek az oktatók [A9].

Bővített fokozatú sugárvédelmi képzéseken és továbbképzéseken oktatók témakörök

A sugárvédelem alapelvei közül az indokolás alapelve megjelenik már az Atomtörvényben [A5], az optimalás és a korlátozás részletes szabályait pedig a Sugárvédelmi rendelet [A6] tartalmazza.

A védekezés módszereit kellő mélységben ismerteti a Fehér István és Deme Sándor szerkesztésében megjelent [A3] könyv.

A dózisek méréséhez (5. fejezet) a Fehér István és Deme Sándor által szerkesztett könyv ajánlható [A3].

A nukleárisbaleset-elhárítás rendszerének jó összefoglalását adja az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság honlapja [A13], a rendszer felépítése és működése a vonatkozó kormányrendeletből [A14] ismerhető meg.

A balesetek során elszennyeződött személyek sugármentesítéséről Turai István állított össze útmutatót [A19].

A fizikai védelem és a védettség részletesebb megismeréséhez a 190/2011. Korm.rendelet [A10] tanulmányozása ajánlható.

A sugárvédelem jogi szabályozásával és a hatósági engedélyezéssel kapcsolatos előírásokat, valamint a munkahelyi előírásokkal és a sugárvédelmi oktatással kapcsolatos követelményeket az Atomtörvény, a Sugárvédelmi rendelet és a 33/1998. NM-rendelet [A5, A6, A8] tartalmazzák. Az orvosi vizsgálatok során a nem munkaköri kötelezettségük keretében sugárveszélynek kitett személyek sugárvédelmével a 21/2018. EMMI-rendelet [A7] foglalkozik.

Általánosságban hívjuk fel a részletek iránt érdeklődők figyelmét az Országos Atomenergia Hivatal útmutatóira, amelyek a hivatal honlapján találhatóak [A11].

A változások naprakész követéséhez ajánlható az ICRP, a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (IAEA) és az OECD Nukleáris Energia Ügynökség – angol nyelvű – kiadványainak folyamatos követése, elsősorban honlapjaik [A15, A16, A17] figyelésével.

Tételes irodalomjegyzék:

[A1] a www.oah.hu honlapon (megjelenés alatt).

[A2] Sugáregészségtan (Szerk.: Köteles György), Medicina Könyvkiadó Rt., 2002.

[A3] Sugárvédelem (Szerk.: Fehér István és Deme Sándor), ELFT Eötvös Kiadó, 2010.

Bővített fokozatú sugárvédelmi képzéseken és továbbképzéseken oktatók témakörök

[A4] A Tanács 2013/59/Euratom irányelve (2013. december 5.) az ionizáló sugárzás miatti sugárterhelésből származó veszélyekkel szembeni védelmet szolgáló alapvető biztonsági előírások megállapításáról, valamint a 89/618/Euratom, a 90/641/Euratom, a 96/29/Euratom, a 97/43/Euratom és a 2003/122/Euratom irányelv hatályaon kívül helyezéséről.

[A5] Az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény.

[A6] 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről.

[A7] 21/2018. (VII. 9.) EMMI rendelet az egészségügyi szolgáltatások nyújtása során ionizáló sugárzásnak nem munkaköri kötelezettségük keretében kitett személyek egészsége védelmének szabályairól.

[A8] 33/1998. (VI. 24.) NM rendelet a munkaköri, szakmai, illetve személyi higiénés alkalmasság orvosi vizsgálatáról és véleményezéséről.

[A9] www.unscear.com.

[A10] 190/2011. (IX. 19.) Korm. rendelet az atomenergia alkalmazása körében a fizikai védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről.

[A11] <http://www.oah.hu>.

[A12] az IAEA Safety Glossary 2016. évi kiadása letölthető:

<https://www-ns.iaea.org/downloads/standards/glossary/iaea-safety-glossary-draft-2016.pdf>.

[A13] <http://www.katasztrofavedelem.hu>.

[A14] 167/2010. (V. 11.) Korm. rendelet az országos nukleárisbaleset-elhárítási rendszerről.

[A15] www.icrp.org.

[A16] www.iaea.org.

[A17] www.oecd-nea.org.

[A18] Sugárbiológia. Elektronikus tankönyv (szerk.: Pesznyák Csilla és Sáfrány Géza), 2013. A javított változat (2016) letölthető a <http://www.osski.hu/kiadvanyok/kiadvanyok.html> honlapról.

[A19] Radioaktív anyagokkal szennyeződött személyek sugármentesítése (dekontaminálása és dekorporációja) (Szerk.: Turai István). OSSKI, 2006. Módszertani Útmutató. Letölthető a <http://www.osski.hu/kiadvanyok/kiadvanyok.html> honlapról.

B. Szakirányú bővített sugárvédelmi ismeretek

(legalább 8 óra, továbbképzésen legalább 4 óra)

Ebben a részben azokat az ismereteket adjuk meg, amelyeket a bővített fokozatú sugárvédelmi képzésen oktatni kell.

B1 Egészségügyi alkalmazások

Az egészségügyi alkalmazások ismertetésének eredményeként a hallgatóknak képessé kell válniuk az OAH honlapján közzétett E1, E8 és E12 írásbeli kérdés, valamint a 36-38. szóbeli kérdés megválaszolására.

Oktató témák:

- a) a páciensek, a személyzet és segítők együttes sugárvédelme, személyi és tárgyi feltételek;
- b) a páciensek közelében tartózkodó személyek sugárterhelésének besorolása a lakossági sugárterhelés kategóriába;
- c) a páciensek és a személyzet besugárzás alatti kapcsolatának szükségessége;
- d) az indokolás és az optimalás speciális feltételei;
- e) a korlátozás nem alkalmazhatósága;
- f) a sugárvédelmi megbízott (illetve a sugárvédelmi szervezet) legfontosabb feladatai).

B1.1 Képkalkulációs eljárások

A képkalkulációs eljárások ismertetésének eredményeként a hallgatóknak képessé kell válniuk az OAH honlapján közzétett E2, E3, E5-E7 és E9-E11 írásbeli kérdés, valamint a 33., 34. és a 39. szakirányú szóbeli kérdés megválaszolására.

Oktató témák:

- a) az optimalás értelmezése a képkalkulációs eljárásoknál;
- b) a hagyományos röntgenvizsgálatok sugárvédelmi szempontjai;
- c) röntgenberendezések gerjesztési paraméterei, azok hatása a dózisra;
- d) a röntgenberendezés és páciens helyének meghatározása a röntgenhelyiségben;
- e) a munkaterületek besorolása röntgenosztályokon;
- f) a fogászati röntgenvizsgálatok (intraorális, panoráma, CBCT), a hozzájuk tartozó jellemző páciensdózisok és a páciens védelmének módja;

Bővített fokozatú sugárvédelmi képzéseken és továbbképzéseken oktatók témakörök

- g) a CT-eljárások és dózisaik (*hangsúlyozandó a fellépő páciensdózisok nagysága – összevetés az indokoltsággal*);
- h) az újonnan megjelent eljárások (pl. SPECT/CT, PET-CT) működési elvei, sugárvédelmi szempontok;
- i) sugárvédelem az intervenciós radiológiai beavatkozásoknál, a személyzet és a páciens védelme.

B1.2 Terápiás célú besugárzások

A terápiás eljárások ismertetésének eredményeként a hallgatóknak képessé kell válniuk az OAH honlapján közzétett E13 írásbeli kérdés, valamint a 32. és 35. szakirányú szóbeli kérdés megválaszolására.

Oktatók témák:

- a) a terápiás célra használt besugárzások: röntgenberendezések, kobaltágyú, gamma-kés, gyorsítók, brachyterápia, afterloading terápia;
- b) a személyzet védelme;
- c) a páciensek ép szerveinek, szöveteinek védelme.

B1.3 Nukleáris medicina

A nukleáris medicina eljárásai ismertetésének eredményeként a hallgatóknak képessé kell válniuk az OAH honlapján közzétett E4, E14 és E15 írásbeli kérdés, valamint a 40. és a 41. szakirányú szóbeli kérdés megválaszolására.

Oktatók témák:

- a) a nyitott radioaktív anyagok elleni védelem alapjai;
- b) a diagnosztikai és/vagy terápiás céllal leggyakrabban használt radioaktív anyagok, előállításuk, radiofarmakonok (*kiemelve a rövid felezési idő és a gyors kiürülés fontosságát*);
- c) a páciensek nukleáris medicinával foglalkozó intézményből történő elbocsátásának feltételei;
- d) a nyitott radioaktív anyagokat használó orvosi izotóplaboratóriumokra vonatkozó követelmények (laboratóriumi védőeszközök, személyi védőeszközök, hulladéktárolás);
- e) teendők egy felület vagy testfelület elszennyeződése esetén (*kontamináció-dekontamináció, dekontaminálókészlet, a dekontaminációs folyamat lépései*), (*kihangsúlyozandó/hangsúlyozandó: traumás sérült sugármentesítésének lépései*)

B1.4 Kiegészítő irodalom

Az egészségügyi alkalmazások témakörhöz elsősorban az általános részben hivatkozott Sugáregészségtan könyv [A2] ajánlható, a páciensek sugárvédelméről 2018-ban jelent meg rendelet [A7].

A sugárbiológiáról elektronikus könyv jelet meg [B1.1].

Kifejezetten orvos-fizikusok számára ajánlható Sureka és Armpilia kitűnő összefoglaló könyve [B1.6].

A szennyezett személyek sugármentesítéséről [B1.2] és a munkavédelmi szabályzatokról [B1.3] a Nemzeti Népegészségügyi Központ Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Főosztályának honlapján olvashatók módszertani útmutatók.

Az orvosi és állatorvosi munkahelyeken [B1.4] és a nyitott radioaktív anyagok felhasználásakor [B1.5] alkalmazandó sugárvédelemről 2017-ben jelent meg két új szabvány.

Tételes irodalomjegyzék:

[B1.1] Sugárbiológia. Elektronikus tankönyv (szerk.: Pesznyák Csilla és Sáfrány Géza), 2013. A javított változat (2016) letölthető a <http://www.osski.hu/kiadvanyok/kiadvanyok.html> honlapról.

[B1.2] Radioaktív anyagokkal szennyeződött személyek sugármentesítése (dekontaminálása és dekorporációja) (Szerk.: Turai István). OSSKI, 2006. Módszertani Útmutató. Letölthető a <http://www.osski.hu/kiadvanyok/kiadvanyok.html> honlapról.

[B1.3] Ballay László: Izotópos munkavédelmi szabályzat. A helyes munkavégzés gyakorlata nyitott radioaktív készítményeket alkalmazó munkahelyeken. OSSKI, 2011. Módszertani Útmutató. Letölthető a <http://www.osski.hu/kiadvanyok/kiadvanyok.html> honlapról.

[B1.4] MSZ 824:2017: Sugárzás elleni védelem orvosi és állatorvosi röntgenmunkahelyeken.

[B1.5] MSZ 62-7:2017: Az ionizáló sugárzás elleni védelem, 7. rész: Sugárvédelem nyitott radioaktív anyagok alkalmazásakor.

[B1.6] C. S. Sureka and C. Armpilia: Radiation Biology for Medical Physicists, CRC Press, 2017.

B2 Nem nukleáris ipari alkalmazások

B2.1 A természetben előforduló radioaktív anyagok az iparban

A természetes radioaktív anyagok jelentősége ismertetésének eredményeként a hallgatóknak képessé kell válniuk az OAH honlapján közzétett I3 és I5 írásbeli kérdés, valamint részben a 40. szakirányú szóbeli kérdés megválaszolására.

Oktató témák:

- a) a természetben előforduló radioaktív anyagok (NORM) az építőanyagokban (hangsúlyozandó: az építőanyagok által kibocsátott gamma-sugárzásra vonatkozó aktivitáskoncentráció-index);
- b) a természetben előforduló radioaktív anyagok feldúsított megjelenése egyes ipari termékekben (pl. műtrágyák).

B2.2 Ipari radiográfia

Az ipari röntgenberendezések ismertetésének eredményeként a hallgatóknak képessé kell válniuk az OAH honlapján közzétett I1, I6-I8, I11, I12, I14 és I15 írásbeli kérdés, valamint a 32., 34-39. és 41. szakirányú szóbeli kérdés megválaszolására.

Oktató témák:

- a) csomagvizsgáló röntgenberendezések (*kiemelve a legkisebb foglalkozási sugárterhelést okozó csomagvizsgálókat*) (*fontos felhívni a figyelmet arra, hogy a csomagvizsgáló röntgenberendezések a vizsgált tárgyat nem tudják felaktiválni*), a legfontosabb védőeszköz: ólomgumifüggöny (*kiemelve a szalagok épségének fontosságát*);
- b) az átvilágító kabinok felépítése, sugárvédelmi kritériumok;
- c) biztonságtechnikai röntgenberendezések (*kiemelve a személyek átvilágításának indokoltsági kérdéseit*);
- d) röntgen spektrométerek, röntgensövet tartalmazó mérő és szabályozó kutató- és ipari berendezések általános sugárvédelmi előírásai;
- e) zárt sugárforrások, zárt sugárforrásokat tartalmazó berendezések:
 - a forrás zártságának definíciója, rendszeres ellenőrzése: zártságvizsgálat, jogosultság a zártság vizsgálatára,
 - a sugárforrások tárolása, a sugárforrástartókkal (munkatartók) szemben támasztott követelmények, sugárvédelmi kritériumok (*kiemelve a shutter-re vonatkozó előírásokat*),

Bővített fokozatú sugárvédelmi képzéseken és továbbképzéseken oktatandó témakörök

- a leggyakoribb alkalmazások (vastagságmérés, sűrűségmérés, szintjelzés, anyagösszetétel-meghatározás),
 - a leggyakrabban használt zárt sugárforrások (izotópok);
- f) az ipari radiográfiában dolgozók sugárvédelmének feltételei, a sugárvédelmi képzettséggel kapcsolatos követelmények, a személyi dozimetriai ellenőrzés;
- g) a sugárvédelmi megbízott hatásköre és feladatai, a Munkahelyi Sugárvédelmi Szabályzat jelentősége;
- h) az ipari radiográfiai munkahelyek sugárvédelméről szóló MSZ 836:2017 szabvány áttekintése.

B2.3 Külső területen végzett munka

A külső területen végzett munka feltételeinek ismertetése eredményeként a hallgatóknak képessé kell válniuk az OAH honlapján közzétett I2 írásbeli kérdés, valamint részben a 40., szakirányú szóbeli kérdés megválaszolására.

Oktatandó témák:

- a) a vizsgálatot végzők és a lakosság sugárvédelmének párhuzamos biztosítása:
- a munkaterület kijelölése és elkerítése,
 - a munkaterület jelölése, biztosítása és őrzése, az alkalmi radiológussegítő feladata.

B2.4 Csomagolás és szállítás

A csomagolás és szállítás feltételeinek ismertetése eredményeként a hallgatóknak képessé kell válniuk az OAH honlapján közzétett I10 és I13 írásbeli kérdés megválaszolására.

Oktatandó témák:

- a) a radioaktív anyagok biztonságos csomagolásának és szállításának követelményeit szabályozó nemzetközi egyezmények (ADR és COTIF) sugárvédelmi vonatkozású *(főként a dózisteljesítmény-korlátok)* előírásainak ismertetése;
- b) csomagolástípusok felsorolása a bennük szállítható radioaktív anyag mennyisége alapján (engedményes csomagolás, ipari csomagolás, A, B és C típusú csomagolás),

Bővített fokozatú sugárvédelmi képzéseken és továbbképzéseken oktatók témakörök

- a radioaktív anyagok szállítására alkalmas konténerek megfelelőségének igazolása, az engedélyezés, az engedélyek érvényessége,
 - a csomagoláson feltüntetendő információk felsorolása,
- c) az „A” és „B” típusú küldeménydarabok;
- d) a szállító járművekre vonatkozó követelmények, a veszélyhelyzetben követendő lépések *(külön kiemelve az értesítési rendet)*;
- e) a szállítási biztonsági tanácsadó szerepe a közúti, vasúti és vízi szállításokkal foglalkozó vállalkozásoknál, a szállítási sugárvédelmi program beépítése az MSSZ-be.

B2.5 Nyitott radioaktív anyagok alkalmazása

A nyitott radioaktív anyagokkal végzett munka feltételeinek ismertetése eredményeként a hallgatónak képessé kell válniuk az OAH honlapján közzétett I4 és I9 írásbeli kérdés, valamint a 38. és részben a 40., szakirányú szóbeli kérdés megválaszolására.

Oktatók témák:

- a) a nyitott radioaktív készítmény alkalmazása kizárólag izotóplaboratóriumban történhet;
- b) a laboratórium kialakításakor és üzemeltetésekor betartandó szabályok, felszerelési követelmények *(külön kiemelendők: védőeszközök)* az MSZ 62-7:2017 szabvány szerint;
- c) az izotóplaboratóriumok osztályozása, sugárvédelmi követelmények;
- d) a környezeti szennyezés és az inkorporáció veszélye, a szennyezettség mérése;
- e) a szennyezettség esetén alkalmazandó eljárások (dekontamináció), a laboratóriumok dekontaminálókészlete;
- f) inkorporáció esetén követendő mérési és a dekontamináció gyanúja esetén követendő eljárás (értesítési kötelezettségek).

B2.6 Kiegészítő irodalom

Az ipari radiográfiai munkahelyeken alkalmazandó sugárvédelem részleteiről külön szabvány készült [B2.1].

Az izotóplaboratóriumok kialakításakor és üzemeltetésekor az MSZ 62-7:2017 szabvány [B2.2] előírásait kell betartani.

A telepített izotópos berendezések ellenőrzéséről módszertani útmutató [B2.3] található az OSSKI honlapján.

A veszélyes áruk – és ezen belül a sugárveszélyes áruk – közúti, vasúti, belvízi, tengeri és légi szállításáról számos nemzetközi egyezmény született. Ezeket az egyezményeket és módosításait, valamint a mellékleteiket Magyarországon törvénnyel, illetve rendelettel hirdetik ki. Itt a hazai szállítások szempontjából legfontosabb közúti és vasúti fuvarozásra vonatkozó egyezményeket emeljük ki [B2.4-B2.11]. A radioaktív anyagok szállításának általános szabályait a [B2.12], a szállítási biztonsági tanácsadó megbízását a [B2.13] írja elő.

Tételes irodalomjegyzék:

[B2.1] MSZ 836:2017: Sugárzás elleni védelem röntgenberendezést és/vagy gamma-sugárforrást alkalmazó ipari radiográfiai munkahelyeken.

[B2.2] MSZ 62-7:2017: Az ionizáló sugárzás elleni védelem, 7. rész: Sugárvédelem nyitott radioaktív anyagok alkalmazásakor.

[B2.3] Turák Olivér, Ballay László és Turai István: Telepített ipari izotópos berendezések sugárvédelmi ellenőrzése. OSSKI, 2010. Módszertani Útmutató. Letölthető a <http://www.osski.hu/kiadvanyok/kiadvanyok.html> honlapról.

[B2.4] 1979. évi 19. törvényerejű rendelet a Veszélyes Áruk Nemzetközi Közúti Szállításáról szóló Európai Megállapodás kihirdetéséről.

[B2.5] 2015. évi LXXXIX. törvény a Veszélyes Áruk Nemzetközi Közúti Szállításáról szóló Európai Megállapodás (ADR) „A” és „B” Melléklete szövegének kihirdetéséről, valamint a belföldi alkalmazásának egyes kérdéseiről.

[B2.6] 178/2017. (VII. 5.) Korm. rendelet a Veszélyes Áruk Nemzetközi Közúti Szállításáról szóló Európai Megállapodás (ADR) „A” és „B” Melléklete szövegének kihirdetéséről, valamint a belföldi alkalmazásának egyes kérdéseiről.

[B2.7] 1986. évi 2. törvényerejű rendelet a Bernben az 1980. évi május hó 9. napján kelt Nemzetközi Vasúti Fuvarozási Egyezmény (COTIF) kihirdetéséről.

[B2.8] 4/1987. (V. 13.) KM rendelet a Nemzetközi Vasúti Árufuvarozási Egyezményre vonatkozó Egységes Szabályok (CIM) mellékleteinek kihirdetéséről.

[B2.9] 2006. évi LXXVII. törvény a Bernben, 1980. május 9-én kelt, Nemzetközi Vasúti Fuvarozási Egyezmény (COTIF) módosításáról Vilniusban elfogadott,

1999. június 3-án kelt Jegyzőkönyv kihirdetéséről.

[B2.10] 2011. évi LXXX. törvény a Bernben, 1980. május 9-én kelt, Nemzetközi Vasúti Fuvarozási Egyezmény (COTIF) módosításáról Vilniusban elfogadott, 1999. június 3-án kelt Jegyzőkönyv C Függeléke 2011. évi módosításokkal és kiegészítésekkel egységes szerkezetbe foglalt szövegének kihirdetéséről.

[B2.11] 179/2017. (VII. 5.) Korm. rendelet a Nemzetközi Vasúti Fuvarozási Egyezmény (COTIF) módosításáról Vilniusban elfogadott, 1999. június 3-án kelt Jegyzőkönyv C Függeléke Mellékletének kihirdetéséről, valamint a belföldi alkalmazásának egyes kérdéseiről.

[B2.12] Az 51/2013. (IX. 6.) NFM rendelet a radioaktív anyagok szállításáról, fuvarozásáról és csomagolásáról.

[B2.13] A 25/2014. (IV.30) NFM rendelet a veszélyes áru szállítási biztonsági tanácsadóról.

B3 Radioaktív hulladék-tárolók üzemeltetése

B3.1 A radioaktív hulladék fogalma, az elhelyezés elvei

A fogalmak oktatásának eredményeként a hallgatóknak képessé kell válniuk az OAH honlapján közzétett H3, H11, H14 írásbeli kérdés, valamint a 29. és 35. szakirányú szóbeli kérdés megválaszolására.

Oktató témák:

- a) a 2016-ban készített *Magyarország nemzeti programja a kiegészített üzemanyag és a radioaktív hulladék kezelésére* című nemzeti program (megjegyzendő, hogy a program egésze ma is érvényes, de a dokumentum néhány megállapítását felülírta az azóta megjelent Sugárvédelmi kormányrendelet);
- b) a radioaktív hulladék meghatározása (kiemelve, hogy a kiegészített fűtőelem miatt nem feltétlenül hulladék) (kiemelve, hogy Magyarországon a kiegészített fűtőelemek végleges sorsáról még nincs döntés);
- c) a radioaktív hulladékokkal kapcsolatos fogalmak és az osztályozás fontos dokumentuma az MSZ 14344-1:2004, azonban fontos felhívni a figyelmet arra, hogy a szabvány néhány ajánlását felülírta az időközben megjelent Sugárvédelmi rendelet;
- d) radioaktív hulladékok keletkezési helyei: orvosi és ipari laboratóriumok, munkahelyek, atomreaktorok (kiemelve a Paksi Atomerőmű egyes blokkjainak leszerelésekor várható hulladékokat);

Bővített fokozatú sugárvédelmi képéseken és továbbképzéseken oktatók témakörök

- e) az átmeneti tárolás fogalma, átmeneti tárolás a keletkezés helyén, a telephelyen véglegesen el nem helyezhető hulladékok átmeneti tárolása a Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tárolóban;
- f) a radioaktív hulladékok biztonságos elhelyezéséről és a kiégett fűtőelemek biztonságos elhelyezéséről szóló nemzetközi egyezmény, amelyet Magyarországon törvény hirdetett ki;
- g) a radioaktív hulladékok átmeneti tárolását vagy végleges elhelyezését biztosító tárolólétesítmények biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről szóló kormányrendelet ismertetése;
- h) a „tömörítés és tárolás” elve (*szembe állítva a más hulladékoknál szokásos „hígítás és szétszórás” gyakorlattal*);
- i) a gátak rendszere: elsődleges: csomagolóanyag, másodlagos: a tárolólétesítmény elemei (falak), harmadlagos: megfelelő geológiai környezet;
- j) a tárolók két fő csoportja: felszínközeli, illetve mély-geológiai elhelyezés;
- k) a tároló életciklusának elemei: létesítés, üzemeltetés, lezárás, intézményes ellenőrzés;
- l) a hulladékok biztonságos elhelyezésére, a kiégett fűtőelemek átmeneti tárolására, a nukleáris létesítmények majdani lebontására és a nukleáris fűtőelemek végleges sorsának kezelésére létrehozott szervezet: a Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft. (RHK Kft.) (*megemlítve a Központi Nukleáris Pénzügyi Alap szerepét*).

B3.2 A radioaktív hulladékok osztályozása

A radioaktív hulladékok osztályozása ismertetésének eredményeként a hallgatóknak képessé kell válniuk az OAH honlapján közzétett H6-H8 és H13 írásbeli kérdés, valamint a 30. szakirányú szóbeli kérdés megválaszolására.

Oktatók témák:

- a) alapvető osztályozás: nagyon kis, kis, közepes, és nagy aktivitású hulladékok (*kiemelendő, hogy – az elnevezéssel ellentétben – az osztályozás nem kizárólag (és nem elsődlegesen) az aktivitás szerint történik*);
- b) az elsődleges osztályozási szempont: a hőfejlődés;
- c) a felezési idő szerinti osztályozás (rövid és hosszú élettartamú hulladékok);
- d) a mentességi szint mint viszonyítási alap a kis- és közepes aktivitású hulladékok osztályozásakor;

e) halmazállapot szerinti osztályozás.

B3.3 A radioaktív hulladékok kezelése, kondicionálása, csomagolása, átvételi kritériumok

A témakör ismertetésének eredményeként a hallgatóknak képessé kell válniuk az OAH honlapján közzétett 31-34., 39. és 40. szakirányú szóbeli kérdés megválaszolására.

Oktatandó témák:

- a) gyűjtés, válogatás, osztályozás, csomagolás, ideiglenes tárolás (*kiemelendő a helyszíni tárolás kötelezettsége, illetve lehetősége – a felezési idő függvényében*);
- b) hulladékkezelési módszerek: térfogatcsökkentés (például tömörítéssel), kondicionálás (ide tartozik: a szilárd formára alakítás, például cementbe/bitumenbe ágyazással, üvegesítéssel (vitrifikáció));
- c) a radioaktív hulladék-csomagokkal szemben támasztott követelmények (kiemelve, hogy a csomagolásnak a hő- és kémiai hatásokkal szemben is ellenállónak kell lennie);
- d) a csomagolások szállításhoz szükséges mechanikai stabilitása, a csomag esetleges sérülésének korai észlelhetősége;
- e) a csomagok nyilvántartása, egyedi azonosíthatósága, a megfelelő szállítási útvonalak kijelölése;
- f) átvételi kritériumok (annak garantálása, hogy minden radioaktív hulladék a megfelelő helyen és módon legyen elhelyezve);
- g) speciális átvételi kritériumok folyékony anyagokat, illetve port, hamut tartalmazó csomagokra (annak kiemelésével, hogy porok esetében a szemcsemérettől is függenek);
- h) a radioaktivitás mellett egyéb szempontból is veszélyes anyagok csomagolása az ADR nemzetközi közúti szállítási egyezmény előírásai szerint;
- i) a visszanyerhetőség feltételei.

B3.4 A radioaktív hulladékok tárolására szolgáló létesítmények sugárvédelme

A témakör ismertetésének eredményeként a hallgatóknak képessé kell válniuk az OAH honlapján közzétett 37., 38. és 41. szakirányú szóbeli kérdés megválaszolására.

Oktatandó témák:

- a) a lakosság sugárvédelme:
- rövid távon: a lakossági dózismegszorítás betartása, optimalás a lakossági sugárterhelésre;
 - hosszú távon: a tároló megközelítésének meggátolása, az információ átadása rendkívül hosszú időn át (*megemlítendő, hogy a felezési idők sok izotóp esetében lényegesen meghaladják az emberiség egész történetének eddigi idejét*);
- b) a dolgozók sugárvédelme: optimalás, a korlátok (és a dózismegszorítások – ha vannak) alkalmazása, a védőeszközök alkalmazása, a sugárszennyezettség ellenőrzése, az esetleges szennyezettség eltávolításának módszerei.

B3.5 Magyarországi létesítmények

A létesítmények ismertetésének eredményeként a hallgatóknak képessé kell válniuk az OAH honlapján közzétett H1, H2, H4, H5, H9, H10, H12 és H15 írásbeli kérdés, valamint a 36. szakirányú szóbeli kérdés megválaszolására.

Oktatók témák:

- a) a nem a Paksi Atomerőműben keletkezett/keletkező kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékok elhelyezése a Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tárolóban, a tároló főbb tulajdonságai;
- b) a Paksi Atomerőműben keletkezett/keletkező kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékok elhelyezése a Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tárolóban, a tároló főbb tulajdonságai;
- c) a Kiegészített Kazetták Átmeneti tárolója (*kiemelendő, hogy a tároló alkalmas lesz a most tervezett két új blokk kiegészített fűtőelemeinek ideiglenes tárolására is*).

B3.6 Kiegészítő irodalom

A radioaktív hulladékokkal kapcsolatos meghatározások külön szabványban [B3.1] találhatóak meg (bár a szabvány több ajánlását felülírta az időközben megjelent *Sugárvédelmi kormányrendelet*).

A tárolókkal kapcsolatos biztonsági követelményekről kormányrendelet jelent meg [B3.6].

A radioaktív, azon belül is elsősorban az atomreaktorokban keletkező radioaktív hulladékok kezeléséről sok kitűnő és szellemes rajzzal illusztrált érvelés olvasható Björn Wahlström népszerűsítő könyvében [B3.2].

A kiégett fűtőelemek kezelésének biztonságáról és a radioaktív hulladékok kezelésének biztonságáról a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség égisze alatt több ország (köztük hazánk) egyezményt hozott létre. Az egyezményt Magyarországon törvénnyel hirdették ki [B3.4]. Az egyezmény részes országai háromévente jelentést készítenek, a magyar jelentések az Országos Atomenergia Hivatal honlapján [B3.5] olvashatók.

A magyarországi létesítményekről sok hasznos információ található az üzemeltetésükért felelős Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft. honlapján [B3.4].

Tételes irodalomjegyzék:

[B3.1] MSZ 14344:2004: Radioaktív hulladékok. Fogalommeghatározások és osztályozás.

[B3.2] B. Wahlström: A mag és az alma héja. Paksi Atomerőmű Rt. 1999.

[B3.3] A 2001. évi LXXVI. törvény a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség keretében a kiégett fűtőelemek kezelésének biztonságáról és a radioaktív hulladékok kezelésének biztonságáról létrehozott közös egyezmény kihirdetéséről.

[B3.4]

http://www.oah.hu/web/v3/OAHPortal.nsf/web?openagent&menu=05&submenu=5_3

[B3.5] <http://www.rhk.hu/letesitmenyeink/>.

[B3.6] 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.

B4 Nukleáris létesítmények üzemeltetése

B4.1 Fogalmak, meghatározások

A fogalmak és meghatározások oktatásának eredményeként a hallgatóknak képessé kell válniuk az OAH honlapján közzétett N1 írásbeli kérdés, valamint a 30. és 37. szakirányú szóbeli kérdés megválaszolására.

Oktatandó témák:

- a) a nukleáris létesítmények felsorolása az Atomtörvény szerint, rendeltetésük *(kiemelendő, hogy hazánkban jelenleg nincs üzemelő uránbánya)*;
- b) nukleáris biztonságról szóló 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet (amelynek részét képezik a Nukleáris Biztonsági Szabályzatok) különleges szerepe a

Bővített fokozatú sugárvédelmi képzéseken és továbbképzéseken oktatók témakörök

nukleáris létesítmények esetében *(ki kell térni a Sugárvédelmi rendelet és a 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet összhangjának értelmezésére);*

- c) a hazai létesítmények főbb jellemzői *(célszerű megemlíteni a tervbe vett új atomerőművi blokkokat, azok típusát, tervezett teljesítményét).*

B4.2 Az atomreaktorok működése, maghasadás, láncreakció

A fogalmak és meghatározások oktatásának eredményeként a hallgatóknak képessé kell válniuk az OAH honlapján közzétett N1 és N14 írásbeli kérdés, valamint a 29. szakirányú szóbeli kérdés megválaszolására.

Oktató témák:

- a) maghasadás, láncreakció, kritikusság;
- b) főbb reaktortípusok (részletesen a vízhűtésű és vízmoderátoros reaktorok; áttekintve a többi létező, vagy létezett reaktortípust, és röviden megemlítve a tervezett típusokat);
- az üzemanyagok fajtái, az urán dúsítása (a kis- és nagy dúsítás definiálása).

B4.3 Sugárzások, védelem

A sugárvédelmi kérdések oktatásának eredményeként a hallgatóknak képessé kell válniuk az OAH honlapján közzétett N2-N4, N8 és N10 írásbeli kérdés, valamint a 31. és 33. szakirányú szóbeli kérdés megválaszolására.

Oktató témák:

- a) a sugárzások, illetve a sugárterhelés legfontosabb forrásai és típusai;
- a neutronsugárzás keletkezése, a keletkező neutronok energiaeloszlása, a sugárzási súlytényező energiatartóssága,
 - radioaktív hasadványok, a szerkezeti elemek aktiválódása, a gamma-sugárzás keletkezése;
- b) védekezés a gamma-sugárzás ellen;
- c) védekezés a neutronsugárzás ellen;
- d) a védekezés tervezésének alapjai, az exponenciális gyengítés, a felépülési tényezők (build-up faktorok) *(kiemelve, hogy minden geometriára és az egyes sugárzási jellemzőkre külön-külön felépítési tényezők érvényesek);*
- e) a szabványok mint segédletek, részecsketranszport-programok *(bővített fokozaton nem szükséges a programok részletes ismerete, de legalább a széles körben használt programok létezéséről tudniuk kell a vizsgázóknak);*

Bővített fokozatú sugárvédelmi képzéseken és továbbképzéseken oktatók témakörök

- f) az egyes munkafolyamatokra érvényes dózismegszorítások megállapítása (beleértve a külső munkavállalókra érvényes megszorítások megállapítását).

B4.4 A dolgozók sugárvédelme

A dolgozók sugárvédelme oktatásának eredményeként a hallgatóknak képessé kell válniuk az OAH honlapján közzétett N9, N11 és N12 írásbeli kérdés, valamint a 32., 36. és 38. szakirányú szóbeli kérdés megválaszolására.

Oktató témák:

- a) a hatósági doziméterek viselésének, kiértékelésének és nyilvántartásának fő szabályai;
- b) a neutronsugárzástól eredő dózis mérése, a mérésre jogosultság feltétele;
- c) helyszínen leolvasható dózismérők, illetve szintjelzők (kiemelve, hogy mely esetekben kötelező a használatuk), elektronikus doziméterek;
- d) az esetleges sugárszennyezettség ellenőrzésének és megszüntetésének módszerei, a belső sugárterhelés ellenőrzése (kiürítés mérésekkel, részleges- vagy egésztest-számlálóval);
- e) „a sugárveszélyes munka végzéséhez egyidejűleg legalább két munkavállaló jelenléte szükséges” szabály érvényessége (*megemlítve, hogy nem nemzetközi ajánlás*);
- f) a felügyelt és ellenőrzött területek meghatározása;
- g) az ellenőrzött területeken belüli különleges szabályok (körülhatárolás, belépés korlátozása, védőeszközök használata), (*célszerű felhívni a figyelmet arra, hogy az ellenőrzött területeken belül további munkaterület-besorolás végezhető, az ilyen besorolás a Munkahelyi Sugárvédelmi Szabályzatban rögzítendő*).

B4.5 A radioaktív anyagok kibocsátása, a környezet sugárterhelése, a kis és közepes aktivitású radioaktív hulladékok elhelyezése

A radioaktív anyagok kibocsátásával és a környezeti terheléssel kapcsolatos kérdések oktatásának eredményeként a hallgatóknak képessé kell válniuk az OAH honlapján közzétett N6 és N13 írásbeli kérdés, valamint a 34., 35. és 41. szakirányú szóbeli kérdés megválaszolására.

Oktató témák:

- a) a tervezett légköri és folyékony halmazállapotú kibocsátások mérése, besugárzási útvonalak;

Bővített fokozatú sugárvédelmi képzéseken és továbbképzéseken oktatandó témakörök

- b) környezeti mérések, a Paksi Atomerőmű környezetében elhelyezett „A” típusútípusú állomások szerepe;
- c) normál üzem, illetve üzemzavar esetén milyen lehetőségek vannak a lakossági dózisok becslésére (a légköri terjedésszámítási modellek rövid ismertetése);
- d) a radioaktív hulladékok osztályozása, előkészítése (beleértve a folyékony hulladékok szilárdítását) és minősítése a létesítményből kiszállítás előtt, a hulladékcsomagok aktivitásának meghatározása (kiemelendő a nehezen mérhető izotópok esetében alkalmazható *'scaling factor'* módszer);
- e) a nem erőművi hulladékok elhelyezése a Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tárolóban, az erőművi hulladékok elhelyezése a Nemzeti Radioaktív hulladék-tárolóban.

B4.6 A kiégett fűtőelemek kezelése

A radioaktív anyagok kibocsátásával és a környezeti terheléssel kapcsolatos kérdések oktatásának eredményeként a hallgatóknak képessé kell válniuk az OAH honlapján közzétett N5, N7 és N15 írásbeli kérdés, valamint a 34. és 35. szakirányú szóbeli kérdés megválaszolására.

Oktatandó témák:

- a) a kiégett fűtőelemek aktivitása (*kiemelendő az erős függés a kiégettség függvényében*);
- b) a kiégett fűtőelemek tárolása a pihentetőmedencében;
- c) a kiégett fűtőelemek hulladékká minősítésének kérdése (az újrafeldolgozás elvi lehetősége, a fűtőelem-ciklus lezárásának függőben lévő helyzete Magyarországon);
- d) a Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolója (KKÁT), a tároló felépítése, bővíthetősége (*célszerű megemlíteni, hogy a KKÁT moduláris felépítésének köszönhetően a tervbe vett új atomerőművi blokkokban kiégett fűtőelemkötegek átmeneti tárolására is alkalmassá tehető*).

B4.7 Nukleárisbaleset-elhárítás

A nukleárisbaleset-elhárítás oktatásának eredményeként a hallgatóknak képessé kell válniuk az OAH honlapján közzétett 39. és 40. szakirányú szóbeli kérdés megválaszolására.

Oktatandó témák:

- a) felkészülés veszélyhelyzetekre, veszélyhelyzeti tervezési zónák;

Bővített fokozatú sugárvédelmi képzéseken és továbbképzéseken oktandó témakörök

- b) a nukleáris üzemzavar és baleset közötti alapvető különbség (célszerű példával illusztrálni: paksi üzemzavar, illetve csernobili baleset), az INES-skála;
- c) teendők veszélyhelyzetben (a Balesetelhárítási Intézkedési Terv: BEIT szükségessége, az Országos BEIT rövid ismertetése);
- d) a veszélyhelyzeti munkavállalókra megállapított vonatkoztatási szintek;
- e) a lakossági tájékoztatás fontossága.

B4.8 Kiegészítő irodalom

A maghasadásról és láncreakcióról nagyon jó, színes ábrákkal illusztrált összefoglaló található a Paksi Atomerőmű honlapján [B4.1].

A nukleáris létesítményekkel kapcsolatos biztonsági követelményeket kormányrendelet határozza meg [B4.9].

A nukleáris biztonságról a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség keretében nemzetközi egyezmény született. Az egyezmény – amelyhez hazánk csatlakozott – magyarországi kihirdetése törvénnyel [B4.2] történt. Az egyezmény részes országai háromévente jelentést készítenek, a magyar jelentések – amelyek a hazai nukleáris létesítményekre vonatkozó adatokat is tartalmaznak – az Országos Atomenergia Hivatal honlapján [B4.3] olvashatók.

A Paksi Atomerőmű műszaki adatairól (ide értve a dozimetriai adatokat is) a Wikipedia szócikkében [B4.4], illetve az Országos Atomenergia Hivatalnak a Kormány és az Országgyűlés számára készített éves jelentéseiben [B4.5] található információ.

A Budapesti Kutatóreaktorról, illetve az Oktatóreaktorról az Energiatudományi Kutatóközpont [B4.6], illetve a BME Nukleáris Technikai Intézet [B4.7] honlapján található a legtöbb könnyen érthető információ. Az Országos Atomenergia Hivatal éves jelentéseiben [B4.5] ezekről a berendezésekről is szerepelnek adatok.

A különféle atomreaktor-típusokról jó összefoglaló olvasható a Paks II. Zrt. honlapján [B4.11], a tervezett (IV. generációs) reaktorokról a Wikipedia kínál hasznos összefoglalást [B4.12].

A Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft. által üzemeltetett létesítményekről: a Nemzeti Radioaktív hulladék-tárolóról, a Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tárolóról, a Kiegett Kazetták Átmeneti Tárolójáról a Kft. honlapján [B4.8] olvashatók részletek.

Az Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Intézkedési terv jogszabályi alapjairól szóló útmutató új változata az OAH honlapján érhető el [B4.10].

Tételes irodalomjegyzék:

[B4.1]

http://www.atomeromu.hu/hu/Documents/Maghasadas_es_nuklearis_lancr_eakcio.pdf

[B4.2] Az 1997. évi I. törvény a nukleáris biztonságról a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség keretében Bécsben, 1994. szeptember 20-án létrejött Egyezmény kihirdetéséről.

[B4.3]

http://www.oah.hu/web/v3/OAHPortal.nsf/web?openagent&menu=05&submenu=5_3

[B4.4] https://hu.wikipedia.org/wiki/MVM_Paksi_Atomeromu

[B4.5]

http://www.oah.hu/web/v3/OAHPortal.nsf/web?openagent&menu=05&submenu=5_1

[B4.6] <https://www.energia.mta.hu/hu/content/budapesti-kutatoreaktor>

[B4.7] <http://www.reak.bme.hu/oktatoreaktor.html>

[B4.8] <http://www.rhk.hu/letesitmenyeink>

[B4.9] 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet a nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről

[B4.10]

[http://www.oah.hu/web/v3/OAHPortal.nsf/7CDAC12972ADD267C1257BE90056A9AD/\\$FILE/OBEIT_1-1_utmutato_v3.pdf](http://www.oah.hu/web/v3/OAHPortal.nsf/7CDAC12972ADD267C1257BE90056A9AD/$FILE/OBEIT_1-1_utmutato_v3.pdf)

[B4.11]

http://www.paks2.hu/hu/Atomenergia/AtomeromuTipusok/Lapok/default.a_spx

[B4.12] https://en.wikipedia.org/wiki/Generation_IV_reactor