

Nukleáris létesítményekre vonatkozó sugárvédelmi követelmények korszerűsítése

Sebestyén Zsolt, Laczkó Balázs, Ötvös Nándor, Petőfi Gábor, Tomka Péter
Országos Atomenergia Hivatal
sebestyen@haea.gov.hu

A kézirat beérkezett: 2017.03.21.

Közlésre elfogadva: 2017.05.02.

Modernization of radiation protection requirements relating nuclear facilities

The domestic regulatory system was changed on 1st January 2016 and the Hungarian Atomic Energy Authority became the main supervisor and licensing authority for radiation protection issues. At the same time the HAEA developed the Govt. decree 487/2015. (XII. 30.) on the protection against ionizing radiation and the corresponding licensing, reporting (notification) and inspection system, which is the regulation for the implementation of radiation protection.

The newly created regulation addresses some specific issues in connection with the special facilities, but the results of our study showed that it is not sufficient.

This article presents the proposals for amendments, which modernize the radiation safety requirements for nuclear facilities in the Govt. decree 118/2011. and its annexes and guidelines.

Radiation protection, legislation, modernization

A hazai hatósági rendszer 2016. január 1-jei változásával az Országos Atomenergia Hivatal lett a fő engedélyező és felügyeleti hatóság a sugárvédelmi területen is. A hatáskörbővüléshez kapcsolódóan kidolgozta az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről szóló 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendeletet, mely a sugárvédelem végrehajtására szolgáló rendelet.

Az újonnan létrehozott rendelet ugyan foglalkozik külön néhány speciális sugárvédelmi kérdéssel a kiemelt létesítményekkel kapcsolatosan, ugyanakkor a vizsgálatunk eredménye azt mutatta, hogy nem kellő részletességgel.

Cikkünkben bemutatjuk azokat a módosítási javaslatokat, melyeket a nukleáris létesítmények sugárvédelmi követelményeinek korszerűsítésére tettünk a 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet és mellékletei, valamint útmutatói módosításával kapcsolatban.

Sugárvédelem, jogszabály, korszerűsítés

TARTALOMJEGYZÉK

Bevezetés	3
Nemzetközi ajánlások, irányelvek.....	4
GSR Part 3: Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards [9].....	6
SSR-2/1 Rev. 1 Safety of Nuclear Power Plants: Design [10].....	6
SSR-2/2 Rev. 1 Safety of Nuclear Power Plants: Commissioning and Operation [11]	6
NS-R-4: Safety of Research Reactors [12]	6
NS-R-5 (Rev. 1) Safety of Nuclear Fuel Cycle Facilities [13]	6
WS-G-2.3 Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment [14]	7
RS-G-1.1 Occupational Radiation Protection [15].....	7
NS-G-1.13 Radiation Protection Aspects of Design for Nuclear Power Plants [16]	7
NS-G-2.7 Radiation Protection and Radioactive Waste Management in the Operation of Nuclear Power Plants [17]	7
A hazai Sugárvédelmi követelmények, szabályozások bemutatása	8
Hazai nukleáris létesítmények [19: p. 18-24]	8
A Paksi Atomerőmű.....	9
A Kiegészítő Kazetták Átmeneti Tárolója	10
A Budapesti Kutatóreaktor.....	10
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Oktatóreaktora	11
Előzmények – korábbi kutatási munkák	11
Következtetések, javaslatok a sugárvédelem korszerűsítéséhez	12
1. Sugárvédelmi program	13
2. Irányítási rendszer	16
2.1. Foglalkozás-egészségügyi szolgálat.....	16
2.2. Sugárvédelmi szolgálat.....	17
2.3. Munkaterületek besorolása	17
2.4. Sugárvédelmi képzések tervezése	20
3. A sugárveszélyes munkák optimalizálása	22
3.1. Általános szabályok.....	23
3.2. Idővédelem.....	23
3.3. Dózismegszorítás	24
3.4. Árnyékolás	25
3.5. Egyéni védőeszközök	26
3.6. Dózistervezés	26
3.7. Radioaktív anyagok, források minimalizálása	27
4. Sugárvédelmi munkatervezés	27
5. Kiemelten sugárveszélyes munkavégzés.....	28
6. Munkahelyi ellenőrző és monitoring rendszer.....	29
6.1. Munkahelyi ellenőrző rendszerek	29
6.2. Személyi dozimetriai ellenőrzés	30
6.3. Belső sugárterhelés megállapítása.....	32
7. Kibocsátás-ellenőrzés	32
7.1. Általános szabályok.....	32
7.2. A mérőműszerekkel szemben támasztott követelmények	36
7.3. Folyékony radioaktív kibocsátás-ellenőrzés.....	37

7.4. Légnemű radioaktív kibocsátás-ellenőrzés.....	37
8. Dekontaminálás.....	37
9. A radioaktív hulladékok kezelésének szabályozása.....	39
9.1. Légnemű radioaktív hulladékok.....	39
9.2. Folyékony radioaktív hulladékok.....	40
9.3. Szilárd radioaktív hulladékok	40
Összegzés	41
Felhasznált irodalom.....	42

BEVEZETÉS

Az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény [1] (a továbbiakban: atomtörvény) és a kapcsolódó végrehajtási rendeletek módosítása alapján 2016. január 1-től az Országos Atomenergia Hivatal (a továbbiakban: OAH) lett a fő engedélyező és felügyeleti hatóság sugárvédelmi területen is. A hatáskörbővüléshez kapcsolódóan a sugárvédelmi végrehajtó rendelet, az *atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról* szóló 16/2000. (VI. 8.) EüM rendelet [2] korszerűsítése érdekében kidolgozásra és bevezetésre került az *ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről* szóló 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendeletet. [3]

Ezen sugárvédelmi rendelet legfontosabb újítása, hogy a korábbi szabályozással szemben centralizált, egylépcsős engedélyezést vezetett be: országos szinten az OAH vált az engedélyező hatósággá, valamint az egyszerűsítésnek köszönhetően immáron egy, közös engedély vonatkozik alkalmazásra és üzemeltetésre egyaránt, ezzel csökkentve az engedélytípusok számát. A rendelet megalkotásakor az *Európai Tanács 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 hatályon kívül helyezéséről* szóló 2013/59/EURATOM irányelvét is figyelembe vették, mivel annak 2018. február 6-ig meg kell felelteni a hazai szabályozást. [4]

Korábbi cikkünkben már bemutattuk, hogy Magyarországon milyen módon hasznosítjuk, alkalmazzuk az atomenergiát. [5]

A hazai sugárvédelmi szabályozás fejlesztésének következő lépése a nukleáris létesítmények és radioaktív hulladék-tárolók üzemeltetéséhez szükséges létesítményspecifikus sugárvédelmi követelmények rendszerezése, korszerűsítése és bővítése. Ezt a megállapítást alátámasztja, hogy a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség¹ (a továbbiakban: NAÜ) is külön kezeli a nukleáris létesítményeket, még akár azokon belül is különbséget tesz, illetve elkülönítve kezeli a radioaktív hulladék-tárolókat is. A jelenlegi hazai szabályozásban a sugárvédelmi követelmények rendszerezettségének és részletességének mértéke elmarad a NAÜ ajánlásaiban tapasztalhatóaktól: egyrészt nem különülnek el akkora mértékben a nukleáris létesítményekre vonatkozó specifikus követelmények sem az új sugárvédelmi rendeletben, sem a nukleáris létesítmények biztonsági szabályzatát is tartalmazó rendeletben (a *nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről* szóló 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet [6]), sem a

¹ International Atomic Energy Agency

radioaktív hulladék-tárolókra vonatkozó rendeletben (*a radioaktív hulladékok átmeneti tárolását vagy végleges elhelyezését biztosító tároló létesítmények biztonsági követelményeiről* szóló 155/2014. (VI. 30.) Korm. rendelet [7]), másrészt a hivatkozott jogszabályok további speciális sugárvédelmi követelményekkel egészíthetők ki a NAÜ ajánlásai nyomán.

A NAÜ biztonsági szabályzatai csak ajánlást tesznek a jogszabályokra, azok nem kötelező jellegűek, ugyanakkor a Nukleáris Biztonsági Konvenció elvárja, hogy a tagállamok hazai jogrendszere összhangban legyen az ajánlásokkal. A NAÜ ajánlásai ugyanakkor meghatározó jelentőségűek, így a tagállamok, (köztük Magyarország is) törekednek azokat referenciaként tekinteni, ezért szükséges a NAÜ dokumentumok megvizsgálása és felhasználásukkal a hazai szabályozás korszerűsítése.

A felülvizsgálat időszerű és szükséges, mivel az idei évben zárul a jogszabály alapján előírt Nukleáris Biztonsági Szabályzatok ötévenkénti felülvizsgálata. [6, 3.§ (7)]

A tervezési követelmények korszerűsítése is célunk volt, nem csupán az új atomerőművi blokk tervezése tekintetében, hanem mert a nukleáris létesítmények átalakítása esetében is az aktuális tervezési követelményeket kell figyelembe vennie. Emellett kötelező tízévente időszakos biztonsági felülvizsgálatot végrehajtani, melynek a tervezési követelményekkel való összhangot is kell vizsgálni.

Mindezek alapján megvizsgáltuk a NAÜ egyes, a nukleáris létesítményekre vonatkozó ajánlásait, és azokat összevetettük a hazai szabályozással. Jelen cikkünkben ezen tevékenységünk eredményét mutatjuk be. Részletezni fogjuk, hogy mely NAÜ ajánlások átvételével lehetne fejleszteni a hazai szabályozást, és a meglévő szabályozásunkat miképpen lehetne átstrukturálni annak érdekében, hogy a létesítményspecifikus követelmények jobban elkülönüljenek egymástól. Munkánk során mindvégig szem előtt tartottuk, hogy a javaslataink ne eredményezzenek olyan jogszabályi környezetet, ami ellehetetleníti a nukleáris létesítmények üzemeltetését. Ezen felül figyeltünk arra, hogy ne csak a szükséges mennyiségben és mértékben fogalmazzunk meg követelményeket, hiszen a túlszabályozás kontraproduktív, a biztonsági kultúrát is rossz irányba mozdítja. Emellett a hatóságnak lehetősége van útmutatók kiadására, amelyek tartalmazhatják a részletesebb elvárásokat.

A javaslataink megalkotásakor aszerint jártunk el, hogy az általános sugárvédelmi követelmények maradjanak a 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendeletben, míg a létesítményekre vonatkozó speciális követelmények kerüljenek a nukleáris létesítményre vonatkozó jogszabályba [118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet]. Ezzel egy átláthatóbb jogszabályi rendszer jönne létre.

Az eredmények publikálásához az OAH Nukleáris Biztonsági Főigazgató-helyettes hozzájárulását adta.

NEMZETKÖZI AJÁNLÁSOK, IRÁNYELVEK

A sugárvédelmi követelmények kiegészítéséhez a NAÜ dokumentumaiból indultunk ki. A NAÜ dokumentumaiban bekövetkező változás szükségessé teszi, hogy megvizsgáljuk, milyen új ajánlásokat fogalmaztak meg a nukleáris létesítmények sugárvédelmi követelményeire.

Kecskés Gábor és társai a Nukleáris jog a 21. század első évtizedeiben című könyvükben bemutatták a NAÜ dokumentumok felépítését. [8] A NAÜ dokumentumokat háromszintű hierarchiába rendezték, miszerint a legfelső szinten a biztonsági alapelvek (Fundamental Safety Principles) helyezkednek el, a hierarchia következő szintjén a biztonsági követelmények (Safety Requirements) majd a harmadik szinten a biztonsági útmutatók

(Safety Guides) következnek. A műszaki kérdéseket, gyakorlati tapasztalatokat, a szabályzatok megalapozását alacsonyabb szintű kiadványok foglalják össze.

A NAÜ Kormányzótanácsa 1995-ben eldöntötte, hogy az összes szabályozó dokumentumot felül kell vizsgálni, és egységes rendszerbe kell foglalni. A munka eredményeként 2003-ra kialakult a dokumentum rendszer felépítése. A biztonsági alapelvek alá rendelt biztonsági követelmények két csoportba sorolták. Az egyik csoportba az egyes témaköröket lefedő követelmények kerültek, többek között a radioaktív hulladékok kezelése, a leszerelés és a szennyezett területek helyreállítása, a másik csoportba a létesítményekhez kapcsolódó követelmények tartoztak, köztük a hulladékkezelő és -elhelyező létesítmények követelményei.

2006-ban a teljes területet egyetlen kötetben lefedő, biztonsági alapelvek (Fundamental Safety Principles, SF-1) című dokumentumban közreadta a NAÜ. 2006 novemberében a NAÜ Biztonsági Szabályozási Bizottsága (Commission of Safety Standards) javaslatot tett arra, hogy a biztonsági alapelvek új kötetével való összhang megteremtése, valamint a biztonsági követelmények és útmutatók számának korlátozása érdekében a szervezet vizsgálja felül a rendszer felépítését és helyezze azt új alapokra. A javaslat lényege, hogy az általános biztonsági követelmények egyetlen, 2013-ig kidolgozandó, hét részből álló kötetben legyenek összefoglalva, és ezt egészítse ki további hat kötet, amelyek a tevékenységek és a létesítmények jellemzőitől függő biztonsági követelményeket tartalmazzák. Ezeket 2015-ig kellett kidolgozni. A követelményekhez biztonsági útmutatók csatlakoznak.

A NAÜ biztonsági szabályzat rendszere csak ajánlásokat fogalmazhat meg, a tagállamokra kötelező érvényű előírásokat nem tehet, ugyanakkor a szervezet minden államtól, amely tőle műszaki segítséget igényel, elvárja, hogy annak hazai jogrendszere összhangban legyen az ajánlásokkal. A NAÜ biztonsági szabályzatainak, útmutatóinak jelentősége azonban meghatározó, a szervezet minden tagállama referenciának tekinti ezeket. Ily módon szükséges a NAÜ dokumentumok megvizsgálása és felhasználásukkal a hazai szabályozás korszerűsítése. [8]

A NAÜ dokumentumait áttekintettük és azokat az útmutatókat, illetve követelményeket (általános és biztonsági), amik a nukleáris létesítmények sugárvédelmi szabályozásánál relevánsak lehetnek, részletesen megvizsgáltuk. A következő dokumentumokról találtuk úgy, hogy olyan követelményeket tartalmaz, melyek hiányoznak a hazai sugárvédelmi szabályozásból:

- GSR Part 3: Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards [9]
- SSR-2/1 Rev.1 Safety of Nuclear Power Plants: Design [10]
- SSR-2/2 Rev.1 Safety of Nuclear Power Plants: Commissioning and Operation [11]
- NS-R-4: Safety of Research Reactors [12]
- NS-R-5 (Rev. 1) Safety of Nuclear Fuel Cycle Facilities [13]
- WS-G-2.3 Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment [14]
- RS-G-1.1 Occupational Radiation Protection [15]
- NS-G-1.13 Radiation Protection Aspects of Design for Nuclear Power Plants [16]
- NS-G-2.7 Radiation Protection and Radioactive Waste Management in the Operation of Nuclear Power Plants [17]

GSR Part 3: Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards [9]

Az új ajánlások (ICRP 103) [18] figyelembe vételére felülvizsgálták a sugárvédelem alapjait és egy új, általános biztonsági követelmények típusú dokumentumot hoztak létre, melynek címe Sugárvédelem és sugárforrások biztonsága. A dokumentum 3 különböző szituációban sorolja a sugárzási helyzeteket, úgymint tervezett, veszélyhelyzeti, valamint a már fennálló besugárzásokra vonatkozó helyzetek.

A dokumentum egy általános fejezetből, valamint a besugárzási szituációkra külön fejezetekből áll. A dokumentum legnagyobb részét lefedi a 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet, ugyanakkor van néhány pontja, amit érdemes lenne hazai szabályozásba integrálni.

SSR-2/1 Rev. 1 Safety of Nuclear Power Plants: Design [10]

Ez szintén egy követelmény jellegű dokumentum, mely specifikus követelményeket tartalmaz az atomerőművek tervezéséhez. Számos területen megjelenik a sugárvédelem a dokumentumban, mely öt részre tagolódik: a biztonsági elvek és fogalmak alkalmazása, a biztonság irányítása tervezés során, legfontosabb műszaki követelmények, az erőmű általános tervezési követelményei és a specifikus erőművi rendszerek tervezése.

SSR-2/2 Rev. 1 Safety of Nuclear Power Plants: Commissioning and Operation [11]

Követelmény jellegű dokumentum, címe az Atomerőművek biztonsága: létesítés és üzemeltetés. Általános követelményeket tartalmaz, melyek az atomerőművek létesítése, illetve üzemeltetése során relevánsak. Kettő, a sugárvédelmet is érintő követelmény található benne. Az egyik a sugárvédelmi program követelményeire tesz ajánlást, míg a másik a hulladékkezelési programot szabályozza.

NS-R-4: Safety of Research Reactors [12]

Szintén követelmény jellegű dokumentum, mely a kutatóreaktorok biztonságáról szól. Hét fejezetre tagolódik, melyek a biztonsági célok, elvek és fogalmak, a hatósági felügyelet, a biztonság kezelése és igazolása, a telephely értékelés, a tervezés, az üzemeltetés és végül a leszerelés.

NS-R-5 (Rev. 1) Safety of Nuclear Fuel Cycle Facilities [13]

Az előzőhöz hasonló felépítésű, követelmény jellegű dokumentum. Kilenc fejezetre tagolódik, a biztonsági célok, elvek és fogalmak, a hatósági felügyelet, a biztonság kezelése és igazolása, a telephely értékelés, a tervezés, a létesítés, az üzembe helyezés, az üzemeltetés és végül a leszerelés.

WS-G-2.3 Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment [14]

A NAÜ ezen dokumentuma útmutató szintű, így ajánlásokat tartalmaz. A címe: A környezetbe történő radioaktív kibocsátások hatósági felügyelete. Ahogy ebből is következik, a radioaktív kibocsátások felügyeletével, szabályozásával foglalkozik egy új gyakorlat bevezetéséből származó kibocsátásoktól kezdve a már megtörtént kibocsátásokig.

RS-G-1.1 Occupational Radiation Protection [15]

Ez szintén egy útmutató szintű dokumentum, mely a sugárbiztonsággal foglalkozik. A címe: Munkahelyi sugárvédelem. Az útmutató foglalkozik a dóziskorlátozással, a sugárvédelem optimalizálásával, a sugárvédelmi programmal, a veszélyhelyzetekbe történő beavatkozással, valamint az egészség felmérésével. Számos esetben általánosan foglalkozik az adott témával, így ajánlásait részletesebben megtaláltuk valamely más ajánlásokban.

NS-G-1.13 Radiation Protection Aspects of Design for Nuclear Power Plants [16]

Az NS-G-1.13 útmutató sorrendben a következőkkel foglalkozik: optimalizálás és dóziskorlátok; az atomerőművek tervezési folyamataiban a sugárvédelem szerepe, hozzájárulása a biztonsághoz; az üzemeltetés és a leszerelés sugárbiztonsági kívánalmai a személyzet, illetve a lakosság kapcsán; útmutatás a dózisszámításokhoz; sugárvédelmi monitoring rendszer; kiegészítő létesítmények; a munkavállalók és a lakosság sugárvédelme balesetek során. Az útmutatót öt melléklet és egy kifejezéstár egészíti ki.

NS-G-2.7 Radiation Protection and Radioactive Waste Management in the Operation of Nuclear Power Plants [17]

A dokumentum útmutató szintű, és a nukleáris biztonsággal foglalkozik. A címe: Sugárvédelem és radioaktív hulladékkezelés üzemelő atomerőművekben. Az útmutató a jelenleg üzemelő hazai nukleáris létesítmények tekintetében az egyik legfontosabb dokumentum. A következő témakörökkel foglalkozik: sugárvédelmi program, radioaktív hulladékkezelési program, ideértve a kibocsátást is, képzés, valamint jelentések, igazolások.

Alapjában véve elmondható, hogy a különböző NAÜ dokumentumok ajánlásai között nagy átfedés van, így egy olyan szabályozási javaslatot teszünk, amiben a különbségeket figyelembe vettük és aszerint dolgoztuk ki javaslatainkat.

Ezen felül figyelembe vettük az ionizáló sugárzás okozta 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 hatályon kívül helyezéséről szóló, a Tanács 2013/59/EURATOM irányelvét. [4]

Az irányelvek a Nemzetközi Sugárvédelmi Bizottság², a NAÜ és más szervezetek újabb ajánlásait is figyelembe vették az új irányelv készítése során. A NAÜ sugárvédelmi biztonsági alapszabályzatát [9] 2011-ben aktualizálták az új kutatási fejlesztési eredményekkel. A szabályzat többek között tartalmaz általános követelményeket a védelemre és biztonságra,

² International Commission on Radiological Protection

illetve a tervezett-, a veszélyhelyzeti-, valamint a fennálló sugárzási helyzetekre speciális ajánlásokat. A mellékletei tartalmazzák a felszabadítási és mentességi szinteket, a zárt sugárforrások kategorizálását, a tervezett besugárzási helyzet dózis korlátait, valamint azok kiszámításához szükséges dóziskonverziós tényezőket. [5]

A HAZAI SUGÁRVÉDELMI KÖVETELMÉNYEK, SZABÁLYOZÁSOK BEMUTATÁSA

Korábban írt cikkünkben [5] bemutattuk a hazai jogszabályi rendszer hatályos felépítését, vagyis hogy jelenleg hazánkban a sugárvédelem szabályozása több jogszabályban jelenik meg nukleáris létesítmények esetében. Az Atomtörvény az atomenergia békés célú alkalmazásának legáltalánosabb kérdéseit szabályozza. Ezen általános kérdések szabályozására szolgálnak a végrehajtáshoz szükséges kormányzati és miniszteri rendeletek. Ilyen kormányzati rendeletek a már korábban említett 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet és annak mellékletei, a Nukleáris Biztonsági Szabályzatok (a továbbiakban: NBSZ), valamint a 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet, ami a sugárvédelmi követelményeket tartalmazza.

A jogszabályi [pl. NBSZ, 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet] követelmények teljesítésének módjára vonatkozó hatósági ajánlásokat a hatósági útmutatók tartalmazzák, amelyek követése egyszerűsíti, gyorsabbá teszi a hatósági eljárásokat. Rugalmasak, mivel az OAH főigazgatója által kiadott útmutatók változhatnak az időről időre összegyűlt tapasztalatok alapján.

HAZAI NUKLEÁRIS LÉTESÍTMÉNYEK [19: P. 18-24]

A nukleáris létesítmény meghatározását az atomtörvény tartalmazza.

nukleáris létesítmény:

- a) a dúsítóüzem, nukleáris üzemanyagot gyártó üzem, atomerőmű, újrafeldolgozó üzem, nukleáris üzemanyagot vizsgáló laboratórium, kutatóreaktor, oktatóreaktor, nukleáris kritikus és más neutronsokszorozás célját szolgáló rendszer, friss nukleáris üzemanyag tárolására és kiégett üzemanyag átmeneti tárolására szolgáló létesítmény,
- b) az a) alpontban felsorolt nukleáris létesítményekhez közvetlenül kapcsolódó, ugyanazon a telephelyen található, radioaktív hulladék tárolására szolgáló létesítmények, amennyiben külön létesítménynek minősülnek; [1]

Ezek alapján a következő nukleáris létesítmények találhatók hazánkban.

A Paksi Atomerőmű

1. ábra: Az MVM Paksi Atomerőmű látképe [20]

Az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. négy VVER-440/V-213 típusú nyomottvizes blokkot üzemeltet: a reaktorok moderátora és a hőhordozó könnyűvíz. (Az erőmű biztonsági filozófiáját tekintve a második generációs VVER-440-es atomerőművek csoportjába tartozik.) A reaktorhoz hat hurkon keresztül kapcsolódik egy-egy gőzfejlesztő. A hermetikus terekhez a csőtöréses üzemzavarok kezeléséhez blokkonként egy-egy buborékoltató kondenzációs elven működő lokalizációs torony csatlakozik. Ezekben a tornyokban egymás fölött elhelyezkedő bórsavas vízzel feltöltött tálcák és légcspadák kaptak helyet.

Egy-egy blokkhoz három aktív, üzemzavari helyzetben dízelgenerátorról villamosan megáplált biztonsági rendszer tartozik, amelyeket passzív rendszerek egészítenek ki. Blokkonként két telítettgőzös turbina üzemel. Az eredeti tervek szerint a blokkok névleges hőteljesítménye 1375 MW/blokk, a villamos teljesítménye pedig 440 MW/blokk volt. A 2006-2009. között végrehajtott teljesítménynövelési program eredményeként a hőteljesítmény minden blokkon 1485 MW-ra, a villamos teljesítmény pedig 500 MW-ra nőtt.

Az erőmű tervezői az ikerblokkos kialakítást választották. A négy blokkra közös turbina-, illetve a két-két blokkra közös reaktorcsarnok lehetőséget nyújt a nagy értékű karbantartási eszközök közös használatára a blokkok között. A blokkok ugyanakkor a főberendezéseiket és a biztonsági rendszereket tekintve lényegében függetlenek egymástól. Kivétel a biztonsági hűtővíz rendszer, ahol a nyomóág a szivattyútól a kiegyenlítő tartályig közös a két blokkra.

A tervezés során a kiszolgáló rendszereket az erőműre közösen alakították ki, kihasználva a közös telephely és a blokkok egymás melletti elhelyezésének előnyeit.

A Kiegészített Kazetták Átmeneti Tárolója



2. ábra: A Kiegészített Kazetták Átmeneti Tárolójának látképe [21]

A Paksi Atomerőmű kiegészített kazettáinak 50 éves, átmeneti időtartamra való tárolására moduláris felépítésű száraz tároló üzemel az atomerőmű telephelyével szomszédos telephelyen.

A tárolóban a kazetták elhelyezésére alkalmas tárolókamrák száma modulrendszerben bővíthető, a modulok soros elhelyezése lehetővé teszi a közös fogadóépület és átrakógép alkalmazását. A kiegészített fűtőelem-kazettákat egyenként, függőleges helyzetű csövekben tárolják. A hosszú idejű tárolás során bekövetkező korróziós folyamatok kialakulásának megelőzésére a tároló-csöveket nitrogén gázzal töltik fel. A tároló-csövek betonfalakkal körülvett modulokban helyezkednek el. A kazetták maradékhő-termelése miatt szükséges hűtést a modulokban és az ahhoz kapcsolódó kürtőrendszerben kialakuló természetes légáramlás biztosítja. A hűtési folyamat önszabályozó. A hűtést biztosító levegő nem érintkezik a kazettákkal, amelyek hermetikusan elzárt környezetben vannak.

A Budapesti Kutatóreaktor

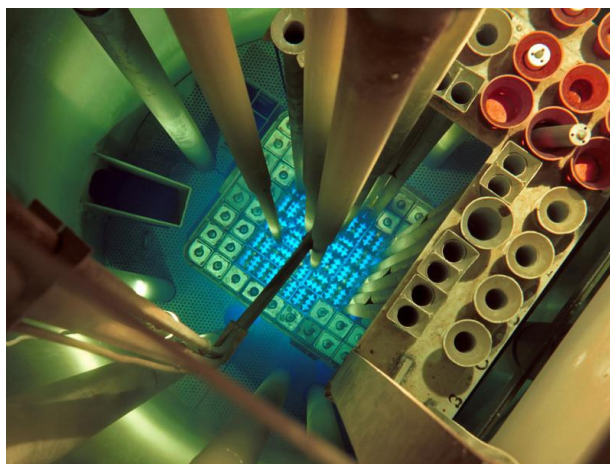


3. ábra: A Budapesti Kutatóreaktor reaktor-csarnoka [22]

Az MTA Energiatudományi Kutatóközpont (korábban: KFKI Atomenergia Kutatóintézet) által üzemeltetett Budapesti Kutatóreaktor 1959-ben épült, majd 1986-1993 között a reaktoron teljes körű rekonstrukciót hajtottak végre. A rekonstrukció után először 2003-ban, majd 2013-ban ismét megtörtént a Budapesti Kutatóreaktor időszakos biztonsági felülvizsgálata. A nukleáris biztonsági felülvizsgálatok eredményei alapján a hatóság engedélyt adott a létesítmény további üzemeltetésére és a Végleges Biztonsági Jelentésében szereplő tevékenységek végzésére. Az üzemeltetési engedély 2023. december 15-ig érvényes.

A reaktor tartály típusú reaktor, a tartály anyaga alumínium ötvözet, hűtőközege és moderátora könnyűvíz, illetve névleges hőteljesítménye 10 MW.

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Oktatóreaktora



4. ábra: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Oktatóreaktora [23]

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Nukleáris Technikai Intézete által üzemeltetett októreaktor 1971 óta szolgálja az oktatást és kutatást. Az Oktatóreaktor jelenlegi üzemeltetési engedélye 2017. június 30-ig érvényes.

A reaktor medence típusú reaktor, hűtőközege és moderátora könnyűvíz, valamint EK-10 típusú, 10% dúsítású üzemanyagot használ.

ELŐZMÉNYEK – KORÁBBI KUTATÁSI MUNKÁK

A felkészülésünk során irodalomkutatást végeztünk, és nem találtunk olyan hazai publikációt, mely a sugárvédelem korszerűsítésének kutatására irányult volna, ugyanakkor számos olyan dokumentumot találtunk, melynek célja a hazai szabályozási rendszer, illetve más szempontú szabályozás javítása volt.

Rónaky József és szerzőtársa dolgozták ki az egységes hatósági rendszert egy doktori munka keretében. Elsőként jutott arra a következtetésre, hogy a 21. századi kihívásoknak a magyar nukleáris hatósági biztonsági rendszer csak egységes szervezetben és irányítással tud megfelelni. Javaslatuk szerint egy hatóságnak kellene szabályozni az atomenergia békéscélú alkalmazásának minden kérdését. Ehhez szükséges, hogy egy hatóság rendelkezzen nukleáris biztonsági, biztosítéki, sugárvédelmi, fizikai védelmi és jogi szakembergárdával. Az OAH rendelkezik a megfelelő szakemberekkel, így alkalmas az átvett feladatok ellátására. [24]

Solymosi József és társa cikkükben ismertették Az atomreaktorok biztonsága című könyv tartalmát, melynek egyik fontos fejezete a reaktorbiztonság jogi kereteivel foglalkozik.

Kiemelték azokat a fontos megállapításokat, melyeket mi is próbáltunk cikkünkben hangsúlyozni, mégpedig hogy a vonatkozó jogszabályoknak nagymértékben támaszkodniuk kell különböző nemzetközi szabványokra és más nemzetközileg elfogadott normákra. Ezek között a legfontosabbak a NAÜ biztonsági szabványai, valamint az Európai Unió kötelező érvényű jogszabályai és ajánlásai. A biztonság megvalósulását szavatolják a nemzetközi szervezetek, valamint a nemzetközi egyezmények rendszere. [25][26]

A sugárvédelem területén talán az egyik legkiemelkedőbb, a fontosabb kérdéseket összefoglaló mű a Sugárvédelem című könyv, melynek minden fejezetét az adott témában elismert szakember írta. A javaslataink gyakorlati megértéséhez nagy segítséget nyújt az említett könyv, annak is az alábbi fejezetei: [27]

- A dozimetria alapjai
- A sugárvédelmi szabályozás
- Védekezés külső sugárterhelés ellen
- Belső sugárterhelés mechanizmusa és számítása
- Radioaktív anyagok biztonságos szállítása
- Radioaktív hulladékok
- Sugárveszélyes munkahelyek ellenőrzési módszerei
- Személyi dozimetria
- Nukleáris környezetellenőrzés
- A sugárvédelmi műszerek metrológiai követelményei
- A lakosság sugárterhelése
- Nukleárisbaleset-elhárítás
- A Paksi Atomerőmű sugárvédelmi ellenőrző rendszere
- Meghatározások

KÖVETKEZTETÉSEK, KORSZERŰSÍTÉSÉHEZ

JAVASLATOK

A

SUGÁRVÉDELEM

A követelmények teljessége és érthetősége miatt átvettünk követelményeket a 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendeletről is.

A munkánk során több olyan témakört is találtunk, amiben kiegészítésre lenne szükség. Ezeket a következőképpen soroltuk be:

- Sugárvédelmi program
- Irányítási rendszer
 - Foglalkozás-egészségügyi szolgálat
 - Sugárvédelmi szolgálat
 - Munkaterületek besorolása
 - Sugárvédelmi képzések tervezése
- A sugárveszélyes munkák optimalizálása
 - Általános szabályok
 - Idővédelem
 - Dózismegszorítás
 - Árnyékolás
 - Védőfelszerelések
 - Dózistervezés
 - Radioaktív anyagok, források minimalizálása
- Sugárvédelmi munkatervezés

- Kiemelten sugárveszélyes munkavégzés
- Munkahelyi ellenőrző és monitoring rendszer
 - Munkahelyi ellenőrző rendszerek
 - Személyi dozimetriai ellenőrzés
 - Belső sugárterhelés megállapítása
- Kibocsátás-ellenőrzés
 - Általános szabályok
 - A mérőműszerekkel szemben támasztott követelmények
 - Folyékony radioaktív kibocsátás-ellenőrzés
 - Légnemű radioaktív kibocsátás-ellenőrzés
- Dekontaminálás
- A radioaktív hulladékok kezelésének szabályozása
 - Gáz halmazállapotú radioaktív hulladékok
 - Folyékony radioaktív hulladékok
 - Szilárd radioaktív hulladékok

A következőkben leírjuk azokat a javaslatokat, melyeket a 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet módosításához tettünk. Az egyes pontok megfogalmazásakor műszaki követelményeket adtunk, azt még meg kell vizsgálni, hogy a jogszabályi formai követelményeknek megfelel-e, illetve miként ültethető a nukleáris biztonsági jogszabályba.

A továbbiakban témakörönként leírjuk, milyen javaslatokat dolgoztunk ki, illetve meghivatkozunk, milyen pont, NAÜ ajánlás alapján jutottunk az adott következtetésre.

1. Sugárvédelmi program

A NAÜ dokumentumok több helyen foglalkoznak a sugárvédelmi programmal, ami a hazai szabályozásból teljes mértékben kimaradt. Ezt a hiányosságot mindenképpen meg kell szüntetni, ezért a sugárvédelmi program követelményeit meg kell jeleníteni. Ezért javaslatot tettünk, hogy az erre vonatkozó követelmények az NBSZ 4. kötetében atomerőmű, az NBSZ 5. kötetében kutatóreaktorok, illetve az NBSZ 6. kötetében kiegészített nukleáris üzemanyag átmeneti tároló esetében, mégpedig a sugárvédelmi fejezet egy alfejezeteként jelenjenek meg.

A sugárvédelmi program követelményei számos NAÜ dokumentumban megjelennek, mint alkalmazandó követelmények. Ugyanakkor főként az SSR2/2-t vettük figyelembe, mivel ez egy követelmény szintű dokumentum (atomerőművek biztonsága: létesítés és üzemeltetés), illetve a megalapozáshoz a kellő részletességgel összefoglalja, amire szükség lehet egy jogszabályi előírásban. [11]

A dokumentum 20. követelménye tartalmazza a sugárvédelmi program részleteit. Az alábbi javaslatokat tettük a sugárvédelmi követelmények kiegészítéséhez:

A szabályozásnak elő kell írnia, hogy az engedélyesnek sugárvédelmi programot kell létrehoznia és végrehajtania.

SSR2/2 - 20. követelmény:

Az engedélyes sugárvédelmi programot dolgoz ki és hajt végre.

SSR2/2 - 5.10. pontja:

Az üzemeltető szervezet a sugárvédelmi módszerek és eljárások felügyeletével, ellenőrzésével és auditálásokkal biztosítja a sugárvédelmi program helyes végrehajtását és céljainak teljesülését.

SSR2/2 - 5.11. pontja:

A sugárvédelmi program biztosítja, hogy minden üzemállapotban a létesítményben az ionizáló sugárzás, illetve minden tervezett radioaktív kibocsátás dózisa az engedélyezett határértékek alatt és az észszerűen elérhető legalacsonyabb szinten van.

SSR2/2 - 5.12. pontja:

Az üzemeltető szervezetén belül a sugárvédelmi program számára elegendő függetlenséget és erőforrást biztosítanak a sugárvédelmi előírások, szabványok és eljárások, valamint a biztonságos munkamódszerek érvényesítésének és az ezeken alapuló javaslatok kidolgozásának feladatára.

SSR2/2 - 5.13. pontja:

A munkavállalónak tisztában kell lennie a sugárvédelmi programból rá vonatkozó kötelezettségekkel és azok gyakorlatban történő megvalósításában a személyes felelősségével. Következésképpen különös hangsúlyt kell fektetni a teljes üzemi személyzet képzésére, hogy megismerjék a munkájukkal kapcsolatos sugárzási veszélyeket és a szükséges sugárvédelmi intézkedéseket.

SSR2/2 - 5.14. pontja:

Minden munkavállalónak, beleértve az alvállalkozókat, akik az ellenőrzött területen dolgoznak, vagy akik rendszeresen jelen vannak a felügyelt területen az ezzel kapcsolatos (foglalkozási) sugárterhelésüket ellenőrizni kell a vonatkozó követelményeknek megfelelően. A személyi dózisokról nyilvántartást kell vezetni, és hozzáférhetővé kell tenni a munkavállalók és a hatóság számára.

SSR2/2 - 5.15. pontja:

A sugárvédelmi programban ki kell térni a foglalkoztatásából kifolyólag sugárzásnak kitett munkavállaló fizikai alkalmasságának igazolására szolgáló egészségügyi ellenőrzésre és a baleseti sugárterhelés esetén nyújtandó tanácsadásra. Az egészségügyi ellenőrzés a munkába álláskori vizsgálatból és azt követően rendszeres ellenőrzésekből áll.

SSR2/2 - 5.16. pontja:

A sugárvédelmi program alapján ellenőrizni kell a dózisteljesítményeket azon tevékenységek végzésének helyszínén, ahol a rendszereket és rendszerelemeket sugárzás hagyhatja el, ilyen tevékenységek többek között az ellenőrzési, karbantartási, üzemanyag-kezelési tevékenységek. A sugárvédelmi programban tárgyalni kell továbbá a létesítményben a vegyszeti, valamint a hűtőközeg és a kiegészítő rendszerek folyadékaival kapcsolatos tevékenységek során fellépő besugárzásokat. A sugárvédelmi programban olyan rendelkezéseket kell tenni, hogy a fenti sugárzási helyzetek megfeleljenek az ésszerűség- és az optimalás-elvnek.

A sugárvédelmi program keretében pedig létre kell hozni a sugárvédelmi követelmények alkalmazásának, betartásának egyik alapidokumentumát, a Munkahelyi Sugárvédelmi Szabályzatot, melynek tartalmi követelményeit a 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet 8. melléklete tartalmazza. Pont a jellege miatt kiemelt szerepet tölt be, így nem megfelelő az a megközelítés, hogy egy nagyobb átalakítás, illetve engedély kérelem során nem kell azt frissíteni. Szükséges úgy módosítani a 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendeletet, hogy az engedélykérelmekhez csatolni kelljen az MSSZ-t is az üzembe helyezési engedélytől kezdődően. Ennek okán nukleáris létesítmények esetén az MSSZ-re vonatkozó

követelményeket is a 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendeletben kell szabályozni. Ezért javaslatot tettünk, hogy a 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet mellékletében szereplő MSSZ általános, illetve speciális tartalmi követelményei, felülvizsgálatot követően kerüljenek az NBSZ 4., 5., illetve 6. köteteinek sugárvédelmi fejezetébe. Ezzel párhuzamosan pedig szükséges a sugárvédelmi rendelet hatálya alól kiemelni a nukleáris létesítményeket.

Ehhez a következő módosításokra van szükség:

Az engedélyesnek a sugárvédelmi program keretén belül létre kell hoznia a létesítmény szintű Munkahelyi Sugárvédelmi Szabályzatot (MSSZ). Az MSSZ-nek legalább a következőket kell tartalmaznia:

A sugárvédelmi szervezet leírását és működését

- 1) A sugárvédelmi megbízott, illetve helyettesének neve, elérhetősége, munkaköri beosztása, előírt szakmai végzettsége és sugárvédelmi képzettsége;
- 2) A sugárvédelmi szervezet felépítése és feladatai, sugárvédelmi megbízott(ak) feladatai;
- 3) Az engedélyes sugárvédelemmel kapcsolatos feladatai és a létesítményt üzemeltető szervezet vezetőinek sugárvédelemmel kapcsolatos feladatainak (kötelezettségeinek) ismertetése;
- 4) A felelősségi körök felsorolása;
- 5) Annak meghatározását, hogy milyen időközönként szükséges az MSSZ felülvizsgálata;
- 6) Az engedélyes által megbízott foglalkozás-egészségügyi szolgálat neve és címe, a sugáregészségügyi vizsgálatok rendje (gyakorisága, megszervezésének módja, eltiltások kezelése, stb.);

A munkavállalókra vonatkozó előírásokat

- 7) A munkavállalók külső és belső sugárterhelésének ellenőrzésére vonatkozó követelmények, ezek gyakorisága és módja;
- 8) Amennyiben személyi sugárterheléseket más munkavállalókon végzett személyi mérések alapján becsülnék, a becsléshez felhasznált számítási módszerek ismertetése;
- 9) A sugárveszélyes munkahelyen dolgozó munkavállalók sugárvédelemmel kapcsolatos jogainak és kötelezettségeinek felsorolása;
- 10) A sugárveszélyes munkaterületek és munkakörök leírása, a munkavállalók sugárvédelmi besorolása („A” vagy „B” besorolás);
- 11) A sugárveszélyes munkahelyen dolgozó munkavállalók szakmai és sugárvédelmi képzettségi követelményeit, a külső és belső sugárvédelmi képzések rendjét;

A sugárveszélyes munkahely felügyeletére vonatkozó előírásokat

- 12) Az ellenőrzött, illetve felügyelt területek meghatározása, követelményrendszere (körülhatárolási intézkedések), az egyes területek sugárvédelmi felügyeletére tett intézkedések;
- 13) A felületi szennyezettség ellenőrzésének és megszüntetésének rendje;
- 14) A radioaktív hulladékok munkahelyi és üzemi gyűjtésének, kezelésének módja, nyilvántartásuk rendje;
- 15) A sugárvédelmi ellenőrző rendszerek bemutatása, a személyi védőeszközök bemutatása, viselésükre, vonatkozó előírások, a sugárvédelmi műszerek, személyi dózismérők bemutatása, viselésükre, kezelésükre, karbantartásukra, hitelesítésükre vonatkozó előírások;
- 16) Az egyes munkahelyeken szükséges sugárvédelmi szervezési intézkedéseket;

17) A sugárvédelmi felügyeleti feladatok szabályozása, különös tekintettel az ionizáló sugárzás ellenőrzésére és mérésére;

18) Mindazon sugárvédelmi ismereteket, amelyeket a biztonságos munkavégzéshez ismerni kell;

Nyilvántartások, jelentések, valamint események kezelését

19) A sugárvédelemmel kapcsolatos nyilvántartások (személyi dózismérések, képzések, orvosi vizsgálatok, sugárvédelmi ellenőrzések és értékelések, sugárforrások és hulladékok nyilvántartása, stb.) vezetési és a bizonylatok megőrzési rendje, a hatóságok részére történő bejelentési kötelezettség teljesítésének rendje;

20) A normálistól eltérő események esetén végrehajtandó teendők;

Zárt sugárforrások kezelését

21) 1., 2. és 3. kategóriájú zárt sugárforrások alkalmazása esetén az MSSZ tartalmazza a használatukra, tárolásukra, nyilvántartásukra vonatkozó szabályokat;

22) A hiányzó radioaktív vagy nukleáris anyag lehetséges helyének a felkutatására és felügyelet alá helyezésére vonatkozó intézkedési terv.

2. Irányítási rendszer

2.1. Foglalkozás-egészségügyi szolgálat

A foglalkozás egészségügy szabályozásával a 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet foglalkozik, valamint a *munkaköri, szakmai, illetve személyi higiénés alkalmasság orvosi vizsgálatáról és véleményezéséről* szóló 33/1998. (VI. 24.) NM rendelet, [25] de a speciális, sugárvédelmi szempontú szabályozását nem kellő részletességgel tárgyalja. A javaslataink megalkotásakor figyelembe vettük az említett jogszabályokat és úgy adtuk meg azokat, hogy ne legyen ellentmondás a jogszabályok között.

2013/59/EURATOM Irányelv 45. cikk

Az „A” kategóriába tartozó munkavállalók orvosi felügyeletét a foglalkozás-egészségügyi szolgálatnak kell elvégeznie. Az orvosi felügyeletnek lehetővé kell tennie annak megállapítását, hogy az érintett munkavállalók egészségi állapotuknál fogva alkalmasak-e a számukra kijelölt feladatkör ellátására. E célból a foglalkozás-egészségügyi szolgálatnak hozzáféréssel kell rendelkeznie minden általa szükségesnek tartott lényeges információhoz, beleértve a munkavégzés helyének környezeti feltételeit is.

Az orvosi felügyelet keretében el kell végezni:

- a) a foglalkoztatást, illetőleg az „A” kategóriába való besorolást megelőzően végrehajtott orvosi vizsgálatot annak meghatározására, hogy a munkavállaló alkalmas-e arra, hogy „A” kategóriába tartozó munkavállalóként betöltse azt a munkakört, amelybe be kívánják osztani;
- b) időszakos egészségügyi felülvizsgálatot évente legalább egyszer annak megállapítása céljából, hogy az „A” kategóriába tartozó munkavállalók továbbra is alkalmasak-e feladataik ellátására. Ezt a felülvizsgálatot a foglalkozás-egészségügyi szolgálat az általa szükségesnek tartott gyakorisággal, a munka típusától és az adott munkavállaló egészségi állapotától függően megválasztott vizsgálatok lefolytatása útján végzi el.

A foglalkozás-egészségügyi szolgálat jelezheti, ha az orvosi felügyeletet a munkavégzés megszűnését követően is szükségesnek tartja mindaddig folytatni, amíg azt az érintett személy egészségének megóvása szükségessé teszi.

2013/59/EURATOM Irányelv 46. cikk

Az „A” kategóriába tartozó munkavállalóként történő munkavégzésre való alkalmasságra a következő kategóriákból álló orvosi besorolási rendszert kell alkalmazni:

- a) alkalmas;
- b) feltételesen alkalmas;
- c) alkalmatlan.

487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet 34.§ (2)

Sugárveszélyes munkakörben nem foglalkoztatható az a munkavállaló, akiről a foglalkozás egészségügyi szolgálat vizsgálata során megállapítást nyert, hogy egészségügyi szempontból alkalmatlan az adott munkakör betöltésére.

2.2. Sugárvédelmi szolgálat

A sugárvédelmi szolgálat követelményeit a 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet tartalmazza, melynek kiegészítésére teszünk javaslatot, illetve az engedélyesre vonatkozó követelményeket a 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendeletbe javasoljuk helyezni. A javaslatot az NS-R-5, illetve az NS-G-2.7 alapján tesszük:

NS-R-5 Rev. 1 - 9.44.

A sugárvédelmi megbízott feladatait az engedélyes szervezetén belül létrehozott létesítményi sugárvédelmi szervezet látja el. A szervezet az engedélyes szakképzett, a nukleáris létesítményt az aktuális engedélyezési dokumentumok, az üzemvitel és a létesítményhez kapcsolódó tevékenységek jelentette veszélyek sugárvédelmi vonatkozásait jól ismerő munkavállalóiból áll. A sugárvédelmi szervezet vezetője a sugárvédelmi megbízott.

A szervezeten belül a sugárvédelmi megbízott mellé helyettes is ki kell nevezni írásban. Biztosítani kell, hogy a sugárvédelmi szervezeti egység vezetősége közvetlenül jelenthessen az engedélyes felső vezetésének.

Az engedélyes biztosítja a sugárvédelmi megbízott számára mindazokat a személyi és tárgyi feltételeket, amelyek feladatai ellátásához szükségesek.

487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet 7.§

A sugárvédelmi megbízott, vagy helyettesének személyében bekövetkező változás esetén értesíteni kell a hatóságot. Az értesítéssel a munkakör betöltéséhez szükséges végzettségek igazolását is meg kell küldeni.

NS-G-2.7 - 3.73.

A sugárvédelmi szolgálat vezetőjének, vagy a sugárvédelmi megbízott felelősségei a következőket is magukba foglalják:

- a) a sugárvédelmi program teljesítéséhez módszerek és eljárások fejlesztése,
- b) az olyan feltételek és műveletek beazonosítása, melyek jelentős sugárterheléssel járnak,
- c) az adatok (pl. radiológiai adat, dózis szintek) átadása más szervezeti egységeknek
- d) a sugárvédelmi képzési program teljesülésének ellenőrzése.

2.3. Munkaterületek besorolása

A 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet előírja, hogy ellenőrzött, illetve felügyelt területet kell kijelölni, illetve leírja azok általános követelményeit, ugyanakkor egy nukleáris létesítményben más szempontokat is figyelembe kell venni, ezért szükséges a szabályozást

kiegészíteni. Ezek a követelmények lehetnek műszaki jellegűek, melyek valamilyen feltételt támasztanak a terület besorolásától függően, illetve viselkedési jellegűek, melyek valamilyen követelményt írnak le az ott dolgozókra, illetve az ott tartózkodókra.

Ahhoz, hogy megfelelő szabályozást alkossunk, nem elégséges a jelenlegit kiegészíteni, hanem a már meglévőt is felül kell vizsgálni, hogy mely jogszabályban van a helye, a sugárvédelmi, vagy a nukleáris biztonsági szabályzatban, valamint hogy szükség van-e a kiegészítésére.

A munkaterületek besorolásához az NS-G-1.13, az NS-G-2.7, NS-R-5 NAÜ ajánlásokat, valamint a 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendeletet használtuk fel.

NS-G-1.13 - 3.18 (3)

A létesítmény területét a várható és a mérhető dózisteljesítményeket és radioaktív szennyezettséget, valamint a várható dózisokat figyelembe véve kell ellenőrzött, felügyelt és szabad zónákra osztani.

487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet 26.§ (1) (2) és (3)

Az ellenőrzött és a felügyelt terület kijelölését, valamint munkafeltételeket rendszeresen, továbbá a sugárvédelmet érintő változások esetén felül kell vizsgálni.

NS-G-2.7 - 3.3.

Azt a területet, ahol valamilyen védőfelszerelés, vagy biztonsági rendelkezés szükséges az ott tartózkodáshoz, illetve munkavégzéshez, a

- a) normál besugárzás irányítása;
 - b) szennyeződés szétterjedésének megakadályozása;
 - c) besugárzás, vagy potenciális besugárzás megelőzése;
- miatt, az ellenőrzött területbe kell besorolni.

NS-G-2.7 - 3.14.

Azt a területet, ami nem besorolt ellenőrzött területként, de ahol a sugárzási körülmények megkövetelik a felügyeletet, felügyelt területként kell besorolni.

487/2015. Korm. (XII. 30.) rendelet 26.§ (1) (2) és (3)

Az ellenőrzött és a felügyelt terület kijelölését, valamint munkafeltételeket rendszeresen, továbbá a sugárvédelmet érintő változások esetén felül kell vizsgálni.

Az ellenőrzött területen történő munkavégzéshez kötelező írásos utasítást adni.

487/2015. Korm. (XII. 30.) rendelet 39.§

A felügyelt és ellenőrzött területen munkát végző munkavállaló, beleértve a külső munkavállalót is, köteles

- a) az MSSZ-t ismerni és az abban foglaltakat betartani,
- b) a védőeszközöket előírászerűen használni és tárolni,
- c) a személyi dózismérőket előírászerűen viselni és tárolni,
- d) a belső sugárterhelés meghatározását célzó vizsgálatokon a vizsgálatot végzőkkel együttműködni, valamint
- e) a sugárvédelemmel összefüggő, sugárvédelmi intézkedést kívánó eseményeket a sugárvédelmi megbízottnak azonnal jelenteni.

Ezeket a köteleességeket az engedélyes és a hatóság ellenőrzéssel betartatja.

NS-G-2.7 - 3.13.

A szennyeződés szétterjedésének, kijutásának megakadályozása érdekében az ellenőrzött terület határán az eszközök mérésére is alkalmas sugárkapukat kell telepíteni,

ellenkező esetben az eszközök ellenőrzésére szolgáló eljárást kell kidolgozni és alkalmazni.

487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet 27.§ (2)

Az ellenőrzött területen a sugárterhelés korlátozásának és az esetleges veszélyhelyzeti sugárterhelés valószínűségének csökkentése érdekében, illetve radioaktív szennyeződés terjedésének megakadályozása céljából sugárvédelmi intézkedéseket és biztonsági előírásokat kell meghatározni. Ennek érdekében legalább az alábbiak betartását biztosítani kell:

- a) az ellenőrzött terület határait egyértelműen ki kell jelölni, a bejáratot a sugárveszélyre, a sugárforrás jellegére és a kockázatra utaló jelzéssel és felirattal, valamint a munkaterület, illetve munkahely megnevezésével kell ellátni,
- b) az ellenőrzött területre csak olyan személy belépését szabad lehetővé tenni, aki az ellenőrzött területre vonatkozó sugárvédelmi szabályokat ismeri,
- c) különleges intézkedéseket kell alkalmazni azon a területen, ahol fennáll a radioaktív szennyeződés terjedésének jelentős kockázata; ezeknek a különleges intézkedéseknek ki kell terjedniük a személyek és az áruk be- és kiléptetésére, valamint az ellenőrzött terület és adott esetben a szomszédos terület szennyeződésének monitorozására,
- d) a radiológiai kockázatok jellegét és nagyságát figyelembe véve meg kell szervezni az ellenőrzött terület sugárvédelmi felügyeletét, hitelesített műszerekkel történő sugárvédelmi ellenőrzését,
- e) a radiológiai kockázatokhoz és az érintett műveletekhez igazodó, az MSSZ-ben rögzített munkahelyi utasításokat kell meghatározni,
- f) a munkavállalót megfelelő személyi védőfelszereléssel kell ellátni, valamint
- g) az ellenőrzött területen csak az atomenergia alkalmazásával összefüggő tevékenység végezhető, és csak a tevékenységekhez szükséges eszköz vagy anyag tartható.

NS-G-2.7 - 3.6.

Az ellenőrzött területen belül a helyiségeket az ott mérhető dózisteljesítmény, vagy az adott helyiségben jellemző radioaktív szennyezettség szerint kell csoportosítani.

NS-G-2.7 - 3.8.

Az ellenőrzött terület helyiségeinek bejáratánál figyelmeztető jelzést kell elhelyezni, aminek a következőket kell tartalmaznia, amennyiben azt a helyiség kategóriája megköveteli:

- a) a sugárzási, vagy szennyezettségi szint mértéke,
- b) a helyiség kategóriája,
- c) a belépési eljárás, vagy a bent töltött idő korlátozásának szabályai,
- d) veszélyhelyzet eljárások.

NS-G-2.7 - 3.10.

A személyzet azon tagjai, akik belépnek az ellenőrzött területre, az eljárásoknak megfelelően jogosultságot kell szerezniük, illetve meg kell ismerjék a sugárvédelmi ajánlásokat és képzésben kell részesülniük.

A jogosultság a teljes ellenőrzött területre, vagy annak egy részére vonatkozhat, és szólhat egy adott időszakra, vagy a területen bekövetkező radiológiai változásig.

487/2015. Korm. (XII. 30.) rendelet 28.§ (2)

A felügyelt területre vonatkozó követelmények:

- a) a radiológiai kockázatok jellegét és nagyságát figyelembe véve meg kell szervezni a felügyelt terület sugárvédelmi felügyeletét, hitelesített műszerekkel történő sugárvédelmi ellenőrzését,
- b) a felügyelt terület bejáratát a sugárveszélyre és a sugárforrás jellegére, a munkaterület, valamint a munkahely megnevezésére utaló jelzéseket és feliratokat kell elhelyezni,
- c) a sugárvédelmi megbízott döntésétől függően a sugárforrásokkal összefüggő radiológiai kockázatokhoz és az érintett műveletekhez igazodó munkahelyi utasításokat kell meghatározni,
- d) a sugárvédelmi megbízott döntésétől függően, a munkahelyen végezhető tevékenységek, a tárolható eszközök, anyagok köre korlátozható,
- e) ahol a felügyelt területen belül a napi munkaidő felét meghaladó időtartamban $20 \mu\text{Sv/h}$ -nál nagyobb környezeti dózisegyenérték-teljesítmény, vagy besugárzásonként $50 \mu\text{Sv}$ -nél nagyobb környezeti dózisegyenérték fordulhat elő, de az ellenőrzött területtől nyilvánítás nem indokolt, a területre való véletlen belépést meg kell akadályozni.

NS-G-1.13 - 4.23

A tervezés során úgy kell kialakítani fizikailag a helyiségeket, hogy az esetlegesen azokba kikerülő szennyező anyagok terjedése a lehető legkisebb mértékű és leglassabb legyen.

NS-R-5 Rev. 1 - 6.42

A potenciálisan szennyezett, valamint a sugárterhelés veszélyével fenyegető területeket be kell azonosítani és meg kell jelölni úgy, hogy az oda belépő és az ott tartózkodó személyek tisztában legyenek a fenyegetettség jellegével és mértékével.

NS-R-5 Rev. 1 - 9.47

A létesítmény azon területei esetében, ahol a jogszabályokban, hatósági határozatokban, valamint a belső szabályozó dokumentumokban rögzített korlátok valamelyikének jelentős hányadát kitevő sugárterhelésre lehet számítani, műszaki megoldások és adminisztratív intézkedések alkalmazásával ellenőrizni, szabályozni és korlátozni kell a belépést és a bent tartózkodást. Az ellenőrzésnek, szabályozásnak és korlátozásnak arányosnak kell lennie a sugárterhelés kockázatával.

A radioaktív szennyeződések terjedését ellenőrizni, szabályozni, és a gyakorlatilag lehetséges legnagyobb mértékben korlátozni kell.

2.4. Sugárvédelmi képzések tervezése

A sugárvédelmi képzéseket a 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet szabályai alapján kell végrehajtani. A képzés 3 szintű, alap-, bővített-, illetve átfogó fokozatú sugárvédelmi képzettséget tesz lehetővé. A rendelet meghatározza, hogy az egyes fokozatokat kinek kötelező elvégezni. Ezen felül leírja, hogy a képzéseknek milyen kötelező tematikával kell rendelkeznie, ugyanakkor nem tesz kivételt a kiemelt létesítményekben dolgozókra. Indokoltnak tartjuk, hogy olyan követelmények is szerepeljenek a szabályozásban, melyek a nukleáris létesítményekkel külön foglalkoznak, hiszen ott olyan speciális munkakörnyezetben dolgoznak a munkavállalók, melyek speciális képzést igényelhetnek. Megítélésünk szerint ezt a célt részben ellátja az adott létesítmények MSSZ képzése, ugyanakkor annak megalapozásához szükséges lehet a sugárvédelmi képzések kiegészítése.

A képzések kiegészítéséhez az NS-R-5, az NS-G-2.7, a 2013/59/EURATOM Irányelvet, valamint a 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendeletet használtuk fel.

2013/59/EURATOM 14. cikk

Az engedélyes létrehozza a megfelelő sugárvédelmi oktatás, képzés és tájékoztatás nyújtását biztosító feltételeket és belső szabályozásait, amelynek minden olyan személyre ki kell terjednie, akinek feladatai speciális sugárvédelmi kompetenciákat igényelnek. A képzés és tájékoztatás nyújtását megfelelő időközönként meg kell ismételni, és dokumentálni kell.

NS-R-5 Rev. 1 - 9.12.

Biztosítani kell, hogy a munkavállalók részletesen megismerkedjenek az általuk végzett tevékenységek veszélyeivel. Képzésük során kiemelt figyelmet kell fordítani az olyan, ionizáló sugárzásából származó veszélyekre, melyek vonatkozásában kézi beavatkozást lehetősége merülhet fel.

NS-G-2.7 - 3.55.

A személyzetet, beleértve a beszállítókat is, specifikus képzés keretében kell kioktatni a védőfelszerelések és -berendezések használatáról. A személyzet azon tagjai, akik a védőruházatot és a légzésvédőt kezelik, dekontaminálják, a feladat elvégzésének megfelelően képezni kell.

NS-G-2.7 - 5.4.

A dolgozók képzésének ki kell terjednie valamennyi releváns sugárzási helyzetre és a lehetséges kockázatokra. Azok, akik magas sugárzási szintű helyeken végeznek munkát, ki kell képezni a specifikus munka tevékenységek szerint oly módon, hogy lehetővé teszi számukra, hogy feladataikat a lehető legkevesebb idő alatt, az optimálási szempontokat figyelembe véve tudják végezni.

NS-G-2.7 - 5.5. és 2013/59/EURATOM 15. cikk

Nukleáris létesítmények munkavállalói, illetve beszállítói esetében a sugárvédelmi képzésnek a vonatkozó rendeleten túl a következőkre is ki kell terjednie:

- a) az ionizáló sugárzások típusai és hatásuk;
- b) sugárvédelmi mennyiségek és mértékegységek;
- c) alapvető védelmi és biztonsági eljárások, beleértve az idő- és távolságvédelmet, valamint az árnyékolást;
- d) sugárvédelem elvei és a radioaktív hulladék kezelése (a védelem és a biztonság optimalizálása, dózis korlátok, hulladék minimalizálás);
- e) védőeszközök használata, úgymint árnyékolás és védőfelszerelések;
- f) ellenőrző és szennyezettség-mérő műszerek, valamint egyéni külső és belső ellenőrző műszerek használata, beleértve a dózis értékelést is;
- g) potenciális kockázatok üzemelés alatti atomerőművekkel kapcsolatban;
- h) a munkájukból adódó, sugárzással kapcsolatos egészségügyi kockázatok;
- i) szabályok és eljárások a létesítményben, különösen speciális feladatok kapcsán;
- j) azon sugárvédelmi eljárások és a megteendő óvintézkedések, amelyek az általános üzemi és munkakörülményekhez kapcsolódnak egyfelől általában az adott tevékenységet illetően, másfelől pedig azon munkaallomásoknak vagy munkafeladatoknak az egyes típusait illetően, ahová, illetve amelyekre az érintett munkavállalót kijelölhetik;
- k) figyelmeztető jelzések, riasztási jelek és információk a megfelelő intézkedés meghozatalához;
- l) szennyezés-ellenőrzés, dekontaminálás és a sugárforrások csökkentése;

- m) a sugárzás megnövekedésének kockázatát növelő előre nem látott esemény kapcsán a megjelölt személyek tájékoztatásának felelőssége;
- n) a veszélyhelyzet-elhárítási tervek és eljárások releváns részei;
- o) nukleáris- vagy radiológiai veszélyhelyzeti esemény, valamint a radioaktív anyagok szállítása során bekövetkező baleset esetén meghozandó intézkedések;
- p) telephelyen belüli és azon kívüli radioaktív anyagok biztonságos szállítására vonatkozó szabályai;
- q) a fűtőelem kritikusságának biztonsága;
- r) az ellenőrzött terület viselkedési szabályai;
- s) a műszaki, az orvosi és az adminisztratív követelmények teljesítésének fontossága

487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet képzési követelményeinek kiegészítése

Nukleáris létesítmények esetében a sugárvédelmi képzések speciális tematikáját a nukleáris biztonsági hatóság hagyja jóvá.

2013/59/EURATOM 17. cikk

Biztosítani kell, hogy a veszélyhelyzet-elhárítási tervben vagy veszélyhelyzet-kezelési rendszerben meghatározott veszélyhelyzeti munkavállalók megfelelő és rendszeresen aktualizált tájékoztatást kapjanak arról, hogy beavatkozásuk milyen egészségügyi kockázatokat rejt, illetve arról, hogy ilyen esetben milyen óvintézkedéseket kell hozni. Ennek a tájékoztatásnak a lehetséges veszélyhelyzetek teljes spektrumára és a beavatkozás típusára is ki kell terjednie. Veszélyhelyzet bekövetkeztekor a tájékoztatást az adott eset speciális körülményeinek figyelembevételével azonnal megfelelő módon ki kell egészíteni.

Az engedélyesnek, vagy a veszélyhelyzeti munkavállalók védelméért felelős szervezetnek biztosítani kell, hogy a veszélyhelyzeti munkavállalóknak megfelelő képzést nyújtson. Ennek a képzésnek adott esetben gyakorlati feladatokat is tartalmaznia kell.

NS-G-2.7 - 5.10.

A képzéseket a szükséges gyakorisággal meg kell ismételni, valamint eszközök, eljárások, politikák szignifikáns változásai, módosításai után a megfelelő szintű kompetencia fenntartásának biztosítása, illetve a sugárvédelem és a radioaktív hulladék kezelés változásainak megértése érdekében.

A képzési programot meghatározott időközönként felül kell vizsgálni.

NS-G-2.7 - 5.11.

Női dolgozók, akik az ellenőrzött területen végeznek munkát, biztosítani kell a megfelelő tájékoztatást a magzatot vagy az embriót érintő radiológiai kockázatokról, valamint a terhesség bejelentésének fontosságáról.

3. A sugárveszélyes munkák optimalása

A sugárvédelem egyik legfontosabb kérdése az optimalás. Ennek alapjait lefekteti a 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet, valamint a 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet is utal rá, hogy optimalni kell, ugyanakkor szükségesnek érezzük kiegészíteni a szabályozást olyan konkrét kritériumok megfogalmazásával, ami közelebb visz ahhoz, hogy nukleáris létesítmények esetében mit értünk optimalás alatt, mik azok a tevékenységek, műszaki megoldások, amikkel az optimalás végrehajtható. Eszerint 7 csoportba soroltuk a sugárvédelmi optimalás követelményeit.

A javaslatainkat a GSR Part 3, az NS-G-1.13, az NS-G-2.7, az NS-R-5 Rev 1. és a 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet alapján tesszük.

3.1. Általános szabályok

NS-G-2.7 - 3.1

A sugárvédelem optimalásánál figyelembe kell venni a létesítmény típusát, a tervezési szempontokat, valamint a létesítmény életciklusa során történő olyan üzemeltetési változásokat, eseményeket, átalakításokat, melyek befolyással lehetnek a sugárvédelem kialakítására.

NS-G-1.13 - 4.24 (1) és 4.24 (5)

A munkavállalók sugárterhelésének optimalása érdekében a következőket kell alkalmazni:

- a) megfelelő méretű folyosók, átjárók, munkatermek biztosítása a karbantartási és ellenőrzési tevékenységekhez, különös tekintettel a kiegészítő egyéni védőeszközökben való munkavégzésre;
- b) megfelelő méretű folyosók, átjárók biztosítása a nagyméretű, javításra vagy cserére elszállítandó eszközökhöz és berendezésekhez;
- c) biztosítani kell tartózkodókat, pihenőket, megbeszélésre, várakozásra lehetőséget adó helyiségeket a kisebb dózisteljesítményű területeken.

GSR Part 3 - 1.22

Minden sugárterhelést a gazdasági, társadalmi és környezeti körülményeket figyelembe véve kell az ezek szerint elérhető legalacsonyabb szinten tartani.

NS-G-1.13 - 2.4

A munkavállalók személyi dózisainál tekintettel kell lenni arra, hogy ne csak az átlagos dózisok legyenek az észszerűen elérhető legalacsonyabbak, hanem a dózisterhelés egyenletesen legyen elosztva az érintett munkavállalók között.

NS-G-1.13 - 4.26 (4)

A radioaktív anyagok, elsősorban iszapok kiülepedését meg kell akadályozni már a tervezés során megfelelő kialakítással létrehozott csővezeték-rendszerrel, ezáltal csökkentve a lehetséges forró pontok számát.

NS-G-1.13 - 4.29 és 4.46

A csővezetékek túlfolyását és leürítéseit is külön, zárt, szűréssel ellátott csatornarendszerbe kell kivezetni.

3.2. Idővédelem

NS-G-1.13 - 3.23

A sugárveszélyes munkák esetén alkalmazandó idővédelem érdekében a következő elveket kell megvalósítani:

- a) célszerszámokat és nagy megbízhatóságú eszközöket kell alkalmazni;
- b) könnyen karbantartható, valamint szét- és összeszerelhető berendezéseket kell alkalmazni;
- c) az a) és a b) pontok megvalósíthatósága érdekében jó hozzáférhetőséget és megfelelő megvilágítást, továbbá lehetőség szerint hőmérsékletet és páratartalmat kell biztosítani a munkaterületeken;
- d) ahol más biztonsági szempontok miatt nem indokolt megtartani, a tervezett megelőző karbantartásokat állapot szerinti üzemeltetéssel kell felváltani, vagy azok mennyiségét csökkenteni kell.

NS-G-1.13 - 4.24 (7)

Ahol a sugárzási viszonyok miatt nem megengedett, vagy túlságosan nagy terheléssel járna a munkavégzés, ott előre telepített eszközöket kell elhelyezni (létrák, daruk, platformok) a munkavégzés megkönnyítésére és felgyorsítására.

NS-G-1.13 - 4.24 (8)

A dozimetriai engedélyes munkákat a létesítmény virtuális modelljének segítségével kell megtervezni.

Az építés során videó és/vagy fényképfelvételeket kell készíteni a megvalósulásról. Az ezek alapján rendelkezésre álló adatokat a sugárveszélyes munkák előzetes tervezéséhez fel kell használni.

3.3. Dózismegszorítás

NS-G 2.7 - 2.20.

A sugárvédelem optimalálásához referencia szinteket, valamint dózismegszorítást kell alkalmazni a munkavállalók és a lakosság sugárterhelésére vonatkozóan egyaránt.

GSR Part 3 – 1.22 és 1.23

A lakossági sugárterhelésre vonatkozó dózismegszorítást az engedélyes javaslata alapján az OAH engedélyezi, valamint annak betartását ellenőrzi. A dózismegszorítást a lakosságot érintő valamennyi engedélyezett tevékenységből és fennálló sugárzási helyzetből eredő dózisok összegére vonatkozó dóziskorlát figyelembe vételével kell megállapítani.

487/2015. Korm. (XII. 30.) rendelet 8. § (3)

A dózismegszorításokat egy megfelelően meghatározott, adott időtartam során kapott, személyre vetített effektív vagy egyenértékdózisokként kell megállapítani.

GSR Part 3 – 1.23

A munkavállalók sugárterhelésére vonatkozó dózismegszorítás értékét a hatóság hagyja jóvá az engedélyes javaslata alapján, ugyanakkor annak betartása a dóziskorláton belüli munkavégzésre figyelmeztethet.

487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet kiegészítése

A dózismegszorítás értékét üzemeltetési engedély kiadásakor, de legalább az IBF keretén belül felül kell vizsgálni.

GSR Part 3 – 1.23

A dózismegszorítás megválasztását a következő szempontok szerint kell megtenni:

- a) a sugárzás jellege és természete, valamint annak megelőzésére szolgáló eszközei,
- b) regionális tényezők,
- c) várható haszon figyelembe vétele.

A dózismegszorítás értékét üzemeltetési engedély kiadásakor, de legalább az IBF keretén belül felül kell vizsgálni.

GSR Part 3 – 1.22

Az észszerűség figyelembe vételével, a vonatkozó dóziskorlátok és -megszorítások betartása érdekében az engedélyesnek vonatkoztatási szinteket kell megállapítania az engedélyezett határértékek alatt. Ezen vonatkoztatási szinteket az MSSZ-ben kell rögzíteni. A vonatkoztatási szintek esetleges túllépését az engedélyesnek ki kell vizsgálnia, és ennek nyomán javító intézkedéseket kell előírnia és végrehajtania.

487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet kiegészítése

A sugárvédelmi ellenőrzési rendszerben olyan figyelmeztető határokat kell definiálni, amelyek:

- a) segítenek megelőzni a hatósági korlátok túllépését, és
- b) kellő időben jelzik a folyamatoknak, a rendszerelemek állapotának romlását vagy a sugárveszély váratlan események miatti növekedését.

NS-G 2.7 - 2.20.

Kivizsgálási szinteket kell alkalmazni külső és belső egyéni sugárterhelésre az egyéni dózisok nagysága alapján, valamint munkahelyi monitorozó rendszerekre a dózisteljesítmény, a szennyezettség, valamint üzemi tapasztalatok alapján megjelölt mennyiségekre.

3.4. Árnyékolás

487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet kiegészítése

A dózisok csökkentésére az észszerűen megvalósítható legmagasabb szintű sugárvédelmi árnyékolás alkalmazása szükséges.

NS-G 2.7 – 3.57.

Az engedélyesnek biztosítani kell különböző típusú és anyagú árnyékoló eszközöket, melyek a különböző speciális munkák ideiglenes árnyékolásához szükségesek.

NS-G-1.13 - 4.53, 4.54 és 4.56

A sugárvédelmi árnyékolásokat az előzetesen megállapított sugárzásfajtáknak és számított dózisteljesítményeknek megfelelően kell kialakítani. Ennek során figyelemmel kell lenni a létesítmény életciklusa során felgyülemelő szennyeződésekre is.

NS-G-1.13 - 4.24 (9)

Ahol lehetőség van rá, a sugárvédelmi árnyékolást könnyen eltávolítható formában kell kialakítani, hogy az ne gátolja vagy lassítsa a karbantartási folyamatokat.

NS-G-1.13 - 4.24 (12)

A karbantartási munkák idejére sem árnyékolható berendezések, helyek esetében különösen törekedni kell a munkálatok gyors elvégezhetőségére, távvezérelt eszközök alkalmazására és a folyamatok előzetes megtervezésére.

NS-G-1.13 - 4.57

A sugárvédelmi árnyékolások tervezésénél figyelembe kell venni az őket érő degradációt, így a sugárzás (elsősorban: neutronsugárzás) és a környezeti tényezők (elsősorban: korrózió, hőmérséklet) okozta károkat is. A földrengések hatásait is figyelembe kell venni és minimalizálni kell azt a megvalósítás során.

NS-G-1.13 - 4.65

A sugárvédelmi árnyékolásokon a lehető legkevesebb áttörés legyen (pl. vezetékek számára). A szükséges áttöréseken térkitöltő anyag, cikk-cakkos kialakítás és egyéb módszerek segítségével meg kell akadályozni a sugárzás közvetlen kijutását az árnyékolás mögül.

NS-G-1.13 – 5.15

A létesítmények tervezése során előkészületeket kell tenni az előre látható baleseti szituációkban szükségessé váló ideiglenes árnyékolások telepítésére, és az ehhez

szükséges műszaki anyagokat, berendezéseket még az üzembe helyezés előtt fel kell halmozni.

NS-G-2.7 - 3.58.

Az engedélyesnek biztosítani kell a felaktiválódott tárgyak (pl. in-core detektorok) telephelyen belüli szállításához szükséges csomagolásokat, ami megfelelő árnyékolást biztosít és csak arra a célra alkalmazható.

3.5. Egyéni védőeszközök

NS-R-5 Rev. 1 - 9.48.

A radioaktív anyaggal való szennyeződés és a sugárterhelés lehetőségét minimalizáló védőeszközöket kell biztosítani a kockázatnak kitett személyek számára. Az engedélyesnek ellenőriznie és szabályoznia kell a védőeszközök használatát, gondoskodnia kell a megfelelő állapotukról, valamint biztosítani kell, hogy a felhasználók megismerjék a rendeltetészerű használatukat.

NS-G-2.7 - 3.48.

Az ellenőrzött területen belül védőruházatot kell viselni a bőr és a személyes ruházat szennyeződésének elkerülése, valamint a szennyeződés továbbterjedésének megakadályozása érdekében.

Az ellenőrzött területen a kéz szennyeződésének elkerülése érdekében védőkesztyűt kell alkalmazni. A szennyezett berendezéssel kapcsolatos munka jellege alapján kell meghatározni, hogy milyen típusú és anyagú kesztyűt kell alkalmazni.

Eldobható, vagy mosható cipővédőt kell alkalmazni azokon a területeken, ahol a padló vagy más járófelület szennyezett lehet.

NS-G-2.7 - 3.50.

Azokon a területeken, ahol a levegő szennyezettsége, vagy nem fixált felületi szennyeződés azt indokolja, légzésvédő maszkot kell alkalmazni.

NS-G-2.7 - 3.53.

A használt védőruházatot és légzésvédő maszkot szennyezettnek kell tekinteni és akként kell a továbbiakban kezelni.

3.6. Dózistervezés

NS-G-1.13 - 3.14

A foglalkozási sugárterhelés optimalizálása érdekében a sugárvédelmi szempontból kiemelkedő jelentőségű munkafolyamatok elvégzéséből eredő foglalkozási sugárterhelésre dózistervezést kell készíteni. A dózisok előzetes becslésére vonatkozó számítási metódust a nukleáris biztonsági hatóság hagyja jóvá.

118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet eseti jelentéseinek kiegészítésére

Azokat a munkákat, melyek a dóziskorlátok valamelyikének 30%-os túllépésével járhatnak, legalább 10 nappal előre be kell jelenteni az OAH-hoz.

NS-G-1.13 – 2.8

Céldózist kell meghatározni a főbb karbantartási munkálatokra (pl. fűtőelemek cseréje, gőzfejlesztők karbantartása, stb.).

Az üzemelés közben gyűjtött tapasztalatokat elemezni kell, ezekből dózisértékelést kell létrehozni. A dózisértékelést úgy kell összeállítani, hogy segítse a jövőben elvégzendő sugárveszélyes munkák tervezésénél a személyi és kollektív dózisok csökkentését.

GSR Part 3 - 3.72

Egy új munkafolyamat bevezetése előtt, ha az lényegesen eltér a korábbiaktól, vagy potenciálisan nagy sugárterheléssel járhat, a munkafolyamat leírását el kell készíteni.

NS-G-2.7 - 3.22

A monitoring rendszer műszereihez egy szolgálatot kell létrehozni, amely felelős a műszerek kalibrálásáért, illetve megfelelő minőségbiztosítási rendszert üzemeltet. A szolgáltatnak akkreditációval kell rendelkeznie.

A műszerek mérési tartományát úgy kell megválasztani, hogy bármely alkalmazandó vonatkoztatási szint alatt is, illetve egy esetleges veszélyhelyzet alatt előreláthatóan létrejött sugárzási szintet is tudják mérni.

3.7. Radioaktív anyagok, források minimalizálása

NS-G-2.7 - 3.77.

Úgy kell megválasztani a csővezetékek és komponenseik anyagát, illetve kémiai paramétereit, hogy az azokban történő radioaktív felhalmozódás minimális legyen.

NS-G-2.7 - 3.76.

A sugárvédelem optimalása érdekében törekedni kell a szükségtelen radioaktív anyagok eltávolítására a munkaterületekről.

NS-G-2.7 - 3.79.

A primerkörben azokon a helyeken, ahol az kivitelezhető, kerülni, de legalább is minimalizálni kell a kobalt tartalmú anyagok használatát a felaktiválódás elkerülése érdekében.

NS-G-2.7 - 3.80.

A reaktor leállításhoz az eljárásokat úgy kell megtervezni, hogy a radioaktív anyagok és a korróziós termékek felhalmozódása lehetőleg minimalizálva legyenek.

4. Sugárvédelmi munkatervezés

A sugárvédelmi munkákat megelőzően fontos, hogy a tervezést úgy hajtsák végre, hogy minden feltétel adott legyen a pontos és tervezett munkavégzéshez. Erre vonatkozóan szükségesnek láttuk kiegészíteni a szabályozást.

A javaslatainkhoz az NS-G-2.7-et és a 2013/59/EURATOM irányelvet használtuk fel.

NS-G-2.7 - 3.42.

A munkatervezés során biztosítani kell, hogy a munka elvégzéséhez szükséges személyzet, eszközök, berendezések és anyagok elérhetőek legyenek, amikor azokra szükség van. A dozimetriai engedély kiadásához kötött esetekben indokolt lehet a feladat begyakorlása élethű körülmények között.

NS-G-2.7 - 3.44.

A dozimetriai engedély másolatának a munkavezetőnél meg kell lennie. A dozimetriai engedély legalább a következő speciális intézkedéseket írja elő, illetve információkat tartalmazza:

- a) egy előzetes radiológiai felmérés alapján az átlagos dózisteljesítmény értékét, valamint azokat a helyeket, ahol nagyobb aktivitásra kell számítani,
- b) a felületi szennyezettség becslését, illetve annak változását a munka végzése során,
- c) kiegészítő doziméterek használatát,
- d) védőfelszerelés használatának részletszabályai a munka különböző fázisaiban,
- e) a munkavégzés idejére, illetve a dózisokra vonatkozó korlátozások,
- f) utasítást, hogy milyen esetekben kell a sugárvédelmi csoporttal felvenni a kapcsolatot.

NS-G-2.7 - 3.45.

Az üzemeltetéstől, illetve a sugárvédelmi szervezettől kinevezett személynek kell aláírnia a dozimetriai engedélyt, ezzel igazolva, hogy a szabályok betartásával a munka biztonsággal végrehajtható.

NS-G-2.7 - 3.41.

Amennyiben több munkacsoport végez együttesen munkát, úgy egyértelműen és előre definiálni kell a felelősségi köröket. A felelős munkavezetőnek kell biztosítania, hogy minden résztvevő részesüljön a munkához szükséges képzésekben, ideértve a sugárvédelmi képzéseket, amelyek szükségesek a munka elvégzéséhez, illetve amelyeket a feltételek megkövetelnek.

2013/59/EURATOM 32. cikk

Az engedélyes biztosítja, hogy a sugárterhelésnek kitett munkavállalók munkavégzés közbeni védelme legalább az alábbiakra épüljön:

- a) a sugárterhelésnek kitett munkavállalókat érintő radiológiai kockázat jellegének és nagyságának meghatározása előzetes értékelés keretében;
- b) a sugárvédelem optimalizálása valamennyi munkavégzési feltételre vonatkozóan, beleértve az orvosi sugárterheléssel járó tevékenységek következtében felmerülő foglalkozási sugárterheléseket is;
- c) a sugárterhelésnek kitett munkavállalók különböző kategóriákba sorolása;
- d) a különböző területekkel és munkavégzési feltételekkel összefüggő ellenőrző intézkedések és monitoring végrehajtása, szükség esetén személyi monitoring végzése;
- e) orvosi felügyelet;
- f) oktatás és képzés.

5. Kiemelten sugárveszélyes munkavégzés

A jelenlegi szabályozás nem kezeli kiemelten azokat a munkákat, amikor a munka a munkavállalók jelentős sugárterhelését eredményezheti. Ezekben az esetekben az indokoltság a legfontosabb kérdés, valamint fontos, hogy a munkák megfelelően tervezettek legyenek. Ennek érdekében az RS-G-1.1 alapján javaslatot tettünk a szabályozás kiegészítésére. Az ilyen munkákat nem lehet egy adott dózisértékhez kötni, mert a jelentős sugárterhelés mértéke függ a munkavállalókra vonatkozó dózismegszorítás értékétől, a munka jellegétől, a létesítmény sajátosságaitól.

Mivel jelenleg nem ismeri a szabályozás a kiemelten sugárveszélyes munkavégzés fogalmát, ezért először azt kell definiálni.

Kiemelten sugárveszélyes munkavégzés (KISUM):

Kiemelten sugárveszélyes munkavégzésnek nevezzük azt a munkavégzést, ahol a munkavállalók jelentős sugárterhelését eredményezheti a munkavégzés alatt álló

berendezések, eszközök sugárzási szintje, illetve azok felületeinek radioaktív szennyezettsége.

A fogalom bevezetése után a javaslataink a következők:

RS-G-1.1 - 5.36.

Az atomerőműveknél meg kell határozni azokat a helyiségeket, eszközöket és berendezéseket, ahol a munkavégzés esetileg vagy minden esetben kiemelten sugárveszélyesnek minősül. A besorolást rendszeresen felülvizsgálni és aktualizálni kell.

A kiemelten sugárveszélyes munkavégzés feltételeit és szabályait a Munkahelyi Sugárvédelmi Szabályzatban kell bemutatni.

Azokat a kiemelten sugárveszélyes munkákat, amelyek végrehajtása azonos műszaki és személyi feltételekkel, jellemzően azonos sugárzási körülmények mellett ismétlődik, állandó KISUM-ként is lehet kezelni. Ebben az esetben állandó KISUM munkaprogrammal is végrehajtható a munka, amennyiben az biztonsági szempontok szerint igazolható.

6. Munkahelyi ellenőrző és monitoring rendszer

A munkavállalók sugárvédelme szempontjából az egyik legfontosabb védekezési, illetve optimalizációs feladat a munkahelyi ellenőrző és monitoring rendszerek megfelelő működtetése. Ehhez olyan szabályozást kell kialakítani, ami ezt lehetővé teszi, illetve ami ezt előírja.

Három fő témakörben határoztuk meg a munkahelyi ellenőrző és monitoring rendszerek szabályozását, ezek: a munkahelyi ellenőrző rendszerek, a személyi dozimetriai ellenőrzés, valamint a belső sugárterhelés megállapítása. Mindhárom fontos a sugárvédelem optimalizálása szempontjából, így fontos megvizsgálni, milyen javítási lehetőségek adódnak.

A javaslatainkhoz az NS-G-1.13-at, az NS-R-4-et, NS-G-2.7-et, az NS-R-5-öt, a 2013/59/EURATOM irányelvet és a GSR Part 3-at használtuk fel.

6.1. Munkahelyi ellenőrző rendszerek

NS-G-1.13 - 4.40

Ahol lehetséges, távolról leolvasható kijelzéseket, távvezérelt eszközöket, berendezéseket, gépeket kell alkalmazni a sugárveszélyes helyeken.

NS-G-1.13 – 3.19

A munkahelyi monitoring rendszerhez tartozó műszereknek 3 főbb ellenőrzési típussal kell rendelkezniük:

- a) folyamatos ellenőrzés: a munkakörnyezet megfelelőségét vizsgáló műszerek
- b) egy adott feladathoz köthető ellenőrzés,
- c) specifikus ellenőrzés: általában egy új létesítmény létesítési fázisában.

NS-R-4 – 6.145

Olyan eszközöket kell telepíteni, amelyekkel normál üzemben, a várható üzemi események és tervezési üzemzavarok során, valamint balesetek esetén is biztosítani lehet a sugárvédelmi célú monitoring tevékenység ellátását. A telepített eszközök köre legalább a következőkre terjed ki:

- a) fixen telepített dózisteljesítmény mérők az üzemeltető személyzet által rendszeresen kiszolgált, illetve más, a sugárzási szint változása lehetőségének kitett terek – ide értve a környezetet is – műszeres ellenőrzésére,

- b) fixen telepített dózisteljesítmény mérők a megfelelő helyeken a várható üzemi események és tervezési üzemzavarok során, valamint balesetek esetén jelentkező sugárzási viszonyok jelzésére,
- c) mérőeszközök a légtér radioaktív szennyezettségének mérésére az üzemeltető személyzet által rendszeresen kiszolgált terekben, illetve más, a szennyezettségi viszonyok oly mértékű változása lehetőségének kitett terekben - ide értve a környezetet is, mely változások védőintézkedések bevezetését vonják maguk után,
- d) a technológiai rendszerekből, a létesítmény tereiből, valamint a környezetből vett légnemű és folyadékminták radioizotóp koncentrációinak a tervezési alapba tartozó, valamint az azon túli üzemállapotokban történő meghatározására alkalmas fixen telepített mérő-, valamint laboratóriumi eszközök,
- e) fixen telepített mérőeszközök a környezeti kibocsátások mérésére,
- f) felületi radioaktív szennyezettség mérésére alkalmas mérőeszközök,
- g) az üzemeltető személyzet külső és belső sugárterhelésének, valamint felületi szennyezettségének meghatározására alkalmas mérőeszközök, továbbá,
- h) a létesítmény kijáratainál telepített mérőeszközök a radioaktív anyagok és a radioizotópokkal a vonatkozó határértékeket meghaladó mértékben szennyezett tárgyak és személyek létesítményből történő ellenőrizetlen és engedély nélkül történő ki- és bejutásának megakadályozására.

NS-G-2.7 - 3.23.

Minden sugárzás- és szennyezettségmérő műszert, legyen az telepített, vagy kézi, illetve a személyi dozimetriai rendszer része, kalibrálni, tesztelni és karbantartani kell egy minőségbiztosítási program szerint, mely tartalmazza legalább a következőket:

- a) az eszközök és műszerek főbb paraméterei, tulajdonságai;
- b) a kalibrálás (és hitelesítés) gyakorisága;
- c) a karbantartás gyakorisága;
- d) a használat nyomon követése.

NS-G-2.7 - 3.29.

Az eszközöknek mérniük kell sugárzást és aktivitást, valamint mintázniuk és analízálniuk kell, legalább a következő összetételben:

- a) számláló műszerek és árnyékolások az aktivitás méréséhez, illetve radioaktív anyagok analíziséhez,
- b) műszerek a sugárzás felméréséhez és monitorozásához, beleértve a környezet monitorozását is,
- c) telepített műszerek a külső sugárzás méréséhez, a levegő szennyezettségének méréséhez, illetve az aktivitás meghatározásához,
- d) személyi monitorozó műszerek, beleértve a személyi dozimétereket (lehet dózisteljesítmény-, vagy dózis-riasztással), szennyezettségmérőket (sugárkapuk, kézi műszerek), valamint hordozható mérőműszereket,
- e) levegő mintavevő,
- f) sugárforrások, műszerek és más eszközök, amik fontosak a sugárzás mérők, levegő mintavevők, illetve a sugárzás analitikai műszerek kalibrálásához.

6.2. Személyi dozimetriai ellenőrzés

NS-R-5 Rev. 1 - 9.46.

Az engedélyesnek biztosítania kell az ellenőrzött területén tartózkodó személyek sugárvédelmi ellenőrzését egyéni hatósági és elektronikus doziméterek alkalmazásával,

valamint szükség szerint béta-, illetve neutron doziméterek használatával, illetve a belső sugárterhelés akkreditált eljárásokkal történő meghatározásával.

NS-G-1.13 - 7.10

A létesítménynek rendelkeznie kell személyi dozimetriai mérőrendszerrel, amely alkalmas a külső és belső egyéni dózisok meghatározására.

487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet 22.§ (7)

A munkáltatónak figyelembe kell venni az Országos Személyi Dozimetriai Nyilvántartásból származó, a munkavállalókat esetlegesen ért vagy érő, egy másik munkáltatónak vagy az engedélyesnek a felelősségi körébe tartozó sugárterheléssel kapcsolatos információkat.

NS-R-5 Rev. 1 - 9.46.

Biztosítani kell a megállapított dózisértékek dokumentálását, értékelését, a vonatkozó jogszabályokban, hatósági határozatokban, belső szabályozó dokumentumokban rögzített határértékekkel, valamint az előzetes dózisbecslésekkel való összevetését.

487/2015. Korm. rendelet 23.§ (2)

Az engedélyes a beszállítóknak és a hatóságnak a sugárveszélyes munkahelyen végzett munkájuk során ugyanolyan védelmet kell biztosítson, mint az engedélyes saját munkavállalóinak.

2013/59/EURATOM 44. cikk

Az előírt személyi dózismérések eredményeit:

- a) a hatóság, az engedélyes és a külső munkavállalók munkáltatója rendelkezésére kell bocsátani;
- b) át kell adni a foglalkozás-egészségügyi szolgálatnak annak érdekében, hogy az értékelhesse, hogy az eredmények milyen következményekkel járnak az emberi egészségre nézve;

487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet 30.§ (6)

Azokon az ellenőrzött területeken, ahol fennáll annak a lehetősége, hogy a munkavállalók külső sugárterhelése az évi 6 mSv effektív dózist meghaladja, az Országos Személyi Dozimetriai Nyilvántartás rendszerében alkalmazott hatósági személyi dózismérő mellett, az engedélyes által rendelkezésre bocsátott, folyamatos működésű és kijelzésű, a helyszínen leolvasható személyi dózismérőt vagy hang-, illetve fényjelzést adó egyéni dózisszintjelzőt is használni kell.

NS-G-1.13 - II.-15

Ha a reaktor több inhermetikus fűtőelemmel üzemelt, akkor a karbantartási folyamatok közben kiemelten kell ellenőrizni a személyzet belső sugárterhelését, mivel jelentős az alfa-sugárzó nuklidokkal történt inkorporáció veszélye.

NS-G-2.7 - 3.33.

Bármely dolgozó esetében, aki rendszeresen az ellenőrzött területre lép be, valamint az alkalmanként belépők közül azoknál, akiknél a sugárterhelésük, vagy a helyiség sajátosságai ezt indokoltá teszik, egyéni dózismérést kell alkalmazni.

GSR Part 3 - 3.99 és 3.100

A személyi dozimétereket a munkavállalóknak kötelező viselnie a sugárveszélyes területeken.

NS-G-2.7 - 3.33

Azokon a helyeken, ahol az egyéni dozimetralás nem elégséges, vagy nem megoldható, ott a munkahelyi monitoring rendszer mérései alapján kell megbecsülni az egyéni sugárterhelés nagyságát.

GSR Part 3 - 3.128

A létesítmények területén látogatást tevő személyek mellé az engedélyesnek biztosítania kell egy megfelelően képzett és a helyi sugárvédelmi szabályokban jártas munkavállalójának kíséretét. A látogatókat a követendő magatartásról tájékoztatni kell, és őket megfelelő védőfelszereléssel kell ellátni.

NS-G-2.7 - 3.35

Látogatók, illetve egyéb személyek beléphetnek az ellenőrzött területre személyi doziméter nélkül is, de abban az esetben vagy az adott helyiségekre jellemző dózisteljesítményből becsülve, vagy a személyi doziméterrel rendelkező kísérő sugárterhelése alapján kell megállapítani az egyéni dózisaikat.

6.3. Belső sugárterhelés megállapítása

NS-G-2.7 - 3.37

Az engedélyes gondoskodik a belső sugárterhelésnek kitett személyek esetén a megfelelő dozimetriai mérésekről. A méréseknek rendszeres időközönként, illetve speciális munkafeltételek esetében alkalmanként kell megtörténniük.

A belső sugárterhelés becslését indirekt mérésekkel kell elvégezni (pl. exkrétumok-, salakanyagok vizsgálata, egésztest-, vagy résztest számlálással).

Amennyiben olyan radioizotópoktól származik a bevitel, amit nem lehet azonnal a bevitel után mérni, más számítási módszerekkel is meg lehet határozni a belső sugárterhelésből származó dózist. Ilyen esetekben előre meghatározott módszerekkel becsülni lehet a munkahelyi monitorozó rendszer, a levegő mintavevő, vagy más felmérésekből származó értékeiből.

NS-G-2.7 - 3.38

A belső sugárterhelés értékeit elérhetővé kell tenni a hatóság számára.

7. Kibocsátás-ellenőrzés

A kibocsátás-ellenőrzés talán a sugárvédelem egyik legfontosabb kérdése. *Az atomenergia alkalmazása során a levegőbe és vízbe történő radioaktív kibocsátásokról és azok ellenőrzéséről* szóló 15/2001. (VI. 6.) KöM rendelet foglalkozik a kibocsátás-ellenőrzéssel. [29] A rendelet nem tartalmaz megítélésünk szerint kellő részletességet, illetve műszaki tartalmat, így azt szükséges kiegészíteni.

Javaslatainkhoz felhasználtuk a WS-G-2.3-at, az NS-G-1.13-at, a GSR Part3-at és az SSR2/1-et.

7.1. Általános szabályok

Az engedélyesnek üzembe kell helyeznie a környezet radioaktív szennyeződése és a lakosság tagjai sugárterhelésének értékeléséhez szükséges paraméterek mérésére alkalmas berendezéseket és be kell vezetnie a vonatkozó eljárásokat.

WS-G-2.3 - 4.1.

A bejelentő, illetve az engedélyes, a felelősségi körébe tartozó összes forrás üzemeltetése során azok radioaktív kibocsátását a hatóság által meghatározott határértékek alatt, az észszerűen megvalósítható legalacsonyabb szinten tartja. Haladéktalanul jelentést tesz a hatóságnak, ha bármely kibocsátása túllépi a jelentési szintet vagy az engedélyezett kibocsátási határértéket.

WS-G-2.3 - 4.2.

A bejelentő, illetve az engedélyes rendszeres időközönként felülvizsgálja a kibocsátásait és a kapcsolódó ellenőrzési intézkedéseit. Továbbá felülvizsgál és a kibocsátás-engedélyezés során figyelembe vesz a kibocsátási útvonalakban vagy a kritikus csoportok összetételében történő bármilyen változást, mely a számított dózisokat befolyásolja.

WS-G-2.3 - 4.4.

Az engedélyes, a kibocsátások és a környezeti sugárzás monitorozására programot hoz létre és működtet. Ezen programok célja azt biztosítani, hogy a hatóság által előírt követelmények teljesülnek, beleértve azon feltételek meglétét, melyek a kibocsátási határértékek származtatása során álltak fenn. A környezeti monitoring programnak a megfelelő szintű megbízhatósággal képesnek kell lennie a kritikus csoport sugárterhelésének meghatározására.

WS-G-2.3 - 4.6.

A kibocsátási vagy környezeti monitoring program az alábbiakat legalább figyelembe veszi:

- a) a kibocsátások és a környezeti monitoring rendszerekre vonatkozó követelmények teljesülését reprezentatív mintavétel alapján kell kidolgozni,
- b) a környezeti minták típusa és a hozzákapcsolódó mintavételi gyakoriság,
- c) a mérőberendezések kalibrálása és tesztelése,
- d) a mérési program feleljen meg a nemzetközi szabványoknak,
- e) analitikai laboratóriumoknak akkreditáltaknak kell lenni,
- f) a nyilvántartási rendszer legyen megfelelő,
- g) a jelentési eljárás a hatóság által előírtaknak legyen megfelelő.

487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet 46. § (1) és (2)

Az engedélyes köteles:

- a) a létesítmény, illetve a munkahely tervezett helyszínének sugárvédelmi szempontból történő vizsgálata során figyelembe venni a vonatkozó demográfiai, meteorológiai, geológiai, hidrológiai és ökológiai viszonyokat,
- b) ahol szükséges a radioaktív környezeti kibocsátására vonatkozó terveket készíteni, melynek határértékeit és környezeti kibocsátások feltételeit az atomenergia alkalmazása során a levegőbe és vízbe történő radioaktív kibocsátásokról és azok ellenőrzéséről szóló miniszteri rendelet állapítja meg, valamint
- c) korlátozni a lakosság tagjainak a létesítménybe vagy a munkahelyre történő bejutását.

NS-G-1.13 - 2.3

Még az első, nem anyagvizsgálati célt szolgáló sugárforrások létesítménybe érkezése előtt definiálni kell a létesítmény által keltett sugárterhelés kritikus lakossági csoportját.

GSR Part 3 - 3.132

Az engedélyesnek még a létesítmény üzembe helyezését megelőzően fel kell mérnie a következőket a kibocsátásokkal kapcsolatban:

- a kibocsátások lehetséges aktivitástartalmát;
- a lehetséges kibocsátási útvonalakat és az ezeken át várható, legvalószínűbb kibocsátások elemzését;
- a b) pontban vizsgált kibocsátásokból a származó környezeti hatásokat és kritikus lakossági csoportot érő dózisokat.

GSR Part 3 - 3.42

A monitoring rendszert úgy kell megtervezni, hogy közel valós időben legyen képes észlelni a kibocsátások jelentős növekedését, és erről ugyancsak közel valós időben visszajelzést kell biztosítani a személyzet és az automatikus biztonsági rendszerek számára.

NS-G-1.13 - 4.26 (3)

Mintavételi lehetőséget, csapolást kell biztosítani minden radioaktív közeghez.

NS-G-1.13 - 4.26 (3)

A radioaktív anyagok kibocsátását felügyelő mérőrendszernek meg kell tudni adnia egy adott (tervezett vagy terven kívüli) kibocsátás mértékét is. A rendszernek nuklidspecifikus mérést is végeznie kell, mind légnemű, mind folyékony kibocsátások esetén.

NS-G-1.13 – 5.6

A létesítményből nem baleseti radioaktív kibocsátás csak kezelés és mérés után történhet.

NS-G-1.13 – 9.1

Amennyiben a létesítmény rendelkezik a következő helyiségekkel, ott fokozott felügyeletet kell biztosítani a jelenlévő radioaktív anyagok miatt:

- műszerek és más felszerelések kalibrálását és vizsgálatait végző metrológiai laboratórium, a hozzá tartozó etalon sugárforrásokkal és besugárzó készülékekkel,
- radiokémiai minták vételére és mérésére szolgáló laboratórium,
- az a) és b) laborokhoz tartozó izotóptároló vagy tárolók,
- dozimetriai labor (a személyi mérőeszközök kiértékelésére).

NS-G-1.13 – 7.2

A monitoring rendszernek a nukleáris létesítmény normál üzeme, majd leszerelése során is rendelkezésre kell állnia. A rendszer konfigurációját a létesítmény életciklusának megfelelően kell megválasztani.

NS-G-1.13 – 7.5

A biztonság szempontjából kritikus helyeken lévő, illetve a nukleáris biztonság szempontjából fontos mérőeszközök, monitoring rendszerek legyenek redundánsak.

NS-G-1.13 – 7.5

Az alkalmazott mérőműszerek feleljenek meg a tervezéskor aktuális, vonatkozó IEC és ISO szabványoknak, és megfelelő időközönként történjen meg a rendszer fejlesztése a szabványok változását követve.

SSR2/1 - Req. 25

A sugárvédelmi monitoring rendszernek úgy kell felépülnie, hogy egy-egy elem kiesése ne befolyásolja a rendszer többi tagjának működőképességét.

SSR2/1 - Req. 30

A létesítmény üzembe helyezése előtt a sugárvédelmi monitoring rendszert a valóságoshoz a lehető legjobban közelítő módon, tesztprogrammal kell vizsgálni. Ennek során szimulálni kell a baleseti helyzetek rendszerre vonatkozó következményeit, a meghibásodásokat, továbbá a környezeti hatásokat is (pl. hőmérséklet, túlnyomás, nedvesség, vibráció, sugárzás).

SSR2/1 - Req. 33

Egy telephelyen lévő több atomreaktor esetében minden reaktorhoz független sugárvédelmi monitoring rendszer tartozzon.

NS-G-1.13 – 7.6

A monitoring rendszer mérőműszerei a létesítményben várható körülményeknek megfelelő kialakításúak legyenek legalább a következő területeken:

- a) mérési tartomány,
- b) érzékenység,
- c) ha szükséges, nuklidspecifikus mérési képesség,
- d) riasztási szintek és jelzések
- e) villamos tápellátás,
- f) környezetállóság a következőket figyelembe véve, a legfontosabb műszereknél baleseti helyzeteket is figyelembe véve:
 - fa) hőmérséklet,
 - fb) légnyomás, túlnyomás,
 - fc) páratartalom, folyadékállóság,
 - fd) vibráció,
 - fe) háttérsugárzás, baleseti sugárzás.

NS-G-1.13 – 7.6

A megfigyelő rendszer mérőműszereinek hibás működés, illetve a méréshatár elérése esetén jelzést kell adnia.

NS-G-1.13 – 7.9

A monitoring rendszer által mért fontosabb adatokat ki kell jelezni a helyszínen, a vezénylőben, a tartalék vezénylőben, és a környezetellenőrző szolgálatnál.

SSR2/1 - 5.56

A sugárvédelmi monitoring rendszer kezelőfelülete legyen könnyen átlátható és egyértelmű, és csak a lényeges információkat mutassa. A kezelőfelület segítségével azonban legyenek elérhetőek a részletes adatok is.

NS-G-1.13 – 9.1

A környezeti és sugárvédelmi monitoring rendszer, valamint a személyi dozimetriai rendszer számára fenn kell tartani egy adatközpontot, ahol az eredmények tárolásra és archiválásra kerülnek, és később is hozzáférhetőek.

NS-G-1.13 – 7.9

A monitoring rendszer által mért, a munkavállalókra közvetlenül vonatkozó adatokat számukra elérhetően kell kijelezni. A munkavállalóknak minden, tervezési alapon belüli baleseti helyzetben hallaniuk és/vagy látniuk kell a riasztási jelzéseket, és erre törekedni kell a tervezési alapon kívüli balesetek esetén is.

NS-G-1.13 – 8.2

A monitoring rendszernek a primer és szekunder hűtőkört is felügyelnie kell.

A monitoring rendszernek kis szivárgások és nagyobb kibocsátások megfelelő pontosságú mérésére is alkalmasnak kell lennie.

NS-G-1.13 – 8.9

Az inhermetikus fűtőelemekből kiszabaduló nuklidok észlelésére, valamint pontos mérésére alkalmas rendszert kell kialakítani, mely lehet a monitoring rendszer része, de egy független rendszer is.

SSR2/1 – Req. 9

A sugárvédelmi monitoring rendszernek a létesítmény egyedi tulajdonságait is figyelembe véve elsősorban már nemzetközi referenciával és üzemeltetési tapasztalattal rendelkező eszközökből kell felépülnie.

A sugárvédelmi monitoring rendszerhez meg kell határozni minimum rendszerkonfigurációt, amellyel még képes ellátni teljes körűen feladatait. A rendszer minimum alá csökkenése esetére ki kell dolgozni helyettesítő megoldásokat, valamint a pótláshoz szükséges eljárásokat.

NS-G-1.13 – 7.13

A monitoring rendszert legalább a következő helyeken ki kell építeni: konténment, reaktor körüli tér, reaktorcsarnok, fűtőelem-tároló és kezelő helyiségek, pihentető medence, hulladékkezelő rendszer elemei, dekontamináló helyiségek és rendszerek, a hulladékok és fűtőelemek szállítási útvonalai.

7.2. A mérőműszerekkel szemben támasztott követelmények

NS-G-1.13 – 7.6

A monitoring rendszer mérőműszerei a létesítményben várható körülményeknek megfelelő kialakításúak legyenek legalább a következő területeken:

- a) mérési tartomány,
- b) érzékenység,
- c) ha szükséges, nuklidspecifikus mérési képesség,
- d) riasztási szintek és jelzések
- e) villamos tápellátás,
- f) környezetállóság a következőket figyelembe véve, a legfontosabb műszereknél baleseti helyzeteket is figyelembe véve:
 - fa) hőmérséklet,
 - fb) légnyomás, túlnyomás,
 - fc) páratartalom, folyadékállóság,
 - fd) vibráció,
 - fe) háttérsugárzás, baleseti sugárzás.

NS-G-1.13 – 7.6

A megfigyelő rendszer mérőműszereinek hibás működés, illetve a méréshatár elérése esetén jelzést kell adnia.

NS-G-1.13 – 7.9

A monitoring rendszer által mért fontosabb adatokat ki kell jelezni a helyszínen, a vezénylőben, a tartalék vezénylőben, és a környezetellenőrző szolgálatnál.

7.3. Folyékony radioaktív kibocsátás-ellenőrzés

NS-G-1.13 – 5.6

A folyékony radioaktív anyagok kibocsátását monitorozó rendszernek ki kell terjednie a padlóvizek, a dekontamináló folyadékok, az ioncserélő szűrők tisztító vizei, a mosodai és öltözői vizek, a laborok vizei, valamint az esetlegesen kibocsátott hűtővizek mérésére is.

7.4. Légnemű radioaktív kibocsátás-ellenőrzés

NS-G-1.13 – 5.10

A légnemű radioaktív anyagok kibocsátását felügyelő mérőrendszernek képesnek kell lennie aeroszolok, jódizotópok és radioaktív nemesgázok elkülönített mérésére is.

NS-G-1.13 – 10.7

A légnemű kibocsátások megelőzésére, az adott körülményeket figyelembe véve, a szellőztető rendszereknek képesnek kell lennie részbeni vagy teljes recirkulációs üzemre, valamint bizonyos szakaszok lezárására, megakadályozandó a szennyezés tovaterjedését. A szellőző rendszerekbe kiegészítő szűrőket kell telepíteni, melyek normál üzemben is működtethetők vagy veszélyhelyzet esetén lehet a rendszerbe kapcsolni.

8. Dekontaminálás

A szabályozásunkban a dekontaminálás a 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendeletben, illetve a 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendeletben jelenik meg. Az előbbi leírja, hogy nyitott készítményt alkalmazó laboratóriumnak rendelkeznie kell dekontamináló készlettel, illetve leírja, hogy a dekontaminálás kinek a felelőssége, míg utóbbiban a tervezési követelmények között jelenik meg 3 pont, mely általános követelményeket tartalmaz, hogy a szükséges helyeken biztosítani kell a dekontaminálhatóságot, valamint az ellenőrzött zóna határán történő átlépéskor is, amennyiben szükséges.

Ennél fogva szükséges a szabályozás kiegészítése a nukleáris biztonság, a személyzet és a lakosság védelme, illetve a dózisok minimalizálása érdekében.

A NAÜ ajánlásait megvizsgáltuk. A biztonsági sorozatban nem találtunk olyan dokumentumot, amely kellő részletességgel foglalkozna a dekontaminálással, ezért más ajánlást kerestünk. 1979-ben Molban (Belgium) tartottak egy szakmai munkaülést, aminek keretében tanulmányt készítettek az atomerőművekben történő dekontaminálásról. A javaslatokhoz felhasználtuk a tanulmányt, az NS-R-5-öt, az NS-R-4-et és az NS-G-1.13-at. [30]

NS-R-5 Rev 1. - 6.36 (d)

Biztosítani kell a dekontaminálás távműködtetésű eszközökkel történő végrehajtását a szükséges helyeken.

NS-R-4 - 6.59

Biztosítani kell az ellenőrzött zónáknak, az ezekbe be- és az ezekből kilépő személyeknek, valamint az innen származó tárgyak ki- és bevitelének ellenőrzését és – amennyiben szükséges – a dekontaminálását.

A dekontaminálás hely- és erőforrásigénye nem csökkentheti a nukleáris biztonság szintjét.

A dekontaminálás során a kiinduló és az elérendő állapotot meg kell határozni előre, valamint az elért állapotot rögzíteni kell.

[30, 4.2., 6.1.1.]

Új dekontaminálási technológiát, vagy vegyszeres dekontaminálási technológia esetén új vegyszer komponens csak biztonsági elemzéssel igazolva lehet bevezetni. A biztonsági elemzésnek tartalmaznia kell:

- a) a dekontaminálási technológia alkalmazása során várható dózis (dekontamináló személyzet és lakosság) indokoltságát;
- b) a keletkező hulladék kezelésének módját;
- c) annak igazolását, hogy a dekontaminálás végrehajtható a létesítmény biztonsági funkcióinak sérülése nélkül;
- d) az aktivitás eltávolíthatóságának igazolása, melynek ki kell térni a szennyeződés fizikai, kémiai jellegére;
- e) új vegyszeres dekontaminálási technológia, vagy új vegyszer komponens bevezetése esetén
 - ea) a használatának indokoltságát, azt igazolva, hogy más technológiával nem lehet egyenértékű eredményre jutni;
 - eb) a szerkezeti anyagokra vonatkozó korróziós vizsgálat eredményeit és azok értékelését, melyet minősített tesztekkel kell igazolni.

A dekontaminálási folyamatot legalább az alábbiak szerint optimalizálni kell:

- a) másodlagos hulladékok keletkezésének mennyisége;
- b) személyi sugárterhelés nagysága;
- c) dekontaminálás hatékonysága.

Nukleáris létesítmények helyiségeinek és berendezéseinek dekontaminálásánál figyelembe kell venni minimálisan a helyiségek és berendezések közötti szennyeződés-terjedés tervezett irányát és az adott helyiségben alkalmazható vegyszerekre és technológiákra vonatkozó korlátozást.

[30, 4.3.]

A dekontaminálás lefolytatásához biztosítani kell a megfelelően képzett személyzetet, valamint az irányításukhoz egy, a dekontaminálásban jártas szakembert kell alkalmazni.

[30, 4.2.]

A dekontaminálási technikák fejlődését, tapasztalatait, kutatási eredményeit folyamatosan figyelemmel kell kísérni és vizsgálni kell azok alkalmazhatóságát.

[30, 6.2.1.]

Azoknak a berendezéseknek, illetve eszközöknek, melyek biztonságosan elszállíthatók, ki kell alakítani a dekontamináláshoz egy helyiséget, ahol a folyamat végrehajtható anélkül, hogy a nukleáris biztonságot befolyásolná.

NS-G-1.13 - 4.44.

Azoknál a helyiségeknél, ahol előfordulhat lyukadásból, vagy kifolyásból szennyezett vizek kijutása, dekontaminálható felületeket kell létrehozni, valamint a szennyeződés terjedését meg kell akadályozni. Ott megfelelő határoló felületeket, illetve a terjedés irányításához szükséges tervezést kell alkalmazni a szennyeződött felületek korlátozásához, a gyors elvezetéshez, valamint a kifolyt folyadék összegyűjtéséhez.

NS-G-1.13 - 4.45.

Azokban a helyiségekben, ahol olyan berendezés található, ami radioaktív folyadékot tartalmaz, zsompot kell kialakítani. A zompokat és csatornákat úgy kell megtervezni, hogy a tervezési üzemzavari lyukadásból származó folyadékot is képes legyen elvezetni. A rendszert tervezni kell a zomp elzáródására, illetve a nem megfelelő elszívásra is.

NS-G-1.13 - 4.47.

Megfelelő tartálykapacitással kell rendelkezni a radioaktív vizek tárolásához, hogy ideiglenesen se kelljen más célt szolgáló tartályokba vezetni azokat, illetve, hogy biztosítva legyen a környezetbe való kijutást minimalizálása.

NS-G-1.13 - 4.48.

Fel kell készülni arra, hogy a pihentető medence szintváltozásaikor nagy, felületileg szennyezett medencerészek kerülnek szárazra. Ezeket a felületeket megfelelően árnyékolni vagy dekontaminálni kell, amilyen hamar csak lehetséges.

NS-G-1.13 - 4.50.

Fel kell készülni hulladékszállító konténerek és egyéb csomagolások, testfelületek és a ruházat, valamint tárgyak dekontaminálására is.

9. A radioaktív hulladékok kezelésének szabályozása

Hazánkban a radioaktív hulladékok kezelésének szabályozásában hiányosságokat véltünk felfedezni. A kezelésre vonatkozó szabályok a 155/2014. (VI. 30.) Korm. rendeletben jelennek meg, melyek radioaktív hulladék tárolókra érvényesek. Egyéb követelmények jelennek meg a 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendeletben nukleáris létesítményre vonatkozóan, melyek általánosan foglalkoznak a hulladékkezelés kérdésével. Ezért szükséges, hogy fejlesszük a jogszabályokat.

Javaslatainkhoz felhasználtuk az NS-R-5-öt, az NS-G-2.7-et és az NS-G-1.13-at.

NS-R-5 Rev. 1 - 9.54.

A radioaktív hulladékok kezelésével kapcsolatos tevékenységeket a radioaktív hulladékok kezelésére vonatkozó nemzeti programmal összhangban, a nukleáris biztonság és a sugárvédelem szempontjainak érvényesítésével, a hulladékkal kapcsolatos jövőbeni, létesítményen kívüli kezelésre vonatkozó tervek figyelembe vételével, és a nukleáris létesítményből a környezetbe kibocsátott radioaktív anyagok mennyiségét a hatósági határértékek alatt tartva kell végrehajtani.

NS-G-2.7 - 4.2 g)

A radioaktív hulladékok feldolgozása és kondicionálása során figyelembe kell venni a biztonságos tárolás és elhelyezés szempontjait.

NS-G-1.13 - 4.47.

Megfelelő tartálykapacitással kell rendelkezni a radioaktív vizek tárolásához, hogy ideiglenesen se kelljen más célt szolgáló tartályokba vezetni azokat, illetve, hogy biztosítva legyen a környezetbe való kijutást minimalizálása.

NS-G-2.7 - 4.20.

A kezelésre, vagy kondicionálásra váró radioaktív hulladékok nagy mennyiségű felhalmozódását indokolt mértékig kerülni kell.

NS-G-2.7 - 4.21.

A radioaktív hulladékok tárolásához használt konténertárolótípusoknak biztosítania kell a szükséges tárolási ideig a radioaktív hulladékok benntartását.

9.1. Légnemű radioaktív hulladékok

NS-G-2.7 - 4.21.

A rövid felezési idejű nemes gázokat meg kell tartani arra alkalmas tartályban, vagy késleltető rendszerbe, hogy a kibocsátás előtt elfogadható aktivitású, vagy aktivitás-koncentrációjú radionuklidot tartalmazzon.

NS-G-2.7 - 4.30.

Az aeroszokok eltávolításához megfelelő eljárást kell kidolgozni. Azokat a paramétereket, melyek kritikusak a rendszer hatékony működéséhez, rendszeresen ellenőrizni kell.

NS-G-2.7 - 4.31.

Az illékony anyagokat el kell távolítani a gáz halmazállapotú radioaktív hulladékból. Azokat a paraméterek, melyek jelzik a szűrőanyag hatékonyságát, illetve a csere szükségességét, ellenőrizni kell.

NS-G-2.7 - 4.32.

Ha szükséges, a személyzet viseljen megfelelő védőruházatot és légző készüléket a szűrők vagy a szűrő anyagok teszteléséhez, karbantartásához, vagy cseréjéhez.

NS-G-2.7 - 4.33.

Amennyiben éghető anyag van jelen, vagy robbanó keverékek keletkezhetnek, megfelelő megelőzési és ellenőrzési intézkedéseket kell hozni a potenciális veszélyek bekövetkezésének csökkentésére.

9.2. Folyékony radioaktív hulladékok

NS-G-2.7 - 4.34.

A folyékony radioaktív hulladékok feldolgozó rendszerek működéséhez figyelembe kell venni a folyadék összetételét és tulajdonságát (a jelenlévő radionuklidok, az aktivitás, a részecskék koncentrációja, a kémiai összetételét, a toxicitását és a lehetséges maró anyagok jelenlétét).

NS-G-2.7 - 4.35.

A belépő anyagáramokat jellemezni kell, hogy a különböző típusú hulladékokat megfelelően el lehessen különíteni, és ha a különböző lehetőségek állnak rendelkezésre, a feldolgozás leghatékonyabb módszerét kell elfogadni az indokoltság elvének betartásával.

NS-G-2.7 - 4.37.

A hulladék kondicionáláshoz egy alkalmas mátrix anyagot és egy megfelelő tartályt kell használni. A tartályt megfelelően kell megtölteni, lezárni és címkézni, hogy a hulladékcsomag alkalmas legyen a kezeléshez, szállításhoz, tároláshoz és elhelyezéshez.

9.3. Szilárd radioaktív hulladékok

NS-G-2.7 - 4.38.

Szilárd radioaktív hulladéknál, az inhomogenitás miatt különös figyelmet kell fordítani a feldolgozás előtti reprezentatív mintavételhez, a tervezett folyamat kompatibilitásának igazolásához. Ennek érdekében megfelelő intézkedéseket kell hozni.

NS-G-2.7 - 4.40.

Amennyiben az engedélyes mobil kondicionáló berendezést üzemeltet, fokozott elővigyázatossággal kell eljárni az esetleges szennyeződés terjedés meggátolására.

ÖSSZEGZÉS

Előző cikkünkben megvizsgáltuk a nukleáris létesítményekre vonatkozó jogszabályok felépítését, valamint bemutattuk a hatósági rendszer újdonságait.

Jelen cikkünkkel bemutattuk a sugárvédelemmel kapcsolatos NAÜ ajánlások felépítését, valamint a kiválasztott dokumentumok feldolgozásának eredményeit. A javaslataink közül nem alkalmazható, illetve nem indokolt alkalmazni minden követelményt mindegyik nukleáris létesítményre. A teljes javaslat az atomerőművekre ajánlott, más létesítményekre felül kell vizsgálni, hogy melyek azok, amik ajánlatosak.

A munkánk során nagy mennyiségű módosításra tettünk javaslatot, melyek egy részét közvetlen a 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendeletben javasoltuk megjeleníteni, míg a többit útmutatóban kiadni.

A 9 feldolgozott NAÜ dokumentumból a javaslatokat 9 fő témakörbe soroltuk. A munkánkat úgy készítettük el, hogy esetlegesen a 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet külön mellékleteként, sugárvédelmi kötetként is fel lehessen használni.

A jelenlegi NBSZ struktúrába úgy tudnánk beépíteni, hogy a tervezési, valamint az üzemeltetési követelményeket elválasztva, a megfelelő kötetben, illetve számos olyan javaslat van, melyeket mindkét helyen szerepeltetve adhatnánk meg.

A hazai sugárvédelmi szabályozás nukleáris létesítményekre vonatkozó korszerűsítésére, kiegészítésére javaslatot tettünk a NAÜ dokumentumai segítségével. A munka folytatásának lehetőségét a nemzetközi jó gyakorlatok összegyűjtésében, hasznosításában látjuk.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Az 1996. évi CXVI. törvény az atomenergiáról
- [2] 16/2000. (VI. 8.) EüM rendelet az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról
- [3] 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről
- [4] A Tanács 2013/59/EURATOM irányelve az ionizáló sugárzás okozta 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 hatályon kívül helyezéséről
- [5] Horváth K., Kátai-Urbán L., Sebestyén Zs.: A nukleáris biztonság és védettség hazai kutatási-fejlesztési eredményei. *Hadmérnök*, XI. 4. (2016), 69-90
- [6] 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet a nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről
- [7] 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
- [8] Kecskés G., Lamm V., Silye J., Sulyok G., *Nukleáris jog a 21. század első évtizedeiben*. Budapest: Wolters Kluwer, 2013, ISBN: 978-963-295-339-7
- [9] European Commission, Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Atomic Energy Agency, International Labour Organization, OECD Nuclear Energy Agency, Pan American Health Organization, United Nations Environment Programme, World Health Organization, Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3, IAEA, Vienna (2014).
- [10] International Atomic Energy Agency, Safety of Nuclear Power Plants: Design, IAEA Safety Standards Series No. SSR-2/1 (Rev. 1), IAEA, Vienna (2016).
- [11] International Atomic Energy Agency, Safety of Nuclear Power Plants: Commissioning and Operation, IAEA Safety Standards Series No. SSR-2/2 (Rev. 1), IAEA, Vienna (2016).
- [12] International Atomic Energy Agency, Safety of Research Reactors, IAEA Safety Standards Series No. NS-R-4, IAEA, Vienna (2005).
- [13] International Atomic Energy Agency, Safety of Nuclear Fuel Cycle Facilities, IAEA Safety Standards Series No. NS-R-5 (Rev. 1), IAEA, Vienna (2014).
- [14] International Atomic Energy Agency, Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment, IAEA Safety Standards Series No. WS-G-2.3, IAEA, Vienna (2000).
- [15] International Atomic Energy Agency, International Labour Office, Occupational Radiation Protection, IAEA Safety Standards Series No. RS-G-1.1, IAEA, Vienna (1999).
- [16] International Atomic Energy Agency, Radiation Protection Aspects of Design for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. NS-G-1.13, IAEA, Vienna (2005).
- [17] International Atomic Energy Agency, Radiation Protection and Radioactive Waste Management in the Operation of Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. NS-G-2.7, IAEA, Vienna (2002).
- [18] International Commission On Radiological Protection, The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication 103, Elsevier (2007).

- [19] Magyarország: *Nemzeti jelentés, Hetedik jelentés, Készült a Nukleáris Biztonsági Egyezmény keretében*. Budapest: Magyarország, 2016
[http://www.oah.hu/web/v3/OAHPortal.nsf/B056886F00DE3A60C12580D10033006F/\\$FILE/Hetedik_Nemzeti_Jelent%C3%A9s_CNS.pdf](http://www.oah.hu/web/v3/OAHPortal.nsf/B056886F00DE3A60C12580D10033006F/$FILE/Hetedik_Nemzeti_Jelent%C3%A9s_CNS.pdf) (A letöltés ideje: 2016. november 19.)
- [20] Az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. honlapja:
<http://www.atomeromu.hu/hu/Lapok/default.aspx/> (A letöltés ideje: 2017. február 19.)
- [21] A Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Korlátolt Felelősségű Társaság honlapja: www.rhk.hu/letesitmenyeink/ (A letöltés ideje: 2017. február 19.)
- [22] A Magyar Tudományos Akadémia Energiatudományi Kutatóközpontjának honlapja:
<http://www.energia.mta.hu/hu> (A letöltés ideje: 2017. február 19.)
- [23] A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Nukleáris Technikai Intézetének honlapja: <http://www.reak.bme.hu/kutatas/oktatoreaktor.html> (A letöltés ideje: 2017. február 19.)
- [24] Rónaky J., Solymosi J.: Elemzés a hazai sugárvédelmi, biztosítéki, nukleáris biztonsági, és nukleáris veszélyhelyzeti felkészülési jogkörök egyesítéséről. *Hadmérnök*, II. 1. (2007) 86-123.
- [25] Solymosi J., Solymosi M.: Gondolatok „Az atomreaktorok biztonsága” című könyvről. *Hadmérnök*, IX. 1. (2014) 124-129.
- [26] Adorján F., Lux I.: A reaktorbiztonság jogi keretei In Elter J., Gadó J., Holló E., Lux I. (Szerkesztők) *Atomreaktorok biztonsága I., II. kötet*. Budapest: Somos Környezetvédelmi Kft., ELTE Eötvös Kiadó, 2013. ISBN 978-312-180-1, és ISBN 978-312-182-5
- [27] Deme S., Fehér I. (Szerkesztők): *Sugárvédelem*. Budapest: ELTE Eötvös Kiadó Kft., 2010. ISBN 978-963-284-080-2
- [28] 33/1998. (VI. 24.) NM rendelet a munkaköri, szakmai, illetve személyi higiénés alkalmasság orvosi vizsgálatáról és véleményezéséről
- [29] 15/2001. (VI. 6.) KöM rendelet az atomenergia alkalmazása során a levegőbe és vízbe történő radioaktív kibocsátásokról és azok ellenőrzéséről
- [30] International Atomic Energy Agency, Decontamination of operational nuclear power plants, Report of a technical committee meeting on the procedures for decontamination of operating nuclear power plants and handling of decontamination wastes organized by the International Atomic Energy Agency and held in Mol, Belgium 23-27 april 1979, IAEA, Vienna (1981).