



KATASZTRÓFAVÉDELMI KOORDINÁCIÓS TÁRCAKÖZI BIZOTTSÁG

ORSZÁGOS NUKLEÁRISBALESET-ELHÁRÍTÁSI INTÉZKEDÉSI TERV

3. fejezetéhez kapcsolódó

OBEIT 3.5. útmutató

Baleseti monitorozási stratégia

Verzió száma:

3.

2020. április

Az Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Intézkedési Tervhez kapcsolódó műszaki-tudományos dokumentum kidolgozásában a Felsőszintű Munkacsoport munkatársai működtek közre

Kiadta: Fichtinger Gyula, az OAH főigazgatója,
Budapest, 2020. április 24.

Felelős szerkesztő: Balczó Béla András
A kiadvány beszerezhető:
Országos Atomenergia Hivatal
1036 Budapest, Fényes Adolf utca 4.
1539 Budapest, Pf. 676
Telefon: 436-4987
Telefax: 436-4843

ELŐSZÓ

A nukleárisbaleset-elhárítás szabályozási rendszerének hierarchiája a következő:

1. A legfelső szintet a *törvények* képviselik, így legfontosabbként a katasztrófavédelemről, az atomenergiáról, a honvédelemről, valamint a különleges jogrendben bevezethető intézkedésekről szóló törvények.
2. A következő szintet a törvények végrehajtására kiadott *kormány- és miniszteri rendeletek* alkotják. Ezek közül a legjelentősebbek a katasztrófavédelemről szóló törvény végrehajtásáról, az Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Rendszerről, a nukleáris és radiológiai veszélyhelyzet esetén végzett lakossági tájékoztatás rendjéről, a lakosság természetes és mesterséges eredetű sugárterhelését meghatározó környezeti sugárzási helyzet ellenőrzési rendjéről és a kötelezően mérendő mennyiségek köréről szóló, valamint az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről szóló kormányrendeletek.
3. A jogi szabályozás mellett elengedhetetlen a nukleárisbaleset-elhárítási tevékenység műszaki szabályozása. A *műszaki szabályozás* rendszerében a legmagasabb szinten az *Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Intézkedési Terv* helyezkedik el, amelyet a Katasztrófavédelmi Koordinációs Tárcaközi Bizottság elnöke hagy jóvá. Ehhez igazodnak és kapcsolódnak a *szervezeti Nukleárisbaleset-elhárítási Intézkedési Tervek*, melyeket a központi, ágazati, területi és helyi szervek felelős vezetői hagynak jóvá és rendelnek el alkalmazni illetékességi területükön. A műszaki szabályozás a jogszabályi előírások betartásával készül és figyelembe veszi a nemzetközi ajánlásokat, valamint a hazai jó gyakorlatokat.
4. A jogi és a műszaki szabályozásban meghatározott követelmények és feladatok teljesítésére ajánlott módszereket és eljárásokat a szabályozás következő szintje, az Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Intézkedési Tervhez kapcsolódó *műszaki-tudományos dokumentumok* tartalmazzák. A Katasztrófavédelmi Koordinációs Tárcaközi Bizottság felhatalmazása alapján a műszaki-tudományos dokumentumokat az Országos Atomenergia Hivatal főigazgatója adja ki. E szabályozási szint legfontosabb célja, hogy útmutatást adjon az Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Rendszerben közreműködő szervek számára az előírányzott feladatok végrehajtásához, és hogy egységes szempontrendszert biztosítson a tevékenységek elvégzéséhez a nemzetközi ajánlások, a nukleárisbaleset-elhárítási gyakorlatok értékelése és a jó tapasztalatok figyelembevételével. Ezért az útmutatókban foglalt megfontolások minél teljesebb követése az Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Rendszerben közreműködő valamennyi szerv számára ajánlott.
5. A felsorolt szabályozásokat kiegészítik az Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Rendszerben közreműködő szervek, szervezetek belső szabályozási dokumentumai, amelyeket a minőségirányítási rendszerükkel összhangban készítenek és tartanak karban.
6. A jogi és a műszaki szabályozás változásait követve, valamint a felhalmozódott tapasztalatok alapján az útmutatók felülvizsgálata időről időre megtörténik. Az útmutatók alkalmazása előtt mindig győződjön meg arról, hogy a legújabb, érvényes kiadást használja-e! Az érvényes útmutatók az Országos Atomenergia Hivatal honlapjáról (www.haea.gov.hu) tölthetők le.

TARTALOMJEGYZÉK

1. Az útmutató tárgya és célja.....	7
2. Az útmutató érvényessége	7
3. Vonatkozó jogszabályok.....	7
4. Meghatározások, rövidítések.....	7
5. Általános szempontrendszer.....	8
6. A baleseti monitorozási stratégia alapjai.....	8
7. Irodalomjegyzék	10
1. melléklet: A monitorozási stratégia elemei, jellemzői.....	11
2. melléklet: A monitorozás végrehajtása.....	20
2M.1. A mérőeszközök működőképességének ellenőrzése.....	20
2M.2. A radioaktív csóva detektálása és helyzetének felmérése.....	20
2M.3. A talajfelszíni kiülepedés felmérése.....	21
2M.4. Környezeti dozimetriai mérések.....	22
2M.5. Sugárforrás monitorozása.....	22
2M.6. Felületi szennyezettség ellenőrzése	23
2M.7. Szennyezettség ellenőrzése és sugárforrás felderítése légi monitorozással	25
2M.8. A személyzet radioaktív szennyezettségének és sugárterhelésének ellenőrzése	25
2M.8.1. Személyi dozimetria – külső sugárterhelés.....	25
2M.8.2. Személyi dozimetria – a pajzsmirigy aktivitásának mérése	26
2M.8.3. Személyi szennyezettség-ellenőrzés.....	26
2M.8.4. A személyi sugármentesítés ellenőrzése.....	27
2M.8.5. A baleset-elhárításban résztvevők sugárvédelmi óvórendszabályai.....	27
2M.9. Mintavételi eljárások.....	28
2M.9.1. Helyszíni (mobil) levegőminta-vétel.....	28
2M.9.2. Talajmintavétel	29
2M.9.3. Vízmintavétel.....	30
2M.9.4. Tejmintavétel.....	31
2M.9.5. Növényi eredetű élelmiszerminta vétele.....	31
2M.9.6. Takarmányminta vétele.....	32
2M.9.7. Szedimentum mintavétele.....	33
2M.10. Baleseti monitorozó csoportok összefoglaló jellemzői.....	33
Függelék: Ellenőrző listák, munka- és adatlapok.....	36

1. AZ ÚTMUTATÓ TÁRGYA ÉS CÉLJA

A nukleáris veszélyhelyzetek kezelése során az egyik legfontosabb feladat a helyzetfelmérés. A lakossági óvintézkedések döntés-előkészítő folyamatában a környezeti és lakossági radioaktivitás-szintekről kell minél alaposabb és megbízhatóbb információval rendelkezni. A kibocsátás előtti időszakot leszámítva a veszélyhelyzet korai időszakában a monitorozási, mérési tevékenység kulcsfontosságúvá, majd a kései és helyreállítási időszakban meghatározóvá válik. E mérési eredmények a radionuklidok terjedését leíró számítások pontosításához és a lakosság sugárterhelésének közvetlen becsléséhez is szükségesek.

A veszélyhelyzet kezelése során az Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Rendszer (a továbbiakban: ONER) számos résztvevője végez monitorozási tevékenységet. Mivel a baleseti monitorozás sok szempontból eltér a normál időszakban végzett mérési, ellenőrzési tevékenységtől, az útmutató célja, hogy a különböző résztvevők számára egységes stratégiát és gyakorlati ismereteket nyújtson, amelyek segítségével az ilyen irányú létesítményi, ágazati, területi tevékenységek a speciális követelményeket figyelembe véve megtervezhetők, és rendszerszinten harmonizálva hajthatók végre.

2. AZ ÚTMUTATÓ ÉRVÉNYESSÉGE

Az útmutató hatálya kiterjed az ONER mindazon szervezeteire, amelyek – elsősorban jogszabályi kötelezettség alapján – radiológiai környezet-ellenőrzési, monitorozási tevékenységet végeznek. Érvényessége a radiológiai veszélyhelyzetek kezelésének minden időszakára kiterjed. Az útmutató az Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Intézkedési Tervhez (a továbbiakban: OBEIT) [1] készült segédlet, azzal együtt használandó, érvényességét elsődlegesen annak érvényessége határozza meg, különösen a veszélyhelyzeti időszakok és az óvintézkedési zónák meghatározásai tekintetében.

3. VONATKOZÓ JOGSZABÁLYOK

Az OBEIT 1.1. útmutatóban megadott jogszabályok teljes mértékben lefedik az útmutató alkalmazása során figyelembe veendő szabályozási környezetet.

4. MEGHATÁROZÁSOK, RÖVIDÍTÉSEK

<i>AM</i>	Agrárminisztérium
<i>BM</i>	Belügyminisztérium
<i>EMMI</i>	Emberi Erőforrások Minisztériuma
<i>ÉÓZ</i>	élelmiszer-fogyasztási korlátozások óvintézkedési zónája
<i>HPGe</i>	nagy tisztaságú germánium félvezető detektor
<i>HM</i>	Honvédelmi Minisztérium
<i>KTT</i>	a kibocsátástól távoli terület
<i>LSC</i>	folyadékszintillációs számláló
<i>MÓZ</i>	megelőző óvintézkedések zónája
<i>MVM PA Zrt.</i>	MVM Paksi Atomerőmű Zrt.
<i>OBEIT</i>	Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Intézkedési Terv
<i>OMSZ</i>	Országos Meteorológiai Szolgálat
<i>ONER</i>	Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Rendszer
<i>RHK Kft.</i>	Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft.
<i>SÓZ</i>	sürgős óvintézkedések zónája
<i>TL-detektor</i>	termolumineszcens dózismérő

5. ÁLTALÁNOS SZEMPONTRENDSZER

Az útmutató az ONER-ben részt vevő, monitorozásban érintett szervezetek ilyen irányú tevékenységének egységes szempontok alapján történő megtervezéséhez és rendszerszinten harmonizáló végrehajtásához nyújt segítséget. Az útmutató a környezeti elemek (levegő, talaj, vizek, növényzet stb.) monitorozásán túl áttekinti az épített környezet és a lakosság radiológiai ellenőrzését is.

6. A BALESETI MONITOROZÁSI STRATÉGIA ALAPJAI

A baleseti monitorozás célja a sugárzási helyzetről minél teljesebb információt adni. A mérési eredmények a radionuklidok terjedését leíró modellekkel végzett számítások pontosításához és a lakosság sugárterhelésének közvetlen becsléséhez egyaránt szükségesek. A baleseti monitorozási stratégiának négy alapvető, egymással összefüggő kérdésre kell választ adnia:

MIT	a mérendő mennyiség, mérés megnevezése,
MIÉRT	azaz a vizsgálatok célja, illetve az eredmények felhasználási területe,
MIKOR	a baleset mely fázisában szükséges, illetve célszerű a mérések elvégzése,
HOL	a monitorozásba bevonandó, baleset által érintett területek, várható irányok megnevezése.

A MIT kérdésnél a következők közül választhatjuk ki az aktuális, mérendő mennyiséget:

- meteorológiai adatok (szélsébség, -irány, légköri stabilitás, hőmérséklet, csapadék);
- környezeti dózisteljesítmény és dózis;
- aktivitáskoncentrációk a levegőben (pl. aeroszolok, radiojódok, nemesgázok);
- környezeti kiülepedés;
- környezeti elemek szennyezettsége (pl. felszíni vizek, talajvíz, növényzet);
- egyéni dózisok;
- épített környezet (épületek, utak stb.) szennyezettsége.

A MIÉRT kérdésre válaszolva több terület jelölhető meg, ahol a monitorozási adatok felhasználhatók:

- a csóva nyomvonalának előrejelzése, a kibocsátás detektálása;
- a hatóságok és a lakosság tájékoztatása;
- döntés-előkészítés, sürgős óvintézkedések meghozatala;
- a baleset-elhárításban és a helyreállításban részt vevők sugárvédelme;
- mezőgazdasági óvintézkedések és fogyasztáskorlátozás bevezetése;
- korábbi óvintézkedések feloldása, illetve további óvintézkedések meghozatala a kései időszakban;
- szennyezettség ellenőrzése;
- óvintézkedések feloldása;
- áttérés fennálló sugárzási helyzetre.

A monitorozó mérések egyik fő csoportját a környezetben elvégzett helyszíni – pl. dózisteljesítmény, in situ gamma-spektrometriai – mérések; a másikat a mintavételezés és laboratóriumi – pl. gamma-spektrometriai, összes-béta és összes-alfa – vizsgálatok jelentik.

A baleseti monitorozási feladatokat csak egy komplex monitorozó rendszer képes maradéktalanul ellátni, amelynek fő elemei a következők:

- automata (online) hálózat a külső gamma-dózisteljesítmény mérésére;
- automata (online) aeroszol- és elemi és szerves radiojód-mintavevők;
- mobil sugárfelderítő, mérő-, mintavevő egységek;
- minőségbiztosított mintavételi technikák helyhez kötött laboratóriumok környezeti és egyéb minták analízisére;
- összemérésekkel vagy más módon validált módszerek;

- személyek belső szennyezettsége és az ebből eredő dózis meghatározására alkalmas mérőhelyek, laboratóriumok, elemzőeszközök (szoftverek) és megfelelő szakértők;
- helyzetelemzésre és előrejelzésre alkalmas modellek és számítógépes programok, döntéstámogató rendszerek;
- megbízható és biztonságos adatátviteli és kommunikációs rendszer;

A baleseti monitorozási feladatok tervezésénél és az egyedi monitorozási stratégia meghatározásánál figyelembe kell venni, hogy a monitorozási, mérési, mintavételi feladatokra az egyes tárcáknál és azokon belül is nagyon különböző profilú és felszereltségű laboratóriumok, munkahelyek állnak rendelkezésre. A döntés-előkészítő személyzetnek rendszeresen aktualizált laborregiszter alapján naprakészen kell ismernie az egyes mérőhelyek képességeit és kapacitását.

A baleseti monitorozási stratégia alapvetően különbözik a normál időszakétól. Ez érvényes mind a helyszíni mérésekre, mind a minta-előkészítésre, mind a laboratóriumi mérésekre. A legfontosabb, de nem egyedüli tényező a gyorsaság, mint meghatározó követelmény, akár a pontosság rovására is, megadva az adott esetre vonatkozó mérési bizonytalanságot. Ebből következően a laboratóriumoknak előre elkészített és begyakorolt, a baleseti időszakban használandó módszertannal kell rendelkezniük. A baleseti monitorozási stratégia jellemzői természetesen különbözőek a veszélyhelyzet egyes időszakaiban, azaz a kibocsátás előtti, korai és késői fázisban is. A kibocsátás előtti fázis a felkészülés időszaka, a laboratóriumok végrehajtják a szükséges jelzési és riasztási feladatokat, és átállnak a baleset idején használandó mintavételi, minta-előkészítési, mérési, adattovábbítási rendre.

A monitorozási adatok helyes értelmezéséhez, feldolgozásához a mintavételi, helyszíni és laboratóriumi mérési körülmények egyértelmű megadása szükséges, azaz:

- a mintavételezés, helyszíni mérés helyszíne (GPS használata célszerű);
- dátum, időpont (helyi idő);
- a helyszíni mérések környezetének jellemzői (erdő, mező, város stb.);
- a mintavétel jellemző paraméterei (pl. időtartam, mélység-magasság);
- a mért fizikai mennyiség pontos megnevezése;
- a mérést jellemző információ (pl. kalibráció, határfok, geometriai, mérési feltételek);
- az eredmények bomlási korrekciója a mintavétel időpontjára;
- az aktuális (helyszíni, illetve laboratóriumi) háttér értéke (nem elegendő csupán a baleset előtti időszakot jellemző háttér ismerete).

A baleset korai és késői időszakaszát jellemző monitorozási stratégiát – MIT, MIÉRT, MIKOR és HOL kell mérni? – az 1. melléklet 1M.1. és 1M.2. táblázatai foglalják össze, elsősorban az OECD NEA dokumentuma alapján [2]. A HOL kérdésre felelő, a táblázatokban feltüntetett zónákat először a terjedési modell felhasználásával, majd a mérési eredményekkel kell szűkíteni, illetve a modellt vagy annak bemenő adatait módosítani.

A monitorozás szempontjából fontos részleteket, azaz a mérési eljárásokra és technikákra, az egyes módszerek előnyeire és hátrányaira vonatkozó információt az 1M.3.-1M.8. táblázatok ismertetik.

A baleseti monitorozási eljárások általános jellemzőit – különös tekintettel a mérések jellemző időszükségletére és az elérhető kimutatási határra – nagyrészt a [3] dokumentum alapján, az 1M.9. táblázat foglalja össze. A táblázatban feltüntetett idők nem tartalmazzák a minta-előkészítés időszükségletét, amelynek a jellemző nagyságrendjei, elsősorban a normál időszakra vonatkozóan:

- gamma-spektrometriánál 1-2 óra;
- összes-alfa és összes-béta méréseknél 1-2 nap;
- radiostroncium kémiai leválasztásánál 2-3 nap;
- alfa-spektrometriánál 1 hét.

Megjegyezzük, hogy a baleseti időszakban – különösen annak korai fázisában – a fenti előkészítési idők általában nem tarthatók. Megoldás lehet a rövidebb előkészítési időt igénylő eljárások (pl. gamma-spektrometria) alkalmazása, illetve a minta-előkészítési idő rövidítése a pontosság, megbízhatóság rovására. Példaként említhető a gamma-spektrometriai előkészítésnél a homogenizálás, darabolás elhagyása. Esetenként más módszertan alkalmazása a célravezető. Ezen alternatív módszereket – amint azt korábban is hangsúlyoztuk - a laboratóriumoknak/hálózatoknak előre el kell készíteniük, be kell gyakorolniuk, és megfelelő módon – pl. összemérésekkel - validálniuk kell.

Az útmutató 2. melléklete a helyszíni mérések, monitorozás végrehajtásához nyújt gyakorlati ismereteket, beleértve a mintavétel speciális kérdéseit és a baleseti monitorozó csoportok összefoglaló jellemzőit is a [3] és [4] NAÜ kiadványok alapján. Lényeges körülmény – a mintavételre és a helyszíni mérésekre, valamint a minta-előkészítésre vonatkozóan is -, hogy a baleseti körülmények között a sugárvédelem kérdései fokozottan jelentkeznek a külső- és belső sugárterhelés tekintetében is. Az OBEIT [1] 7.7. alfejezete a beavatkozást végrehajtók védelmére tartalmaz szabályokat, amelyek megfelelő alkalmazása - figyelembe véve a 487/2015. (XII. 30.) kormányrendeletnek a veszélyhelyzeti munkavállalók sugárvédelmére vonatkozó előírásait is – lehetővé teszi a biztonságos munkavégzést.

A Függelék példákat ad a tevékenység végrehajtásához szükséges ellenőrző listákra, munka- és adatlapokra [3].

Az Irodalomjegyzék [5] és [6] alatti NAÜ kiadványai elsősorban a baleseti monitorozás megtervezésénél használhatók.

7. IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Intézkedési Terv
- [2] Monitoring and Data Management Strategies for Nuclear Emergencies (Radiation Protection, OECD NEA, 2000, ISBN 92-64-17168-1)
- [3] Generic Procedures for Monitoring in a Nuclear or Radiological Emergency (Tecdod-1092) (IAEA, Vienna, 1999)
- [4] Guidelines on the Harmonization of Response and Assistance Capabilities for a Nuclear or Radiological Emergency (EPR-Harmonized Assistance Capabilities, IAEA, Vienna, 2017)
- [5] Environmental and Source Monitoring for Purposes of Radiation Protection (Safety Guide No. RS-G-1.8, IAEA, Vienna, 2005)
- [6] Programmes and Systems for Source and Environmental Radiation Monitoring (Safety Reports Series, No. 64, IAEA, Vienna, 2010)
- [7] OBEIT 7.1. útmutató: Sürgős óvintézkedések meghozatala, bevezetése és végrehajtása
- [8] OBEIT 10.1. útmutató: Sugársérültek kezelésének és ellátásának megszervezése
- [9] Iodine thyroid blocking. Guidelines for use in planning for and responding to radiological and nuclear emergencies (WHO, 2017)

1. MELLÉKLET: A MONITOROZÁSI STRATÉGIA ELEMEI, JELLEMZŐI

1M.1. táblázat

Baleseti monitorozási stratégia a korai időszakban

MIÉRT MIT	A hatóságok és a lakosság tájékoztatása	Sürgős óvintézkedések	Kibocsátás detektálása, csóva követése	Az elhárításban és a helyreállításban résztvevők védelme	Mezőgazdasági óvintézkedések és fogyasztási korlátozások	Szennyezettség ellenőrzése	Résztvevők
Meteorológiai adatok	SÓZ, ÉÓZ	SÓZ	MÓZ, SÓZ, ÉÓZ	SÓZ	SÓZ, ÉÓZ	SÓZ	AM
Környezeti dózis és dózisteljesítmény	SÓZ, ÉÓZ	SÓZ	MÓZ, SÓZ, ÉÓZ	MÓZ, SÓZ	SÓZ, ÉÓZ		BM, HM, AM, EMMI, MVM PA Zrt., RHK Kft.
Levegőaktivitáskoncentráció	SÓZ, ÉÓZ	SÓZ	MÓZ, SÓZ, ÉÓZ	SÓZ	SÓZ, ÉÓZ		EMMI, AM
Környezeti kiülepedés	SÓZ, ÉÓZ	SÓZ		SÓZ	SÓZ, ÉÓZ		BM, HM EMMI, AM, MVM PA Zrt., RHK Kft.
Élelmiszer-, víz- és környezeti szennyezettség		SÓZ			SÓZ, ÉÓZ		BM, HM EMMI, AM, MTA, MVM PA Zrt., RHK Kft.
Egyéni dózis	SÓZ	SÓZ		SÓZ		SÓZ	EMMI, HM, MTA, MVM PA Zrt.
Felületi szennyezettség				SÓZ		SÓZ	BM, HM, EMMI, AM, MTA, MVM PA Zrt., RHK Kft.

1M.2. táblázat
Baleseti monitorozási stratégia a kései időszakban

MIÉRT MIT	A hatóságok és a lakosság tájékoztatása	Az elhárításban és a helyreállításban résztvevők védelme	Mezőgazdasági óvintézkedések és fogyasztási korlátozások	Kései időszak óvintézkedései	Szennyezettség ellenőrzése	Résztvevők
Környezeti dózis és dózisteljesítmény	SÓZ, ÉÓZ, KTT	SÓZ, ÉÓZ, KTT	SÓZ, ÉÓZ, KTT	SÓZ, ÉÓZ, KTT		BM, HM, AM, EMMI, MVM PA Zrt., RHK Kft.
Levegőaktivitáskoncentráció	SÓZ, ÉÓZ, KTT	SÓZ, ÉÓZ, KTT		SÓZ		EMMI, AM, MVM PA Zrt., RHK Kft.
Környezeti kiülepedés	SÓZ, ÉÓZ, KTT	SÓZ, ÉÓZ, KTT	SÓZ, ÉÓZ, KTT	SÓZ, ÉÓZ, KTT	SÓZ, ÉÓZ, KTT	BM, HM, EMMI, AM, MVM PA Zrt., RHK Kft.
Élelmiszer-, víz- és környezeti szennyezettség	SÓZ, ÉÓZ, KTT	SÓZ, ÉÓZ, KTT	SÓZ, ÉÓZ, KTT	SÓZ, ÉÓZ, KTT	SÓZ, ÉÓZ, KTT	BM, HM, EMMI, AM, MTA, MVM PA Zrt., RHK Kft.
Egyéni dózis	SÓZ, ÉÓZ, KTT	SÓZ		SÓZ, ÉÓZ	SÓZ, ÉÓZ, KTT	EMMI, MTA, MVM PA Zrt.
Felületi szennyezettség	SÓZ, ÉÓZ, KTT	SÓZ		SÓZ	SÓZ	BM, HM, EMMI, AM, MTA, MVM PA Zrt., RHK Kft.

Megjegyzés: a kései időszakban elvégzett mérések eredményei szolgálnak alapul a fennálló sugárzási helyzetre történő áttérésre vonatkozó döntés meghozatalához

1M.3. táblázat

A környezeti dózis és dózisteljesítmény mérése

A megvalósítás módja (mértékegység)	Mérési módszer/eszköz	Előnyök	Hátrányok	Egyéb szempontok
Telepített, automata gamma-dózisteljesítmény-monitorozó rendszer (Sv/h)	- GM- és proporcionális számlálók - ionizációs kamrák - NaI(Tl) detektorok - félvezető detektorok	- automatikus riasztás biztosítható - nagy területek gyors áttekintése	- csak a telepítés helyén mér - a szennyezettség inhomogenitását nem követi	- a talaj feletti magasság befolyása - a telepítés helye - a telepítés sűrűsége
Mobil berendezések (Sv/h)	- GM- és proporcionális számlálók - ionizációs kamrák - NaI(Tl) detektorok - félvezető detektorok	- részletes helyi mérések lehetősége	- a személyzet sugárterhelése nagy lehet	- a talaj feletti magasság befolyása - a mérés helyszíne
Légi felderítés (Sv/h)	- NaI(Tl) detektorok - proporcionális számlálók - félvezető detektorok	- nagy területek vizsgálata - mind a kiülepedés, mind a felhő vizsgálatára alkalmas	- kalibráció nehézkes - nagy költségigényű	- a talaj feletti magasság befolyása
Integrált mérés (Sv)	- TL-detektor - elektronikus integrálás	- egyszerű felhasználás, szállítás	- a TL-detektor kiolvasó műszert igényel	

1M.4. táblázat
Levegőaktivitás-koncentráció mérése

A megvalósítás módja (mértékegység)	Mérési módszer/eszköz	Előnyök	Hátrányok	Egyéb szempontok
Telepített, online aeroszol- mintavevő és mérőberende- zések (Bq/m ³)	- gamma-spektrometriai mé- rés (NaI(Tl) és HPGe de- tektor)	- riasztási funkció - minőségi analízis - időbeli változások követhetők - érzékeny	- a HPGe detektor hűtést igényel	-
	- összes-béta és/vagy -alfa mérése (plasztik szcint., Si- PIPS detektor, energia- diszkriminálás)	- riasztási funkció - időbeli változások követhetők - érzékeny	- nem nuklidspecifikus	-
	- jódmonitor	- riasztási funkció - időbeli változások követhetők		- a nem aeroszolhoz kötött jód méréséhez további szűrők szükségesek
Telepített mintavevő állomások, a szűrő laboratóriumi elemzésével (Bq/m ³)	- HPGe detektor - jódmintavétel (elemi és szerves is)	- minőségi analízis	- a mintavétel, szállítás, előkészítés és a mérés időigényes	- nem alkalmas korai riasztásra
Mobil levegőminta-vevő (Bq/m ³)	- online összes-béta - a szűrő gamma-spektrometriai analízise	- mobilitás - kiülepedés térképe	- a személyzet sugárterhelése nagy lehet	- nem alkalmas korai riasztásra
Légi jármű-fedélzeti levegőminta-vétel (Bq/m ³)	- in situ/labor spektrometria	- a koncentrációk térbeli (magasság is) függése felmérhető	- nagy költségigényű	-

1M.5. táblázat
Környezeti kiülepedés mérése

A megvalósítás módja (mértékegység)	Mérési módszer/eszköz	Előnyök	Hátrányok	Egyéb szempontok
Talajfelszíni in situ aktivitás mérése (Bq/m²)	- in situ gamma-spektrometria (HPGe detektorral)	- információ a radionuklidok kiülepedéséről - a nuklidösszetétel gyors becslése	- bonyolult kalibráció - csak gamma-sugárzók mérhetőek - a detektor hűtése	- a kalibráció korlátozott érvényessége
Talajfelszíni aktivitás légi mérése (Bq/m²)	- NaI(I) detektorok	- információ a területi inhomogenitásokról - gyors	- a nuklidazonosítás korlátozott - talajfelszíni kalibráció szükséges - csak gamma-sugárzók mérhetőek - nagy költségigényű	- sugárforrás felderítésére is alkalmas
	- HPGe detektorok	- információ a területi inhomogenitásokról - gyors	- talajfelszíni kalibráció szükséges - csak gamma-sugárzók mérhetőek - detektor hűtése - nagy költségigényű	- sugárforrás felderítésére is alkalmas
Környezeti minták vizsgálata (Bq/m²) (talaj, növényzet, csapadékvizek)	- laboratóriumi analízis (HPGe detektorok)	- radionuklidok azonosítása, aktivitáskoncentráció meghatározása	- a csapadékminta-vevőket telepíteni kell - minta-előkészítés általában szükséges	- nedves/száraz mintatömeg
A kiülepedés modellezése a dózisteljesítmény-adatokból (Bq/m²)	- kiülepedési modell	- időbeli felbontás - nagy területeket lefedhet	- a radionuklid-összetétel változása meghatározó hibát okozhat	- a légköri radioaktivitás és a nem reprezentatív helyszínek hibát okozhatnak

1M.6. táblázat

Élelmiszer-, víz- és környezeti szennyezettség méréseinek elemei

A megvalósítás módja (mértékegység)	Mérési módszer/eszköz	Előnyök	Hátrányok	Egyéb szempontok
Gamma-spektrometria (Bq/kg vagy Bq/l)	- HPGe detektor - NaI(Tl) detektor	- nuklidok azonosítása - nagy érzékenység	- hűtés - korlátozott nuklidazonosítás	
Energiaszelektív béta-mérés (Bq/kg vagy Bq/l)	- folyadékszintillációs mérés - Si-PIPS detektor	- nagy mennyiségű, automatizált mérés - kis energiájú béta-sugárzó nuklidok is mérhetőek	- a nuklidazonosítás korlátozott	
Összes-béta (Bq/kg vagy Bq/l) - kémiai elválasztás nélkül - kémiai elválasztással	- GM- vagy proporcionális számláló - alacsony háttérű béta-szintillátor - folyadékszintillátor	- nagy érzékenység - nuklid(elem)specifikus	- nem nuklidspecifikus - munka- és időigényes	- a természetes háttér zavar
Összes-alfa (Bq/kg vagy Bq/l)	- GM- vagy proporcionális számláló - alfa-szintillátor	- rövid mérési idő - előzetes szelektálás (screening)	- nem nuklidspecifikus	- a természetes radionuklidok zavarnak
Alfa-spektrometria (Bq/kg vagy Bq/l)	- Si-PIPS detektor - folyadékszintilláció	- spektrális információ	- munkaigényes - mintaszpecifikus előkészítés szükséges - hosszú mérési idő	

1M.7. táblázat
Egyéni szennyezettség- és dózismérés

A megvalósítás módja (mértékegység)	Mérési módszer/eszköz	Előnyök	Hátrányok	Egyéb szempontok
Külső sugárterhelés (Sv vagy Gy)	- termolumineszcens dózismérők - elektronikus doziméterek	- tömegesen alkalmazható - közvetlen kijelzés - riasztásfunkció	- kiértékelő készülékre van szükség - - drága	-
Külső szennyezettség (cps; Bq/cm²)	- alfa-monitorozás szcintillációs vagy proporcionális számlálóval - béta-monitorozás - GM-, proporcionális vagy szcintillációs számlálók	- gyors - nagy populáció mérése	- nem nuklidspecifikus - beépített rendszerek csak nukleáris létesítményekben vannak - az alfa-érzékenység erősen távolságfüggő - az alfa-monitor sérülékeny - képzett személyzet szükséges	-
Belső szennyezettség monitorozása (cps; Sv/h vagy Gy/h)	- szennyezettség-monitorok vagy dózisteljesítménymérők (pajzsmirigy-monitorozással)	- más célra is használható berendezés - az eredmény azonnal megkapható - nagy kapacitás	- nem nuklidspecifikus - csak előszűrésre alkalmas	- a modell megbízhatósága meghatározó
Belső szennyezettség mérése (Bq; Sv vagy Gy)	- gamma-spektrometria (HPGe vagy NaI(Tl) detektorok) (egésztest, pajzsmirigy vagy tüdő mérései)	- radionuklid-információ - egésztest vagy meghatározott szervek - érzékeny - gyors mérés	- energiaigény - súlyos árnyékolás - bonyolult kalibráció - NaI kis felbontású spektrum - HPGe detektor hűtése	- a modell megbízhatósága meghatározó
Exkréciós mérések (Bq/l; Bq/minta; Sv vagy Gy) - orrváladék - vizelet - széklet	- laboratóriumi analízis - direkt gamma-spektrometria - radiokémiai elválasztás, alfa-spektrometria, béta-mérés	- nuklidazonosítási lehetőség - alfa- és béta-sugárzók vizsgálatára is alkalmas - a minta könnyebben szállítható, mint az ember - érzékenység	- a minták speciális kezelést igényelnek - hosszú várakozás az eredményekre - képzett személyzet - biológiai kockázat - speciális szállítás	- a modell megbízhatósága meghatározó
Egyéni dózis (Sv vagy Gy)	- biológiodozimetria (citogenetikai analízis)	- baleseti besugárzásoknál is alkalmas	- kis érzékenység (100 mSv feletti dózissokra)	- egyéni variabilitás

1M.8. táblázat
Tárgyak felületi szennyezettségének mérése

A megvalósítás módja (mértékegység)	Technika	Előnyök	Hátrányok	Egyéb szempontok
Külső szennyezettség (cps; Bq/cm²)	<ul style="list-style-type: none"> - alfa-monitorozás szcintillációs vagy proporcionális számlálókkal - béta-monitorozás GM-, proporcionális vagy szcintillációs számlálóval 	<ul style="list-style-type: none"> - gyors - azonnali eredmény 	<ul style="list-style-type: none"> - nem nuklidspecifikus - távolságérzékeny - az alfa-detektor sérülékeny - képzett személyzet szükséges - pontatlan 	<ul style="list-style-type: none"> - legalább alfa/béta diszkrimináció szükséges

1M.9. táblázat
Baleseti monitorozási eljárások főbb jellemzői

Mérendő mennyiség: radio-nuklid	Detektor/mérőeszköz	Minta	Jellemző MDA	Szokásos mérési idő	Várható mérési bizonytalanság
összes-alfaaktivitás	proporcionális számláló	levegőszűrő, csapadék	1 Bq/minta	1 – 100 perc	20%
összes-bétaaktivitás	proporcionális számláló	levegőszűrő, csapadék	2 Bq/minta	1 – 100 perc	20%
gamma-aktivitás	HPGe	talaj, levegő (in situ)	100 Bq/m ²	100 – 1000 s	(10 - 50)%
gamma-aktivitás	HPGe	környezeti, élelmiszer stb.	1 Bq/minta	100 – 1000 s	(5 - 20)%
³ H	LSC	víz, egyéb folyadékok	(5 – 10) Bq/l	30 - 100 perc	10%
⁸⁹ Sr és ⁹⁰ Sr	LSC ¹	környezeti, élelmiszer stb.	(0,3 – 10) Bq/minta ²	10 – 30 h	15%
Pu	alfa-spektrométer ³	környezeti, élelmiszer stb.	(0,003 – 0,1) Bq/minta ⁴	10 – 40 h	(10 – 15)%
Am, Cm	alfa-spektrométer ³	környezeti, élelmiszer stb.	(0,003 – 0,1) Bq/minta ⁵	10 – 40 h	(10 – 15)%

MDA – minimálisan kimutatható aktivitás (kimutatási határ)

¹ radiokémiai elválasztás után

² a mintafajtától függ ([3] Table E1, p. 167)

³ minta-előkészítés után

⁴ a mintafajtától függ ([3] Table E2, p. 183)

⁵ a mintafajtától függ ([3] Table E3, p. 195)

2. MELLÉKLET: A MONITOROZÁS VÉGREHAJTÁSA

2M.1. A mérőeszközök működőképességének ellenőrzése

Az ellenőrzés két fő lépése a mérés előtti üzemképesség ellenőrzése, valamint a minőségi ellenőrzés. Az eredményeket megfelelő módon dokumentálni kell (lásd Függelék F.1. ábra).

Az üzemképesség ellenőrzése során meg kell győződni:

- az eszköz fizikai sértetlenségéről;
- a kalibrálási bizonyítvány alapján a kalibráció érvényességéről;
- az elemek/akkumulátor töltöttségéről;
- a nullpont állíthatóságáról, helyességéről;
- a mérőfej feszültségének helyes értékéről (ha ellenőrizhető);
- a mérőeszköz beállításainak megfelelőségéről (riasztási értékek).

A mérés minőségi ellenőrzése megfelelő sugárforrás rendelkezésre állása esetén egy azzal végrehajtott ellenőrző mérést jelent. A mérési eredménynek az elfogadható hibán – dózisteljesítmény-mérőnél általában $\pm 20\%$, szennyezettség-mérőnél $\pm 30\%$ – belül meg kell egyeznie az előre rögzített értékkel. (Analóg műszernél lehetőleg a skála utolsó harmadában olvassuk le az eredményt!) Az ellenőrzést a monitorozási tevékenység megkezdésekor és befejezésekor is végre kell hajtani, és eredményét fel kell jegyezni. Ha a befejezéskor találtunk hibát, a monitorozás alatt kapott eredményeket meg kell jelölni, és használhatóságukat meg kell vizsgálni.

2M.2. A radioaktív csóva detektálása és helyzetének felmérése

A csóva jelenlétének detektálása és kiterjedése felmérésének elsődleges célja annak ellenőrzése, hogy egy adott területen az elrendelt kimenekítés biztonsággal végrehajtható-e. További cél, hogy azokon a területeken, ahol az előrejelzések alapján elzárkóztatást és jódpofilaxist rendeltek el, ellenőrizzük a csóva elhaladásának tényét. Ez szükséges ahhoz, hogy felkészíthessük a lakosságot és a beavatkozó állományt az elrendelet óvintézkedések megszüntetésére vagy további intézkedések végrehajtására.

Ha a környezeti dózisteljesítmény felmérése idején (l. 2M.3) még tart vagy újból elkezdődött a radioaktív anyagok emissziója, akkor egyidejűleg jelenik meg a csóva és a kiüledés sugárzása. A csóva sugárzására jellemző annak időbeli fluktuációja a csóva pályájának meanderezése (kanyarodása) következtében, míg a kiüledés sugárzása rövid idő alatt nem változik. Ennek alapján a csóva sugárzását úgy lehet kimutatni, ha nagy érzékenységű, de rövid időállandójú, például NaI(Tl) detektorral egy adott pontban néhány percig mérjük a sugárzás gamma-dózisteljesítményét. A mérés ideje alatt a minimum értéket közelítően a kiüledés adja, az e feletti értékeket a csóva gamma-sugárzása okozza. Meg kell jegyezni, hogy a szélirány megváltozása esetén a csóva iránya is megváltozik, visszakanyarodás esetén sokáig úgy tűnhet, hogy a csóva nem is mozog.

A mérés célszerűen járműre szerelt nagy érzékenységű detektorral és dózisteljesítmény-mérővel végezhető el.

A feladat végrehajtása előtt a következő műveleteket kell végrehajtani:

- a várható irányra, távolságokra stb. vonatkozó előzetes információk rögzítése;
- a mérőeszköz ellenőrzése (lásd 2M.1. pont);
- az összeköttetést biztosító eszköz (pl. rádió) ellenőrzése;
- a GPS-berendezés ellenőrzése;
- azon mérőberendezések műanyag fóliába burkolása az elszennyeződés megelőzésére, amelyek funkcióját vagy funkcióváltását a fólia nem akadályozza;

- riasztási szint beállítása az önleolvasó dozimétereken;
- megfelelő személyi védelmet nyújtó ruházat, levegőszűrő stb. felvétele.

A csóva vélelmezett helye, határa felé közeledve:

- a jármű becsukott ablakai mellett folyamatos mérést kell végezni;
- a háttér ötszörösét elérő szint esetén a mérő/értékelő csoport vezetőjével közölni kell a pozíciót és a mért értéket;
- a csoport vezetőjének utasításai szerint folytatni kell a csóva nyomvonalának és kiterjedésének felmérését.

A csóvát elérve:

- zárt és nyitott detektorablakkal kell a gamma- és (béta+gamma)-sugárzás dózisteljesítményét megmérni a talaj felszínétől számított 1 m és 3 cm távolságban. A 2M.1. táblázat figyelembevételével, valamint a mérési eredmények alapján közelítőleg eldönthető, hogy a csóva a talaj felett van-e, elérte-e a talajfelszínt, illetve már elhaladt-e az adott helyen;
- amennyiben a mérési eredmények alapján a csóva már elérte a talajfelszínt, a csóva tengelyében levegőmintát kell venni (a csóvatengely meghatározásához rövid időállandójú műszert kell használni, pl. NaI(Tl) detektorral felszerelt szennyezettségmérőt);
- a jármű, a személyzet és a mérőeszközök szennyeződését rendszeresen ellenőrizni kell monitorozás közben, majd azt követően is.

2M.1. táblázat

Általános szabályok a radioaktív csóva helyzetének meghatározásához

1 m magasság	ÉS	3 cm magasság	
$(\beta+\gamma) \approx \gamma$		$(\beta+\gamma) \approx \gamma$	a csóva a talaj felett van
$(\beta+\gamma) > \gamma$		$(\beta+\gamma) > \gamma$	a csóva elérte a talajfelszínt
$(\beta+\gamma) \approx \gamma$		$(\beta+\gamma) > \gamma$	a csóva elhaladt (talajfelszíni szennyeződés)

2M.3. A talajfelszíni kiülepedés felmérése

A felmérés célja azon terület meghatározása, ahol a jódpofilaxisra, elzárkóztatásra és kimenekítésre, vagy csak élelmiszer-fogyasztásra vonatkozó – talajfelszíni szennyeződés dózisteljesítményében kifejezett – származtatott intézkedési szinteket meghaladó értékek találhatóak (OBEIT 2.20. táblázat), továbbá a kiugróan magas szennyeződésű „forró foltok” azonosítása. Nagyobb terület esetén a mérés közúti vagy légi járműre szerelt dózisteljesítmény-mérővel végezhető el. (Önmagában az utak monitorozása kevésbé megbízható képet ad a kiülepedés általános mértékéről.)

A méréseket a lakosság normál életvitel melletti főbb tartózkodási helyein, lehetőleg sík, fűvel fedett helyeken (pl. parkok) vagy a természetes talaj felett kell elvégezni. Ha a méréseket még a csóva továbbhaladása előtt kell végrehajtani, akkor törekedni kell a talajtól és csóvától származó komponensek elkülönítésére (pl. kollimátor alkalmazásával vagy megismételt mérések minimumának figyelembevételével, l. 2M2. pontban leírtakat). Elsőként azok a területek vizsgálandók, ahol a csóva feltételezhetően áthaladt és a kiülepedésből a legnagyobb dózisteljesítményeket várhatók. Például azokon a helyeken, ahol a csóva áthaladása alatt csapadék hullott. Azonban a csapadék összefolyási helyein a mérési eredmények nem mértékadóak a terület általános szennyezettségét tekintve.

A mérés járműre szerelt dózisteljesítmény-mérővel végezhető el. Először az utakon kell végighaladni, majd a mérési eredmények alapján kell a részletes méréseket elvégezni.

A feladat végrehajtása előtt a következő műveleteket el kell végezni.

- a várható irányra, távolságokra stb. vonatkozó előzetes információk rögzítése;
- a mérőeszköz ellenőrzése;

- az összeköttetést biztosító eszköz (pl. rádió) ellenőrzése;
- a GPS-berendezés ellenőrzése;
- azon mérőberendezések műanyag fóliába burkolása az elszennyeződés megelőzésére, amelyek funkcióját vagy funkcióváltását a fólia nem akadályozza;
- riasztási szint beállítása az önleolvasó (elektronikus) dozimétereken;
- megfelelő személyi védelmet nyújtó ruházat, levegőszűrő stb. felvétele.

A szennyezett terület felé közeledve, illetve azt elérve:

- a legkisebb méréshatárt beállítva, a járműben tartózkodva kell megkezdeni a folyamatos méréseket (ha mérőműszer detektora a jármű belsejében van, vagy a gépkocsi részben árnyékolja, akkor a mérés eredményét a csökkent hatásfoknak megfelelően korrigálni kell);
- ha a mért teljes dózisteljesítmény eléri a 0,1 mSv/h értéket, akkor ezt a pozíciót rögzíteni kell és az adatot jelenteni a mérések irányítójának;
- tovább haladva a leírtakat meg kell ismételni az 1 mSv/h dózisteljesítményt elérő helyen is;
- a továbbiakban ki kell mérni azt a pontot, ahol a dózisteljesítmény az 1, majd a 0,1 mSv/h alá csökken.

A mérés közben lehetőleg el kell kerülni a talajra kiülepedett szennyeződés felporlódását. A jármű, személyzet és a mérőeszközök szennyeződését rendszeresen ellenőrizni kell monitorozás közben, majd azt követően is.

2M.4. Környezeti dozimetriai mérések

A mérések célja a baleseti kibocsátás által érintett területen a sugárzási szintek emelkedésének meghatározása, a csóva nyomvonalának és a sugárzási tereknek a rekonstrukciója. A mérés a területre kihelyezett passzív, integráló típusú dózismérőkkel történhet (pl. megfelelő érzékenységgű TL-detektorokkal). A vizsgálandó terület kijelölésénél támaszkodni kell az előzőekben leírt, 2M.2. és 2M.3. szakasz szerinti felmérések eredményeire.

A detektorokat az érintett településeken belül, szabad területen kell elhelyezni. Pozíciójukat GPS-koordináták alapján, ennek hiányában térképen történő beazonosítással kell rögzíteni. A kihelyezési pontokon meghatározandó és feljegyzendő a környezeti dózisteljesítmény szintje a kihelyezés időpontjában.

Egy-egy helyszínen megfelelő tokozásban két-két TL-detektort kell egy rúdra vagy más alkalmas szerkezetre rögzíteni kb. 1 m magasságban. A tokozást megfelelő módon (pl. időjárás-állóság figyelembevételével) meg kell számozni, a számokat és a kihelyezés idejét fel kell jegyezni.

A mérési időszak befejeztével a TL-detektorokat be kell gyűjteni és elkülönítetten kezelni azok szennyezettségének ellenőrzéséig. A szennyezett csomagokat a többitől elkülönítve kell tárolni, kezelni, és a szennyezettség tényét, szintjét fel kell jegyezni, hogy ennek alapján a mért érték korrigálható legyen. Ugyancsak ellenőrizendő, hogy a TL detektorok sorszáma megegyezik-e a kihelyezéskor feljegyzett sorszámmal, az eltérést, valamint a hiányt és sérülést is fel kell jegyezni. A levétel idejét rögzíteni kell.

A TL-detektorokat kihelyezés előtt és a levétel után a kiértékelésig alacsony háttérű helyen (pl. ólomkonténerben) kell tárolni. A személyzet és a mérőeszközök szennyeződését ellenőrizni kell a detektorok begyűjtésének befejeztével.

2M.5. Sugárforrás monitorozása

A vizsgálat célja a sugárforrás közelében a dózisteljesítmény mérésével a beavatkozások elrendeléséhez, illetve a forrás biztonságba helyezéséhez szükséges információ biztosítása. A beragadt vagy sérült forrá-

sok nem jelentenek mérési problémát, az elveszett vagy ellopott sugárforrások megtalálása, azonosítása már sokkal nagyobb detektálási nehézségekkel jár. A két esetcsoport lényegesen különbözik a felhasználandó mérőeszköz tekintetében is, az elsőnél sokkal nagyobb – akár 1 Gy/h nagyságrendű – dózisteljesítmény várható, míg a másodiknál a detektor kellő érzékenysége – pl. légi monitorozásnál – elsőrendű szempont. A sugárforrás monitorozása gondos előkészületeket igényel, hogy a mérőszemélyzet sugárterhelése a lehető legalacsonyabb legyen.

A feladat végrehajtása előtt az előzőekben ismertetett ellenőrzéseket el kell végezni.

A feltételezeten nagyobb dózisteljesítményű helyet megfelelő méréstartományú mérőműszerrel kell óvatosan megközelíteni. A várhatóan igen nagy dózisteljesítmény esetén vagy nehezen megközelíthető helyeknél teleszkópos detektor használata indokolt. Lehetőleg olyan műszert kell használni, amelyik nem terhelhető túl, ilyenek például az ionizációs kamrák.

A mért dózisteljesítményt és a forrástól mért távolságot fel kell jegyezni. Ha a szint meghaladja a műszer méréshatárát, távolabb kell a mérést megismételni. Ha az eltávolodással (pl. a helyiség méretei miatt) nem lehetséges a méréshatáron belüli szint elérése, sürgősen tájékoztatni kell a mérőcsoport vezetőjét, és dönteni kell a forrás közelében való tartózkodás feltételeiről.

Kevert, (béta+gamma)-terek esetén a detektor nyitott és zárt béta-ablakával is elvégzendő a mérés. Ha alfa- és/vagy béta-sugárzás jelenléte feltételezhető, a forrás felszínéhez minél közelebb kell a detektor ablakát helyezni, ügyelve a szennyeződés és a detektor sérülésének elkerülésére.

Ha a sugárforrás nem látható, a következő eljárások valamelyikét alkalmazhatjuk:

- a mérőműszert testünkől távol, hátlapjával felénk tartva forduljunk körbe, és keressük meg azt a helyzetet, amikor a dózisteljesítmény minimumot mutat; ekkor durva közelítésben a mérőeszköztől a testünk középpontján keresztül mutató vonal kijelöli a sugárforrás irányát (jobb eredmény várható kollimátor használata esetén);
- az azonos dózisteljesítményű pontok körének megkeresése közelítően a kör középpontjában jelöli ki a forrás helyzetét (törmelékek, elnyelő- és szóróanyagok lényegesen torzíthatják a körszimmetrikus eloszlást);
- a forrás közelítő irányában, két különböző távolságú pontban elvégzett mérés eredményéből közelítően becsülhetjük a forrás távolságát (kiterjedt árnyékolás esetén a becslés a távolságoktól függően igen megbízhatatlanná is válhat):

$$d_1 = \frac{d}{\left(1 - \sqrt{\frac{D_1}{D_2}}\right)}$$

ahol d_1 a forrás távolsága a távolabbi mérőponttól (m); d a két mérőpont közötti távolság (m); D_1 és D_2 a mért dózisteljesítmények a távolabbi, illetve a közelebbi mérőpontban.

Ha a sugárforrás nem szállítható el azonnal, helyzetét és a megközelíthetőség határát megfelelően ki kell jelölni. Bár a sugárforrás zártsága általában nem sérül, a személyzet és a mérőeszközök szennyeződését ellenőrizni kell a monitorozás befejeztével.

2M.6. Felületi szennyezettség ellenőrzése

A vizsgálat célja a szennyezett területek, épületek, tárgyak, eszközök és műszerek felületi szennyezettségének megállapításával a beavatkozások, tisztítás, illetve sugármentesítés elrendeléséhez szükséges információ biztosítása.

A felületi szennyezettség általában közvetlen méréssel – kevert sugárzási terek esetén megfelelő, az alfa-, béta- és gamma-sugárzás elkülönített mérésére alkalmas detektorral – elvégezhető. Speciális esetekben – pl. magas háttér, a műszer kis határfoka – a mintavételen alapuló közvetett vizsgálat (dörzsminta vétele és laboratóriumi mérése) az egyedüli megoldás. (A két módszer egymás utáni alkalmazása információt nyújt a teljes és ezen belül az eltávolítható szennyeződés mértékéről is.)

A monitorozás eredményének értékeléséhez cselekvési szinteket kell meghatározni, amelyek felett pl. mentesítést kell végrehajtani, vagy a területet, illetve eszközt használaton kívül kell helyezni. Az OBEIT [1] 2.22. táblázatában a talajszennyezettségre találhatók – az élelmiszer minták vizsgálatának megkezdésére vonatkozó – származtatott intézkedési szintek. (Nyitott sugárforrásokat felhasználó munkahelyekre az MSz 62-7:2017 szabvány tartalmaz a felületi szennyezettség mentesítésére meghatározott szinteket, amelyek kiindulási értéként elfogadhatóak a veszélyhelyzeti beavatkozásoknál is, lásd 2M2. táblázat.)

A nem eltávolítható szennyeződésre célszerű külön szintet megállapítani, amely alatti értéknél – miután legalább kétszer végrehajtottuk a mentesítést – az eszköz ismét használatba vehető (ekkor ugyanis a radioaktív szennyezők nem lélegezhetők be, nem nyelhetők le, illetve nem tudnak szétszóródni).

A sugárforrás felületi szennyezettségének mérése gondos előkészületeket és végrehajtást igényel, hogy a mérőszemélyzet sugárterhelése a lehető legalacsonyabb legyen. Így pl. tilos a dohányzás, étkezés, ivás a feladat végrehajtása közben.

A tevékenység megkezdése előtt a mérőműszer megfelelőségét ellenőrizni kell.

Közvetlen szennyezettség-ellenőrzés:

- a detektor típusát a feltételezett szennyeződés ismeretében kell megválasztani (alfa-, béta- és gamma-sugárzó radionuklidok). A méréshatár és időállandó megfelelő méréshatárának beállítása után a detektorral kell óvatosan megközelíteni a szennyezett területet, illetve felületet. A háttérrel előzetesen fel kell jegyezni, és rendszeresen újramérni a detektor szennyeződésének ellenőrzésére;
- a mérőműszer hangjelzésének bekapcsolása után a felületet egyenletes sebességgel és azonos távolságban tartott detektorral kell végigpásztázni, a szélektől a középpont felé haladva. Amikor a hangjelzés jól hallhatóan erősödik (gyakoribbá válik), olvassuk le és jegyezzük fel a dózisteljesítmény vagy a számlálási sebesség értékét. Az alfa-szennyeződés mérésénél a detektort a felülethez minél közelebb kell tartani (legfeljebb 0,5 cm-re), amit célszerűen valamilyen távtartó alkalmazásával lehet biztosítani. Béta-szennyeződés ellenőrzésénél a távolság 2 cm-nél kisebb legyen;
- nedves és egyenetlen, durva felületek önabszorpciója az alfa- és lágy béta-sugárzásra nagy, ilyen esetekben célszerű dörzsmintavétellel és laboratóriumi elemzéssel ellenőrizni a mérést;
- a mérési eredményeket a detektálható sugárzástípusával együtt kell feljegyezni (alfa, béta+gamma, béta stb.).

A szennyezett területen a járművek felületi szennyezettségét használat után minden esetben ellenőrizni kell:

- az ellenőrzést a külső felületeken, összes-(béta+gamma) méréssel kell kezdeni, a következő sorrendben: hűtőrács, lökhárító, kerékdobok, kerekek. Amennyiben a mérés cselekvési szint feletti eredményt ad, az értéket fel kell jegyezni, és a járművet a mentesítő helyre kell küldeni. Külső szennyeződés esetén a járművet mindenképpen le kell mosni, mielőtt a belső részek (utastér, motor stb.) szennyezettségének ellenőrzését megkezdénénk;
- ha a cselekvési szintet el nem érő külső szennyeződést észleltünk, a jármű belső részeit (ülések, padló, könyöktámasz, kormánykerék, sebességváltó, levegőszűrőház) is ellenőrizni kell. Ha az eredmény a cselekvési szint feletti, a járművet el kell különíteni, amíg a megfelelő, speciális mentesítési technikát meg nem határozzák;
- ha a levegőszűrőház a cselekvési szint feletti szennyezettséget mutat, a szűrőt nem szabad eltávolítani, és fel kell tételezni, hogy a motor is szennyezetté válhatott. Ilyen esetben a járművet el kell különíteni, amíg a megfelelő, speciális mentesítési technikát meg nem határozzák;

- a mentesítés végrehajtása után újra szennyezettség-ellenőrzést kell végezni. Ha az eredmény még mindig cselekvési szint feletti, meg kell ismételni a mentesítést és az ellenőrzést is. Továbbra is pozitív eredmény esetén a járművet további vizsgálatig, intézkedésig el kell különíteni;
- ha a külső felületek mentesítése nem vezet eredményre, és dörzsminta vételével és mérésével is igazolható, hogy nem eltávolítható a szennyeződés, akkor általános szabályként elfogadható, hogy a cselekvési szint ötszörösét meg nem haladó érték esetén a jármű tovább használható.

Dörzsminta-vételes szennyezettség-ellenőrzés:

- a mintavételt a teljes felületet jellemző, kijelölt területen (kb. 100 cm²) kell elvégezni. Általában feltételezhető, hogy a dörzsmintára az eltávolítható szennyeződés 0,1 része kerül. A dörzsmintát gumikesztyűben, a kijelölt területet nem túl nagy nyomással végigtörölve kell venni;
- a minta szennyezettségét hordozható szennyezettség-mérővel kell először ellenőrizni. A mintát ezt követően felcímkézett műanyag zacskóba kell tenni – feltüntetve a mintavétel helyét, idejét, a mintavető nevét –, majd laboratóriumi elemzésre kell küldeni;
- a monitorozás befejezése után a személyzet, mérő- és egyéb eszközök szennyeződését ellenőrizni kell, szennyezettség észlelése esetén mentesítést kell végrehajtani.

2M.7. Szennyezettség ellenőrzése és sugárforrás felderítése légi monitorozással

Tekintettel arra, hogy igen speciális eljárásokról van szó, a monitorozás, kalibráció végrehajtásával kapcsolatban csak utalunk a [3] dokumentum megfelelő részeire (Procedure A6, Procedure A7, pp. 55-72).

2M.8. A személyzet radioaktív szennyezettségének és sugárterhelésének ellenőrzése

Az ellenőrzés célja a radiológiai helyzet felmérésében és a beavatkozásban, elhárításban részt vevő személyzet szennyezettségének (bőr, ruházat stb.) ellenőrzése, külső és belső sugárterhelésének meghatározása; a mentesítés hatékonyságának ellenőrzése; a pajzsmirigy radiojód terhelésének mérése.

A baleset-elhárításban részt vevő személyzet sugárterhelését ellenőrizni kell a vonatkozó dóziskorlátok betartása és a sugárterhelés lehetséges legalacsonyabb szinten tartása érdekében. A személyzet külső szennyezettsége (bőr, ruházat) és az inkorporáció (belégzés, lenyelés, bőrön keresztül történő felszívódás) elkerülése, csökkentése érdekében megfelelő óvintézkedéseket kell tenni (védőruha, légzésvédő, magatartási rendszabályok alkalmazása).

Műveleti területre belépő személyzetet integráló típusú, passzív (TL-detektorok) és önleolvasó (elektronikus) személyi dózismérővel kell ellátni. A személyi dózis ellenőrzéséhez használhatók a dózisteljesítmény-adatok is, a tartózkodási idők figyelembevételével. Ha fennáll a radiojód inkorporációjának veszélye, a tevékenység megkezdése előtt jódtablettát kell bevenni.

A műveletet végrehajtó személyzetnek ismernie kell azt a dózisértéket, amely elérésekor a tevékenység megszakítását és a visszatérést fontolóra kell venni. (Ez a dózisszint nem korlát, hanem vonatkoztatási szint, amelyeknek a veszélyhelyzeti munkavállalókra vonatkozó értékeit a 487/2015. (XII. 30.) kormányrendelet tartalmazza.) A baleset korai fázisa után az elhárításban részt vevő személyek egyéni dózisait értékelni, összegezni kell, annak eldöntéséhez, hogy további sugárterheléssel járó tevékenységet végezhetnek-e.

2M.8.1. Személyi dozimetria – külső sugárterhelés

A baleset-elhárításban részt vevő személyek egyéni dózisát mérni és regisztrálni kell. Az indokolatlan sugárterhelés elkerülése céljából a magas dózisteljesítményű helyekre való belépés engedélyhez kötendő. A tartózkodási idő, a forrástól való távolság és árnyékolás segítségével elérhető a sugárterhelés lehetséges mértékű csökkentése.

A tevékenység megkezdése előtt a személyzet azonosító adatait és a személyi dózismérők számát fel kell jegyezni. A passzív dózismérőt a védőruházat alatt, a mellkas bal oldalán, célszerűen zsebben kell elhelyezni, az önleolvasó (elektronikus) dózismérőt pedig a védőöltözetten kívül, könnyen hozzáférhető helyen (pl. nyakba akasztva) célszerű viselni. Ha szükséges, az elektronikus dózismérőben elemet kell cserélni, majd be kell állítani a megfelelő riasztási szint(ek)et. Ha van, akkor a hangjelzés bekapcsolandó. A hangjelzés gyakoriságának emelkedésekor a dózisteljesítmény-mérővel ellenőrizendő a növekedés mértéke.

Előre meghatározott időközönként a dózismérő leolvasandó, a dózis feljegyzendő. A dózismérő riasztási jelének megszólalásakor az érintett területet sürgősen el kell hagyni, a helyet és körülményeket regisztrálni kell.

Ha dózisteljesítmény-mérőt kívánunk a külső sugárterhelés becslésére felhasználni, minél pontosabban fel kell jegyezni a mérési eredményeket és az adott szintű térben töltött időt.

2M.8.2. Személyi dozimetria – a pajzsmirigy aktivitásának mérése

A szervezetbe belégzéssel, lenyeléssel vagy a bőrön át történő felszívódással bekerült radiojód nagy része a pajzsmirigyben akkumulálódik. Mivel a pajzsmirigy tömege kicsi, a kialakuló jelentős dózis pajzsmirigyrák kialakulását eredményezheti. A radiojód felvétele előtt adott stabil jód (jódprofilaxis) jelentősen csökkenti a pajzsmirigy radiojód felvételét, így a sugárterhelést is [7].

A pajzsmirigy radiojód aktivitása kollimátorral rendelkező, viszonylag kisméretű detektorral – pl. NaI(Tl) – ellenőrizhető. A mérésnél a detektort a pajzsmirigy (nyak) fölé kell állítani. Jobb reprodukálhatóságot eredményez, ha a kollimátort a nyakhoz érintjük. Ha a mérés eredménye szignifikánsan nagyobb, mint a háttér, akkor a személyt további, pontosabb vizsgálatra kell küldeni. (Kisebbs mértékű védelmet jelent a pozitív eredményt adó ellenőrző mérés után beadott stabil jód is, ha az inkorporáció óta csak rövid idő – legfeljebb néhány óra - telt el.)

2M.8.3. Személyi szennyezettség-ellenőrzés

A személyi szennyezettség-ellenőrzés célja a baleset területét elhagyó személyek bőrén és ruházatán a radioaktív szennyezettség ellenőrzése (az eszközök, járművek szintén ellenőrizendők, lásd 2M.6.). Az ellenőrzést a helyszínen célszerű végrehajtani, kézi műszerrel vagy a telepített ellenőrző/mentesítő állomás szennyezettség-mérő detektoraival.

Az elsősegélyre szorulóknak esetén nem szabad megfélekezni arról, hogy az orvosi ellátásnak – különösen életveszélyes sérülések esetén – feltétlen prioritása van, akár azt is kockáztatva, hogy az orvosi személyzet, eszközök stb. is szennyezetté válnak.

A szennyezettség-mérő működőképességének ellenőrzése után a hangjelzést be kell kapcsolni, a detektort – az ablakot kivéve – műanyag fóliával be kell burkolni (elfogadható érzékenységet legalább 20 cm² aktív felületű detektor biztosít). A szennyezettség-ellenőrzés helyes technikája a következő:

- a detektor érzékeny felületét kb. 1 cm-re kell tartani a személytől, vigyázva arra, hogy ne érintkezzen sem a ruházattal, sem a bőrfelszínnel;
- az ellenőrizendő személy kinyújtott karokkal és szétterpesztett lábakkal álljon;
- a mérést egyik oldalon a fejnél kell kezdeni, majd a nyak, váll, kar, kéz, hónalj, derék, láb, térd, cipő, a lábszárak belső oldala és a test másik oldala következzen;
- alaposan vizsgáljuk meg a lábakat, kezeket, arcot, fenékrészt és könyököket;
- a detektor mozgatási sebessége ne legyen nagyobb kb. 5 cm/s-nál;
- a hangjelzésre figyeljünk, majd ellenőrizzük és jegyezzük fel a műszer kijelzését;
- bőr és ruházat esetén a mérést legalább 100 cm²-es, kéznél 30 cm²-es területre átlagoljuk;

- alfa-sugárzó izotópok esetén a detektorfelület távolsága ne legyen több 0,5 cm-nél (ruházatnál a nem sima felület miatt az alfa-szennyezettség ellenőrzése nagyon bizonytalan eredményt ad);
- a felületi szennyezettség ellenőrzése során az MSZ 62-7: 2017 Magyar Szabvány 2M.2. táblázatban rögzített beavatkozási szintjei alkalmazandók.

2M.2. táblázat

Beavatkozási szintek a felületi szennyezettség ellenőrzése során

A felületi szennyezettség beavatkozási szintjei			
Felületek	Beavatkozási szintek (Bq/cm ²)		
	α -sugárzók	β -sugárzók	³ H, ¹⁴ C és ^{99m} Tc
Helyiségek és tárgyak az ellenőrzött területen	5	50	500
Helyiségek és tárgyak felületén az ellenőrzött területen kívül, személyes öltözéken	0,5	5	50
Védőruha külső felületén	5	50	500
Védőruha belső felületén	0,5	5	50
Bőrön	0,5	5	50

Minden személyes tárgyat (óra, kékításká, pénz stb.) is ellenőrizni kell. A szennyezettnek bizonyult tárgyakat felcímkézett zacskóba kell helyezni. Ugyanez az eljárás a szennyezett öltözék esetén is, ekkor tiszta ruházatot kell biztosítani.

Ha egészségügyi ellátás szükséges, a mentő- és egészségügyi személyzetet tájékoztatni kell a szennyezettség szintjéről. A szennyezett személyt szállítás alatt be kell burkolni a szennyeződés továbbterjedésének megakadályozására.

2M.8.4. A személyi sugármentesítés ellenőrzése

A baleset-elhárításban részt vevők sugármentesítése a baleset területének határán elhelyezett szennyezettség-ellenőrző állomáson történik. A lakosság tagjait többnyire egy erre a célra kialakított mentesítő állomásra irányítják. Súlyos baleset esetén a szennyezettség-ellenőrzést és a sugármentesítést külön csoportok végzik. Kiseb baleseteknél a csoportok – szükség szerint – segíthetik egymás munkáját.

Törekedni kell a szennyeződés eltávolítására mind a szennyezett személyről, mind annak ruházatáról. Az elért szennyezettségi szinteket és az elvégzett műveleteket fel kell jegyezni. A szennyezettség ellenőrzendő a mentesítés előtt és után is. Ha szükséges, a mentesítést meg kell ismételni, mindaddig, amíg a 2M.2. táblázat szerinti beavatkozási szinteket elérjük. (A mentesítés technikájának és a felhasználható anyagoknak, eszközöknek az összefoglalása megtalálható a [3] kiadvány A2. táblázatában, illetve az OBEIT 10.1. sz. útmutatójában [8].)

2M.8.5. A baleset-elhárításban résztvevők sugárvédelmi óvórendszabályai

A sugárvédelmi óvórendszabályok célja az elhárításban részt vevő dolgozók helyes magatartására vonatkozó szabályok kialakításával a sugárterhelés csökkentése és a radioaktív szennyeződés terjedésének megakadályozása.

Általános rendszabályok:

- mindig tudatában kell lenni a veszélynek, és meg kell tenni a megfelelő elővigyázatossági intézkedéseket;
- a megfelelő védőeszközöket ismerni és mindig használni kell;
- törekedni kell arra, hogy a tevékenység végrehajtása során a sugárterhelés a lehető legkisebb legyen;
- mindig figyelemmel kell lenni a „visszahívási” dózisszintekre;
- tilos olyan területeken tartózkodni, ahol a dózisteljesítmény eléri az 1 mSv/h szintet;

- nagy óvatossággal kell behatolni olyan területre, ahol a dózisteljesítmény eléri a 10 mSv/h értéket;
- csak a mérő/elemező csoport vezetőjének utasítására szabad olyan területre belépni, ahol a dózisteljesítmény eléri a 100 mSv/h-t;
- mindig alkalmazni kell a külső sugárzás elleni védelem három elvét: idő, távolság, árnyékolás;
- a magas dózisteljesítményű helyekre való belépést előzetesen tervezni kell;
- tilos felesleges kockázattal járó tevékenységet végezni (pl. evés, ivás, dohányzás a szennyezett területen);
- kétséges helyzetben konzultálni kell a csoport vezetőjével.

A pajzsmirigy védelme:

- a jódtabletta szokásos adagja 100 mg, melyet az előírt időben kell bevenni;
- ha a radiojód expozíció várhatóan több napig tart, a stabil jód beadását meg kell ismételni (egy év alatt legfeljebb 10 adag adható);
- a jódtartalmú profilaxis tartozó cselekvési szint 50 mSv lekötött pajzsmirigy-egyenértékdózis (OBEIT 2.24. táblázat);
- a jódtablettát lehetőleg legfeljebb 24 órával a radiojód felvétele előtt, de legkésőbb a felvételt követő 2 órán belül kell bevenni [9];
- a jódtartalmú profilaxis alkalmazása nem teszi szükségtelessé az egyéni légzésvédő használatát.

A beavatkozó állományra vonatkozó irányadó dózisszintek:

- a 487/2015. (XII. 30.) kormányrendeletben a veszélyhelyzeti munkavállalókra megadott vonatkoztatási dózisszintek alkalmazandók. Mérésük önleolvasós dózismérővel történik, integrált külső dózisra vonatkoznak.

2M.9. Mintavételi eljárások

2M.9.1. Helyszíni (mobil) levegőminta-vétel

A mintavétel célja a levegőben található radionuklidok aktivitáskoncentrációjának helyszíni vagy laboratóriumi elemzéssel történő meghatározásához szükséges minta biztosítása.

A laboratóriumi elemzés előtt a mintákat célszerű előméréssel kis, közepes és nagy aktivitásúként osztályozni. Az aktivitáskoncentrációk eredményei a belélegzésből származó sugárterhelés és a várható talajfelszíni kiülepedés becsléséhez használatosak.

A mintavételnél ügyelni kell arra, hogy nem minden radionuklid részecsketermészetű, tehát a szokásosan használt szűrőn kívül szén vagy zeolit betétes patronokra is szükség van (pl. baleseti kibocsátásnál a radiojód akár 70-80%-a is elemi vagy gázformában van jelen). A speciális patronokon keresztül általában kisebb az áramlási sebesség, mint az aeroszolszűrők esetén.

Várhatóan több radionuklid esetén a mintákat félvezető detektoros (HPGe) gamma-spektrometriával kell elemezni (a NaI(Tl) detektor felbontása miatt baleseti helyzetben általában csak osztályozó mérésre használható).

A terepi mintavétel megkezdése előtt a mintavevőt ellenőrizni kell.

A mintavétel helyszínét a környezeti radiológiai elemző csoport vezetője jelöli ki (általában a legszennyezettebbnek ítélt helyen), a mintavételi pont helyének finomításakor el kell kerülni a levegő áramlását befolyásoló tereptárgyak (fa, torony, építmény stb.) közelségét. A mintavételi pontot GPS-szel kell azonosítani, vagy térképen kell megjelölni.

A mintavétel műveletei:

- a megfelelő szűrő (részecske és/vagy patron) kiválasztása és rögzítése a mintavevőre (a patronnál figyelni kell a megjelölt áramlási irányra);
- a mintavevőt lehetőség szerint 1 m magasságban kell elhelyezni (mobil eszköznél pl. háromlábú állványra);
- a mintavevő bekapcsolásakor és kikapcsolásakor fel kell jegyezni az időpontokat és a légteljesítményeket (áramlási sebességeket);
- a legalább 10 perces mintavétel alatt dózisteljesítmény-méréseket kell végezni, majd az átlagot feljegyezni;
- ha szükséges, a mérési pontnál egy reprezentatív talajmintát is vegyünk.

A minta becsomagolása és felcímkézése:

- a szűrő(k) kivétele előtt gumikesztyűt kell húzni, szükség esetén csipesz is használandó;
- a szűrő(ke)t potenciálisan szennyezetteként kell kezelni;
- a szűrő(ke)t lezárható műanyag zacskóba kell tenni, és a zacskót kóddal (sorszámmal) kell ellátni, fel kell tüntetni a minta típusát, a mintavétel helyét, idejét (nap, óra:perc) és a minta megnevezését.

Helyszíni mérés esetén:

- a sugárzás várható fajtájának megfelelő szennyezettség-mérőt válasszunk;
- a mintától elegendően távol mérjük háttérrel, ha a háttér túl magas, a mintával együtt olyan helyre kell menni, ahol a minta mérése megbízható eredményt ad;
- végezzük el a mérést a szűrő felületét a belépő oldalon néhány mm-re tartva a szennyezettségmérő ablakától, majd jegyezzük fel az eredményt;
- ugyancsak jegyezzük fel az összes egyéb adatot is (hely, időpont, mintaazonosító, háttér, a mérőműszer kalibrációs tényezője, a mintavétel kezdete, befejezése, légteljesítmények stb.).

Szennyezettség-ellenőrzés:

- a mintavétel, helyszíni mérés befejezése után a személyek és eszközök szennyezettségét ellenőrizni kell (lásd 2M.6. és 2M.7. pontok). A mintavétel megismétlése előtt az eszközöket (pl. szűrőt rögzítő keret, csipeszek) szükség szerint mentesíteni kell.

2M.9.2. Talajmintavétel

A talajmintavétel célja, hogy biztosítsa a vélhetően szennyezett talajon, talajban található radionuklidok aktivitáskoncentrációjának laboratóriumi elemzéssel történő meghatározásához szükséges mintát. Az elemzés eredményei a következőkről adnak információt:

- a kiülepedés következtében kialakuló talajfelszíni szennyezettségről;
- más felületek (épületek, útburkolatok stb.) szennyezettségének megállapításához;
- az adott területen várható dózisteljesítmény és annak időbeli változásának becsléséhez;
- tápláléklánc-paraméterek (koncentrációfaktorok) segítségével a növényzet várható szennyeződésének előrejelzéséhez;
- a későbbi időszakban fellépő reszuszpenzió hatásának becsléséhez.

Szem előtt tartandó, hogy a talaj szennyezettsége általában erősen inhomogén képet mutat. Mintát minimum két különböző helyről kell venni. Reprezentatív mintavételi pont kiválasztásához segítséget adhat a körzetben végzett dózisteljesítmény-mérés. A mintát a radioaktív csóva elhaladása után kell venni.

A mintavétel megkezdése előtt a korábban említett ellenőrzési műveleteket el kell végezni.

A mintavétel helyszínét a környezeti radiológiai elemző csoport vezetője jelöli ki, a mintavételi pont helyének finomításakor el kell kerülni pl. a fákat és más kiemelkedő objektumok környezetét, továbbá

az utakat, árkokat. A mintavételi pontot GPS-szel kell azonosítani, vagy térképen kell megjelölni.

A mintavétel műveletei:

- a kiválasztott pont néhányszor 10 m-es környezetében a dózisteljesítmény mérése és átlagának feljegyzése;
- gumikesztyű felvétele;
- a talajt borító növényzet (fű, gyomnövény) levágása a talajfelszínhez közel, és külön (növényi) mintaként kezelése;
- ha a kiülepedés és a mintavétel között hó esett, amennyire csak lehetséges, távolítsuk el azt a mintavételi területről;
- egy kijelölt, ismert nagyságú területről meghatározott mélységig (pl. 5 cm) gyűjtsük össze a talajt, és tegyük műanyag zacskóba;
- új mintavétel előtt a szerszámokat mossuk le tiszta vízzel, és papírtörölközővel szárítsuk meg.

A minta becsomagolása és felcímkézése:

- a talaj (és a kísérő növényi) mintá(ka)t lezárható műanyag zacskóba kell tenni, majd a zacskó(ka)t kóddal ellátni és fel kell jegyezni a mintavétel helyét, idejét.

Szennyezettség-ellenőrzés:

- a mintavétel befejezése után a személyek és eszközök szennyezettségét ellenőrizni kell (lásd 2M.6. és 2M.7. pontok).

2M.9.3. *Víz*mintavétel

A vízmintavétel célja a vélhetően szennyezett vizekben található radionuklidok aktivitáskoncentrációjának laboratóriumi elemzéssel történő meghatározásához szükséges minta biztosítása. Az ivóvíz, itatóvíz forrása igen különböző lehet (kutak, források, felszíni víz, csapadékgyűjtő, vezetékes víz stb.). Ezek némelyike esetleg jelentősen szennyeződhet, azonban a lakossági vízellátók szokásos vízkezelési, szűrési technológiája általában kielégítő mentesítést is biztosít. A csapadékvíz adott területről történő összegyűjtése és elemzése információt ad a kiülepedés becsléséhez. A mintavételt a radioaktív csóva elhaladása után kell elvégezni, így a tevékenységet végzők belégzési sugárterhelésével nem kell számolni.

A mintavétel megkezdése előtt a korábban említett ellenőrzési műveleteket el kell végezni.

Kútvíz, felszíni víz és csapadék esetén a mintavétel helyszínét a környezeti radiológiai elemző csoport vezetője jelöli ki. A mintavételi helyet GPS-szel kell azonosítani, vagy térképen kell megjelölni. Ivóvíz esetén a kiválasztott hálózat bármely pontján vehetünk mintát, a legcélszerűbb helyszín azonban a vízművek hálózati kilépési pontja. A mintavételi pont címét fel kell jegyezni.

A mintavétel műveletei:

- a mintatároló edényt ki kell öblíteni a mintázandó vízzel;
- ha a mintát elemzés előtt tárolni kell, a vízhez 11 mólos sósav adandó 10 ml/l koncentrációban, a radionuklidoknak az edényfalon történő kiülepedésének elkerülésére;
- kútvíznél a mintával meg kell tölteni az edényt, fel kell jegyezni a mintavétel helyét, idejét;
- felszíni vizeknél ne válasszunk örvényes és iszapos helyeket (a mintavételnél is vigyázzunk a felkavarodás elkerülésére);
- a csapadék gyűjtésére ismert nagyságú felülettel rendelkező edényt használjunk, a mintagyűjtő helyen mérjük meg és jegyezzük fel a környezeti dózisteljesítményt, majd mérőhengerrel mérjük meg a teljes csapadékmennyiséget (ne gyűjtsünk csapadékot fák, bokrok alatt és utakhoz közel); a mintagyűjtés folytatása előtt tiszta vízzel mossuk ki a gyűjtőedényt.

A minta felcímkézése:

- a vízmintát tartalmazó edényt kóddal kell ellátni, és a kódot, valamint a mintavétel helyét, idejét fel kell jegyezni.

Szennyezettség-ellenőrzés:

- a mintavétel befejezése után a személyek és eszközök szennyezettségét ellenőrizni kell (lásd 2M.6. és 2M.7. pontok).

2M.9.4. Tejmintavétel

A tejmintavétel célja a vélhetően szennyezett tejben található radionuklidok aktivitáskoncentrációjának laboratóriumi elemzéssel történő meghatározásához szükséges minta biztosítása.

A tej szennyezettségének ellenőrzése nagy fontosságú egy balesetet követően, mivel a fű – tehén – tej - ember láncban egyes radionuklidok (pl. radiojódot, radiocézium) gyorsan és jelentős mennyiségben jelenhetnek meg. A mintavételt és elemzést a baleset után, kellő időben (1-2 nappal később) kell elkezdni.

Súlyos reaktorbalesetknél nagy létszámú lakosságcsoportok lenyelésből adódó belső sugárterhelését kell ellenőrizni. Ilyen esetekben a tejgyűjtő, -szállító és -feldolgozó pontokról kell mintát venni. A pasztőrözött tej általában egy nagyobb területről begyűjtött tej keverékének tekinthető. A mintavétel megtervezésekor a tejfelvásárlóktól és az élelmiszereket ellenőrző hatóságoktól is információt kell kérni. Kisebb területre kiterjedő szennyeződés esetén közvetlenül a termelőktől célszerű a nyers tej begyűjtése. A tejmintát – ha az istállóban tartott állatok takarmánya nem szennyezett – elegendő a legeltetett állatoktól (tehén, kecske, juh) venni.

A mintavétel megkezdése előtt a korábban említett ellenőrzési műveleteket el kell végezni.

A mintavétel műveletei:

- a mintavétel helyszínét a környezeti radiológiai elemző csoport vezetője jelöli ki; a mintavételi helyet GPS-szel kell azonosítani, vagy térképen kell megjelölni;
- a mintatároló edényt meg kell tölteni, ügyelve a szennyeződés, keresztszennyezés elkerülésére;
- a mintát hűtőben kell tárolni, ha aznap elemzésre kerül; ennél hosszabb tárolási idő esetén tartósítót kell a mintához adni vagy le kell fagyasztani;
- a mintagyűjtéshez felhasznált eszközöket tiszta vízzel mossuk ki, majd töröljük szárazra.

A minta felcímkézése:

- a tejmintát tartalmazó edényt kóddal kell ellátni, és a kódot, valamint a mintavétel helyét, idejét fel kell jegyezni.

Szennyezettség-ellenőrzés:

- a mintavétel befejezése után a személyek és eszközök szennyezettségét ellenőrizni kell (lásd 2M.6. és 2M.7. pontok).

2M.9.5. Növényi eredetű élelmiszerminta vétele

A növényi élelmiszerminta-vétel célja a vélhetően szennyezett zöldségekben és gyümölcsökben található radionuklidok aktivitáskoncentrációjának laboratóriumi elemzéssel történő meghatározásához szükséges minta biztosítása.

A baleset korai fázisában a növényzet a kiülepedés következtében szennyeződhet, emiatt szükségessé válhat a fogyasztás korlátozása. Ebben az időszakban a növények felső, illetve ehető részét kell mintázni

és mérni. A későbbi fázisban a gyökéren keresztül történő felvétel válik meghatározóvá. A mintát a termelési helyeken, piacon, elosztási és árusító helyeken egyaránt lehet venni (az utóbbi esetekben azonban a minta származási helye általában nem azonosítható be).

A mintavétel megkezdése előtt a korábban említett ellenőrzési műveleteket el kell végezni.

A termőhelyi mintavétel műveletei:

- a mintavétel helyszínét a környezeti radiológiai elemző csoport vezetője jelöli ki; a mintavételi helyet GPS-szel kell azonosítani, vagy térképen kell megjelölni;
- a termelői területen történő mintavételnél sík, nyílt területet válasszunk;
- mérjük meg a környezeti dózisteljesítményt a mintavételi pontban;
- a gyűjtött minta mennyiségében az ehető rész legalább 1 kg tömegű legyen;
- lehetőleg betakarításra érett mintát gyűjtsünk, elsősorban leveleket és zöld részeket (kivéve, ha az ehető rész a föld alatt található); a növényeket a rajtuk található nedvességgel együtt gyűjtsük;
- a mintagyűjtéshez felhasznált eszközöket tiszta vízzel mossuk le, majd töröljük szárazra.

A minta csomagolása és felcímkézése:

- a mintát felcímkézett műanyag zacskóba helyezzük, feltüntetve a mintakódot, a mintavétel helyét, idejét.

Szennyezettség-ellenőrzés:

- a mintavétel befejezése után a személyek és eszközök szennyezettségét ellenőrizni kell (lásd 2M.6. és 2M.7. pontok).

2M.9.6. Takarmányminta vétele

A takarmányminta-vétel célja a vélhetően szennyezett takarmányban található radionuklidok aktivitáskonzentrációjának laboratóriumi elemzéssel történő meghatározásához szükséges minta biztosítása. A takarmányminta analízisével becsülhetők a radionuklidok kiülepedése következtében az állati eredetű élelmiszerekben (tej, hús) kialakuló aktivitáskonzentrációk. A mintavételt és elemzést a radioaktív csóva elhaladása után minél előbb kell elvégezni, hogy idejében el lehessen rendelni a legeltetési tilalmat.

A mintavétel megkezdése előtt a korábban említett ellenőrzési műveleteket el kell végezni.

A termőhelyi mintavétel műveletei:

- a mintavétel helyszínét a környezeti radiológiai elemző csoport vezetője jelöli ki; a mintavételi helyet GPS-szel kell azonosítani, vagy térképen kell megjelölni;
- a mintavételnél sík, nyílt területet válasszunk, amelyen nem található nagy kövek, fák, utak, árkok és egyéb zavaró objektumok;
- a mintázandó takarmány legyen homogén eloszlású és megfelelő mennyiségű;
- mérjük meg a környezeti dózisteljesítményt a mintavételi pontban;
- kb. 1 m²-es mintavételi területet jelöljük ki (a méretét jegyezzük fel), és legalább 1 kg tömegű mintát gyűjtsünk, a talajfelszín felett 2 cm vágási magasságban;
- a mintagyűjtéshez felhasznált eszközöket tiszta vízzel mossuk le, majd töröljük szárazra.

A minta csomagolása és felcímkézése:

- a mintát felcímkézett műanyag zacskóba helyezzük, feltüntetve a mintakódot, a mintavétel helyét, idejét.

Szennyezettség-ellenőrzés:

- a mintavétel befejezése után a személyek és eszközök szennyezettségét ellenőrizni kell (lásd 2M.6. és 2M.7. pontok).

2M.9.7. *Szedimentum mintavétele*

A mintavétel célja a vélhetően szennyezett szedimentumban található radionuklidok aktivitáskoncentrációjának laboratóriumi elemzéssel történő meghatározásához szükséges minta biztosítása.

A szedimentum mintázása és elemzése várhatóan nem elsődleges jelentőségű a nukleáris baleset korai szakaszában. Speciális, a vizeket szennyező radiológiai balesetnél azonban már fontos lehet. A szedimentum mérésével a külső sugárterhelés becsléséhez, továbbá a radionuklidok hosszú idejű felhalmozódására kapunk adatokat a folyók, tavak partján és medrében. Egyes radionuklidok a szedimentumban jelentős mértékben koncentrálódhatnak, így a mérés informatívabb lehet, mint önmagában a felszíni víz mintázása, elemzése. A mintavételi technikát és mintavevő eszközt a felszíni víz fajtája (folyó, tó) és a vizsgálat célja (friss vagy régi kiülepedés nyomon követése, a terjedés előrejelzése) határozza meg.

A mintavétel megkezdése előtt a korábban említett ellenőrzési műveleteket el kell végezni.

A mintavétel helyszínét a környezeti radiológiai elemző csoport vezetője jelöli ki, a mintavételi pont helyének finomításakor lassú vízáramlású, nem örvénylő helyeket kell keresni. A mintavételi pontot GPS-szel azonosítjuk, vagy térképen kell megjelölni.

A mintavétel műveletei:

- az adott célnak megfelelő eszközzel, technikával vegyünk mintát;
- az újabb mintavétel előtt a szerszámokat mossuk le tiszta vízzel, és papírtörölközővel szárítsuk meg.

A minta becsomagolása és felcímkézése:

- a mintát lezárható műanyag zacskóba kell tenni, majd a zacskót kóddal kell ellátni, és fel kell jegyezni a mintavétel helyét, idejét.

Szennyezettség-ellenőrzés:

- a mintavétel befejezése után a személyek és eszközök szennyezettségét ellenőrizni kell (lásd 2M.6. és 2M.7. pontok).

2M.10. Baleseti monitorozó csoportok összefoglaló jellemzői

A NAÜ kiadványa [3] által javasolt monitorozó csoportok feladatait, felépítését és a személyzettel szemben elvárt követelményeket a 2M.3. táblázat foglalja össze.

2M.3. táblázat

A baleseti monitorozó csoportok feladatai, felépítése és a személyzetükkel kapcsolatos követelmények

Csoport	Feladat	Létszám	Általános gyakorlat	Speciális gyakorlat	Továbbképzés
Környezeti felderítő csoport	1. Gamma/béta-dózisteljesítmény mérése a csóvából, talajról, sugárforrásból 2. Szennyezettség-ellenőrzés 3. Környezeti dozimetria 4. Ismeretlen helyzetek felmérése	min. 2 fő	1. Sugárzási alapok 2. Foglalkozási sugárvédelem	1. Dózisteljesítmény és felületi szennyezettség mérési módszerei 2. Baleset-elhárítási forgatókönyvek	Félévente ⁶
Levegőminta-vevő csoport	1. Levegőminták gyűjtése laboratóriumi elemzéshez 2. Gamma/béta-dózisteljesítmény mérése 3. Szennyezettség-ellenőrzés 4. Helyszíni mintamérés	min. 2 fő	1. Sugárzási alapok 2. Foglalkozási sugárvédelem	1. Levegőminta-vételi technika 2. Mintakezelés 3. Dózisteljesítmény- és felületi szennyezettségmérési módszerek 4. Helyszíni mintamérés	Félévente ⁶
In situ gamma-spektrometriai csoport	1. Talajszennyezettség nuklidspecifikus elemzése 2. Talajra vonatkozó cselekvési szintek értékelése 3. Elvesztett sugárforrások légi felderítése 4. Gamma/béta-dózisteljesítmény mérése	min. 2 fő	1. Gamma-spektrometria 2. Sugárvédelem, sugár-egészségügy 3. Nukleáris elektronikai alapok	1. Dózisteljesítmény-mérési módszerek 2. Légi monitorozási ismeretek	Félévente ⁶
Személyi monitorozó és mentesítő csoport	1. Személyek és eszközök szennyezettség-ellenőrzése 2. Pajzsmirigymérés 3. Személyi dozimetria 4. Személyek és eszközök mentesítése	min. 3 fő	1. Sugárzási alapok 2. Foglalkozási sugárvédelem	1. Szennyezettség-ellenőrzési módszerek 2. Pajzsmirigymérési módszer 3. Mentesítési technikák 4. Dózisbecslés	Évente
Mintavevő csoport	1. Szennyezett talaj-, növényzet-, élelmiszer-, dörzs- és vízminták vétele 2. Gamma/béta-dózisteljesítmény mérése	min. 2 fő	1. Sugárzási alapok 2. Foglalkozási sugárvédelem	1. Mintavételi módszerek 2. Mintakezelés 3. Dózisteljesítmény-mérési módszerek	Évente

⁶ Rutinszerűen hasonló munkát végzőknél elegendő évente.

2M.3. táblázat

A baleseti monitorozó csoportok feladatai, felépítése és a személyzetükkel kapcsolatos követelmények

Csoport	Feladat	Létszám	Általános gyakorlat	Speciális gyakorlat	Továbbképzés
Laboratóriumi izotópelemző csoport	1. A minták nuklidspecifikus aktivitáskoncentrációinak meghatározása 2. Összes-alfa, -béta-aktivitáskoncentráció meghatározása 3. Élelmiszerre, vízre stb. vonatkozó cselekvési szintek értékelése	5 fő	1. Gamma-spektrometria 2. Alfa-spektrometria 3. Radiokémia 4. Nukleáris elektronikai alapok 5. Összes-alfa és -béta-mérések	1. Minta-előkészítési technikák 2. Mintakezelés 3. Kiértékelés, adatkezelés 4. Minőségbiztosítási eljárások	Évente

FÜGGELÉK: ELLENŐRZŐ LISTÁK, MUNKA- ÉS ADATLAPOK

A NAÜ [3] kiadványa ellenőrző listákat és adatlapokat közöl a berendezések, felszerelések ellenőrzésének megkönnyítésére és a mintavételi adatok, mérési eredmények megbízható, egységes rögzítéséhez. Példaként a mérőeszközök működőképességének ellenőrzéséhez használható listát, a személyi sugárterhelés feljegyzésére alkalmas adatlapot és a beavatkozók monitorozásakor használható regisztrációs lapot mutatjuk be (F.1. F.2. és F.3. ábra).

F.1. ábra

	Munkalap a mérőeszközök működőképességének ellenőrzéséhez	<i>Sorszám:</i>
--	--	-----------------

Az ellenőrzést végezte (teljes név): _____

Mérő/beavatkozó csoport (szám vagy kód): _____

A mérőeszköz

típusa: _____ modellje _____ gyári száma _____

Ellenőrző sugárforrás: _____

A tevékenység megkezdése előtt végrehajtandó ellenőrzések

Dátum: _____ Időpont _____

Kalibrációs/hitelesítési címke: Rendben: Lejárt: Az eszköz visszaküldve: Elemek: Rendben: Lemerült: Elemcsere: Detektorfeszültség: Rendben: Helytelen Beállítva Nullapont: Rendben: Helytelen Beállítva Leolvasás: Rendben: Helytelen Elfogadható: Nem elfogadható:

Megjegyzés _____

Ellenőrzés a tevékenység befejezésekor

Dátum: _____ Időpont _____

Elfogadható: Nem elfogadható:

Megjegyzés _____ Aláírás: _____

F.2. ábra

	Személyi dozimetriai adatok	<i>Sorszám:</i>
--	------------------------------------	-----------------

A személy teljes neve: _____

Dátum: _____ Időpont _____

Felvette (teljes név): _____ Azonosító: _____

TL-detektor száma _____

Önleolvasó (elektronikus) személyi dózismérő leolvasási adatai

A doziméter típusa: _____ Modell: _____ Gyári szám: _____

A leolvasás dátuma	A leolvasás ideje	Érték (mSv)	A leolvasás helye

Gamma-dózisteljesítménymérő leolvasási adatai

A mérőeszköz típusa: _____ Modell: _____ Gyári szám: _____

Hely	Dózisteljesítmény (mSv/h)	Eltöltött idő (perc)	Becsült dózis (mSv)

Jódprofilaxisra vonatkozó adatok

Dátum	Időpont	Adag (mg)	Megjegyzés

Aláírás: _____

F.3. ábra

Dátum: _____ **Regisztrációs lap** **Sorszám:** _____
Beavatkozók monitorozásához

Teljes név: _____

Születési év, hó, nap: _____ Neme: Nő Férfi

Nemzetisége: _____ Születési helye: _____

Egység: _____ **Azonosító:** _____

Tartózkodási helye⁷: _____ A helyszíneken töltött idő: _____

Önleolvasós személyi dózismérő típusa, száma: _____ **Leolvasott érték (mSv):** _____

Műszer, eszköz, felszerelés: _____

Egészségügyi besorolása sérülése szerint:



1. kategória: azonnali ellátást igényel	<input type="checkbox"/>
2. kategória: gyors ellátást igényel	<input type="checkbox"/>
3. kategória: ellátása várható	<input type="checkbox"/>
4. kategória: ellátást nem igényel	<input type="checkbox"/>

Radiológiai ellenőrzése⁸: igen nem Műszer típusa, száma: _____

Az ellenőrzés helyszínén a háttérsugárzás mértéke (mikroSv/h v. cps): _____

A mérés végrehajtásának időpontja (ÉÉÉÉ.HH.NN. óra:perc): _____

Személyi ellenőrzés eredménye⁹: nem szennyezett szennyezett

Előnézet	Hátnézet	
		<p>Amennyiben szennyezett:</p> <p>Részleges mentesítés: igen <input type="checkbox"/> nem <input type="checkbox"/></p> <p>(Megjegyzés: _____)</p> <p>Teljes mentesítés: igen <input type="checkbox"/> nem <input type="checkbox"/></p> <p>(Megjegyzés: _____)</p> <p>Mentesítés utáni visszaellenőrzés után:</p> <p style="text-align: center;">szennyezett <input type="checkbox"/> nem szennyezett <input type="checkbox"/></p> <p>Többszöri mentesítésre volt szükséges:</p> <p style="text-align: center;">igen <input type="checkbox"/> nem <input type="checkbox"/></p>

Megjegyzés: _____

Monitorozást végrehajtotta: _____

⁷ Pl. forrás közelében, szennyezett területen életmentés, árnycolás céljából stb.

⁸ Ha monitorozása vagy mentesítése nem történt meg, szennyezettnek tekintendő.

⁹ A szennyezettség, illetve annak mértéke az ábrán jelölendő!

AZ OBEIT-HEZ KAPCSOLÓDÓ, EDDIG MEGJELENT MŰSZAKI-TUDOMÁNYOS DOKUMENTUMOK

OBEIT 1.1. útmutató:	Az OBEIT jogszabályi alapjai
OBEIT 2.1. műszaki segédlet:	Hazai és külföldi nukleáris és radiológiai létesítmények baleseti helyzetei
OBEIT 3.1. útmutató:	Az ONER kritikus feladatai
OBEIT 3.2. útmutató:	Az ONER kritikus feladatainak értékelése
OBEIT 3.3. útmutató:	Szervezett segítségnyújtás a védekezésben
OBEIT 3.4. útmutató:	Az Országos Sugárfigyelő, Jelző és Ellenőrző Rendszer felépítése és működése
OBEIT 4.1. útmutató:	Az ONER szervek készenléttel kapcsolatos tervező munkája
OBEIT 4.2. útmutató:	Az ONER szervek közötti kommunikáció
OBEIT 5.1. útmutató:	Szervezeti Nukleárisbaleset-elhárítási Intézkedési Terv kidolgozása és folyamatos karbantartása
OBEIT 5.2. útmutató:	Nukleárisbaleset-elhárítási gyakorlatok előkészítése, végrehajtása és értékelése
OBEIT 5.3. útmutató:	ONER riasztási gyakorlatok előkészítése, levezetése és értékelése
OBEIT 7.1. útmutató:	Sürgős óvintézkedések meghozatala, bevezetése és végrehajtása
OBEIT 7.2. útmutató:	Radiológiai veszélyhelyzet helyi kezelése
OBEIT 10.1. útmutató:	Sugársérültek kezelésének és ellátásának megszervezése

