

A LAKOSSÁG KÖRNYEZETI DÓZISTERHELÉSÉNEK BECSLÉSÉHEZ SZÜKSÉGES MÉRÉSI ADATOK, VALAMINT A MÉRÉST VÉGZŐK KÖRÉNEK MEGHATÁROZÁSA

Pázmándi Tamás, Szántó Péter, Zagyvai Péter

Áttekintés

- A monitorozó rendszerek típusai, működésük csoportosítása
 - Állandó üzemű (folyamatos) monitorozó rendszerek
 - Időszakos üzemű monitorozó rendszerek
- Vészhelyzeti területek: zónák és távolságok
- Alapvető dóziskritériumok
- Baleseti vonatkoztatási szintek



A monitorozás általános céljai (NAÜ SRS 64)

- **Igazolni kell, hogy a** hatóságilag ellenőrzött, radioaktív anyagokat potenciálisan és/vagy ténylegesen kibocsátó **létesítmények kibocsátása belül marad a** rájuk megállapított **korlátokon, ezáltal bizonyítható** lesz az is, **hogy a létesítmények működése** normális üzemállapotban **nem jelent** az előzetesen megállapított és engedélyezett értéknél **nagyobb kockázatot a lakosság és a környezet számára;**
- **A monitorozási eredményeket fel kell használni a lakosságot érő dózisok kiszámításához** a nukleáris és radiológiai létesítmények tervezett üzemelése során, illetve baleseti és fennálló sugárzási helyzetekben.
- A monitorozási eredmények segítségével közvetve **ellenőrizhető a létesítmények üzemállapota**, bizonyítható, hogy a kibocsátások szabályozottak és tervszerűek, illetve **felismerhetőek a rendkívüli**, előre nem látott működési **állapotok**, és **intézkedések hozhatók** a helyzet javítására és a **következmények** elhárítására illetve **enyhítésére.**

Tájékoztatás (NAÜ SRS 64)

- A monitorozás eredményeiről tájékoztatni kell a lakosságot
- Folyamatos archiválás
 - nyomon követhető a létesítmény, illetve a radioaktív anyagot vagy ionizáló sugárzást alkalmazó tevékenység hatása
 - ellenőrizhető a tervezés során felhasznált modellszámítások megfelelősége és pontossága
 - csökkenthető a dóziskövetkezmények számítását terhelő bizonytalanságok



Csoportosítási szempontok

- A rendszer üzemének folyamatosága alapján
 - állandó üzemű (mérést és egyidejű kiértékelést folyamatosan végző)
 - időszakos (szakaszos) üzemű
- A vizsgálati terület alapján
 - kibocsátás-ellenőrző (forrást monitorozó)
 - lokális (egy kibocsátási hely köré telepített)
 - regionális környezeti
 - *rendszeres személyi dózisellenőrzés*
- A végzett mérések alapján
 - dózisteljesítmény-mérő,
 - aktivitás- illetve aktivitáskoncentráció-mérő
- Az üzemelés módja alapján
 - rögzített
 - mobil
- A kiértékelés helyszíne alapján
 - szabadtéri (in situ)
 - laboratóriumi



Állandó monitorozó rendszerek

- Kibocsátás-ellenőrző rendszerek (1)
 - Emisszió
 - A létesítmény üzemi kibocsátási pontjaihoz telepítik
 - Az üzemeltetés felelőse általában a létesítmény engedélyese
 - A légköri kibocsátások ellenőrzésére telepített mérési eljárások között az alábbiak szerepelnek:
 - gamma-dózteljesítmény mérés,
 - aeroszolszűrőn felfogott anyagok radioaktivitásnak mérése,
 - elemi (atomi) radiojód felfogása szűrőn, mérés gammaspektrometriával,
 - szerves kötésű radiojód felfogása szűrőn, mérés gammaspektrometriával.



Állandó monitorozó rendszerek

- Kibocsátás-ellenőrző rendszerek (2)
 - A mérési eredmények azonnali értékeléséből meg kell határozni, hogy betartható-e a létesítményre megszabott éves lakossági dózismegszorítás
 - Kibocsátási hányados (KI)
 - K: kibocsátás nuklidonként
 - H: határérték nuklidonként, a dózismegszorításból levezetve
 - i: nuklid
 - Kibocsátási határérték (H) meghatározása:
 - f_s : Biztonsági tényező, 1 és 5 között
 - DC: dózismegszorítás (éves)
 - DF_p : dóziskonverziós tényező az útvonalra
 - f_p : inkorporált aktivitáshányad
 - d_p : hígulás az útvonalra

$$KI = \sum_{i=1}^n \frac{K_i}{H_i}$$

$$H_i = \frac{1}{f_s} \cdot \frac{DC}{\sum_p f_{p,i} \cdot DF_{p,i} \cdot d_{p,i}}$$



Állandó monitorozó rendszerek

- Lokális környezeti monitorozó rendszerek
 - Kibocsátás-ellenőrzés kiegészítéseként
 - Egy telephely köré telepítik
 - Korai riasztásra alkalmas
 - Nem emisszió, de nem is immisszió
 - A folyamatos működéshez illeszthető mintavételi és mérési eljárások
 - Gamma-dózteljesítmény mérés
 - Aeroszol (alfa- és béta számlálás, vagy alfa-, béta és gammaspektrometria)
 - Atom radiojód mérés gammaspektrometriával
 - Szerves kötésű radiojód mérés gammaspektrometriával
 - Folyó- vagy állóvíz mérése, elsősorban gammaspektrometria.
 - A vonatkoztatási szintek (a kibocsátás-ellenőrző rendszerekhez hasonlóan) a dózismegszorításhoz kapcsolódnak



Állandó monitorozó rendszerek

- Regionális környezeti monitorozó rendszerek
 - Nem kibocsátóhelyek közelébe
 - Általában a sűrűn lakott helyekre vonatkozó értékek mérése
 - Magyar gyakorlatban: „országos rendszer”
 - Immisszió
 - Korai riasztásra alkalmas
 - Helyhez kötött – mobil mérőrendszerek
 - A folyamatos működéshez illeszthető mintavételi és mérési eljárások a lokális rendszereknél ismertettekkel azonosak
 - A vonatkoztatási szintek a lakossági dóziskorláthoz kapcsolódnak.



Időszakos üzemű monitorozó rendszerek

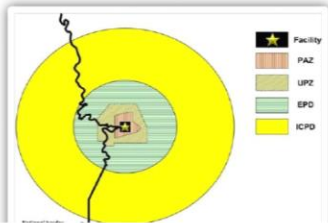
- Lokális környezeti monitorozó rendszerek (1)
 - Mintavételes mérések
 - In-situ vagy laboratóriumi kiértékelés
- Levegőbe jutott radioaktivitás meghatározása aeroszol- és kihullás mintavételével
 - mérés gammaspektrometriával, összes alfa- és összes béta-méréssel
 - megfelelő radiokémiai feldolgozás
- A talaj radioaktivitásának mérése in-situ felületi gammaspektrometriával, általában mobil mérőállomásokkal
- A talaj radioaktivitásának mérése mintavételt követő gammaspektrometriával, illetve a radionuklidok analízise radiokémiai feldolgozás után.
- A talajvíz radioaktivitásának mérése
- Felszíni vizekből (folyók, tavak, tengerek) vett folyadék- és üledékminták gammaspektrometriás analízise, illetve a radionuklidok analízise radiokémiai feldolgozást követően
- Ivóvíz- élelmiszer- és állati táplálékminták vétele és analízise
 - Általában alapanyagok (tej, hús, tojás stb.)
 - A régió mezőgazdasági termelési és táplálkozási szokásainak figyelembe vételével

Időszakos üzemű monitorozó rendszerek

- Regionális környezeti monitorozó rendszerek
 - A lokális időszakos rendszereknél ismertetett mérések
 - Mintavételes mérések
 - In situ vagy laboratóriumi kiértékelés
- Baleseti rendszerek
 - A szennyezett területek és anyagok (pl. élelmiszerek) felderítése
 - Védelmi intézkedések meghozatala
 - Mobilis eszközökkel végzett monitorozás
 - A „szorító” időkeretek miatt a módszerek különböznek a tervezett vagy fennálló sugárzási helyzetben végzendő monitorozásától
 - OIL-ok

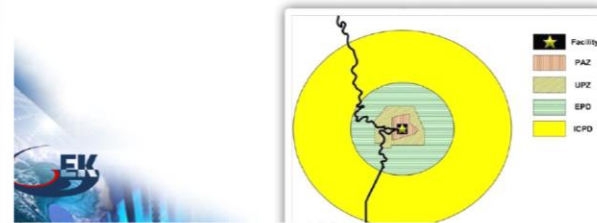
Vészhelyzeti területek: zónák és távolságok

- Létesítményen belül
 - A létesítményi baleset-elhárítási szervezet (BESZ) vezetője a felelős irányító
 - A veszélyhelyzet besorolásának alapja:
 - Megfigyelések (observables)
 - Előre megállapított biztonsági indikátorokhoz kapcsolt, mérhető és mérendő baleseti intézkedési szintek (emergency action levels, EAL)
 - Csak közvetve köthetők az alapvető dóziskritériumokhoz (generic criteria, GC)



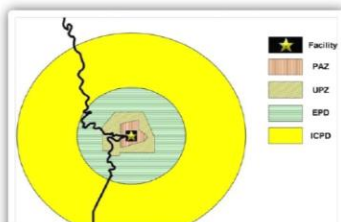
Vészhelyzeti területek: zónák és távolságok

- Létesítményen kívül
 - Az elhárító intézkedések felelős irányítója az országos baleset-elhárítási szervezet vezetője
 - Magyarországon az ONER
 - Megelőző óvintézkedések zónája (MÓZ, PAZ, preliminary action zone)
 - Sürgős óvintézkedések zónája (SÓZ, UPZ, urgent protective action zone)
 - Kiterjesztett védelmi tervezési távolság (EPD, extended planning distance)
 - Használati cikkekre vonatkozó korlátozások tervezési távolsága (ICPD, ingestion and commodities planning distance)



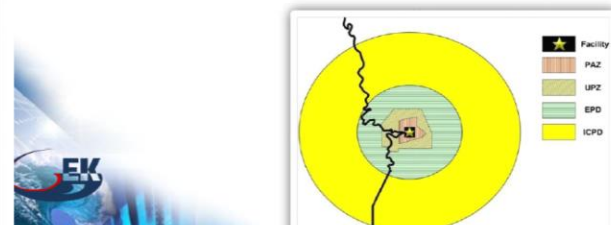
Vészhelyzeti területek: zónák és távolságok

- Létesítményen kívül
 - Megelőző óvintézkedések zónája (MÓZ, PAZ, preliminary action zone)
 - Előre kijelölt pontos határok, 3-5 km
 - Az intézkedéseket a monitorozástól függetlenül, adott időben kell végrehajtani a GC-k alapján
 - Sürgős óvintézkedések zónája (SÓZ, UPZ, urgent protective action zone)
 - Előre kijelölt pontos határok, 15-30 km
 - Az intézkedések bevezetésének időpontjánál figyelembe lehet venni a monitorozás eredményeit



Vészhelyzeti területek: zónák és távolságok

- Létesítményen kívül
 - Kiterjesztett védelmi tervezési távolság (EPD, extended planning distance)
 - Kijelölése a mobil monitorozó rendszer eredményei alapján
 - Az UPZ kiterjesztése az OIL-ok alapján
 - Élelmiszer-fogyasztás korlátozások tervezési távolsága (ICPD, ingestion and commodities planning distance)
 - Kijelölése a monitorozó rendszer eredményei alapján
 - Akár több száz km



Alapvető dóziskritériumok – GC

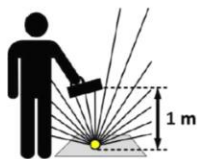
- A baleset-elhárítási intézkedések alapja
 - A determinisztikus hatások kizárhatók
 - A sztochasztikus hatások bekövetkezésének kockázata a statisztikusan kimutatható szint alatt marad
 - Ha a leginkább érzékeny lakossági csoportot érő dózis meghaladja a GC-t, védelmi intézkedések végrehajtása indokolt
- A védelmi intézkedések végrehajtásának alapvető dóziskritériumát a nélkülük, adott időtartam alatt elszenvedhető várható dózis jelenti (projected dose)
- A baleset utáni időszakra kiterjedő tartós egészségügyi programba való bevonás alapja az elszenvedett dózis (received dose)
- NEM elkerülhető dózis

	Alapvető dóziskritériumok	
	7 napra	1 évre
Sürgős intézkedések: elzárkózás, kitelepítés stb.	100 mSv (minden forrásból)	-
Korai intézkedések: áttelepítés stb.	-	100 mSv (minden forrásból)
Élelmiszerfogyasztás korlátozása	-	10 mSv (csak élelmiszerektől)
Rendszeres orvosi ellenőrzés		100 mSv pajzsmirigy dózis

Gyakorlati Intézkedési Szintek

OIL 1

- Dózisteljesítmény a talajtól 1 m-re
- Várhatóan sérülő irányadó szintek az **első héten**:
 - Effektív dózis (100 mSv)
 - Magzat egyenértékű dózisa (100 mSv)
- Intézkedések:
 - Elzárkózás
 - Kiürítés
 - Dekontaminálás
 - Élelmiszerfogyasztás korlátozása
- Általános vészhelyzet esetén a MÓZ-ban és a SÓZ-ban már végrehajtott intézkedések kiterjesztése a KIT-ben



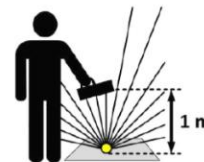
$$\dot{D} > 1000 \mu\text{Sv}/\text{h}$$

EK

Gyakorlati Intézkedési Szintek

OIL 2

- Dózisteljesítmény a talajtól 1 m-re
- Várhatóan sérülő irányadó szintek az **első évben**:
 - Effektív dózis (100 mSv)
 - Magzat egyenértékű dózisa (100 mSv)
- Intézkedések:
 - Felkészülés az áttelepítésre, véletlen inkorporáció elkerülése;
 - Helyi eredetű élelmiszerek (tej stb.) fogyasztásának tiltása;
 - Biztonságos áttelepítés



≤ 10 nappal a reaktor leállása után:

$$\dot{D} \geq 100 \mu\text{Sv}/\text{h}$$

> 10 nappal a reaktor leállása után:

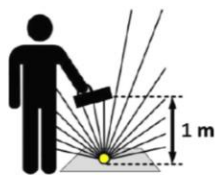
$$\dot{D} \geq 25 \mu\text{Sv}/\text{h}$$

EK

Gyakorlati Intézkedési Szintek

OIL 3

- Dózisteljesítmény a talajtól 1 m-re
- Várhatóan sérülő irányadó szint:
- Effektív dózis az elfogyasztott élelmiszerekből az első évben (10 mSv)
- Intézkedések:
 - A nem létfontosságú helyi eredetű élelmiszerek fogyasztásának és forgalmazásának tiltása, OIL7-re épülő vizsgálatok elkezdése.
 - A létfontosságú helyi eredetű élelmiszerek helyettesítése más forrásból; ha ez lehetetlen: áttelepítés



$$\dot{D} \geq 1 \mu\text{Sv}/\text{h}$$

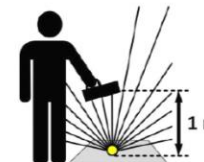
EK

Gyakorlati Intézkedési Szintek

OIL 1-3

- A monitorozás eredményei alapján gyors döntés hozható
- A késedelem növeli a lakossági sugárterhelést

OIL túllépése	Időkeret a végrehajtásra
OIL1 Kiürítés	Órák – 1 nap
OIL2 Áttelepítés	Napok – 1 hét
OIL3 Fogyasztáskorlátozás	Napok – hetek



EK

Gyakorlati Intézkedési Szintek

OIL 4

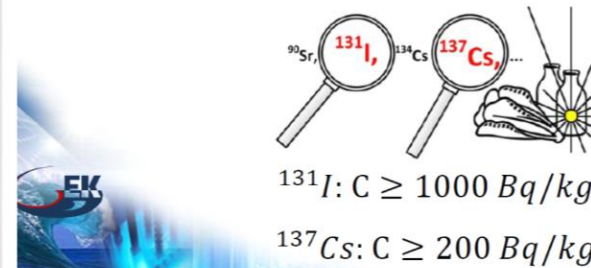
- Dózteljesítmény 10 cm-re a testfelszíntől
- Várhatóan sérülő irányadó szint:
 - Effektív dózis (100 mSv)
- Intézkedések:
 - A véletlen lenyelés esélyének csökkentése
 - Dekontaminálás, orvosi vizsgálat és regisztráció
 - Az orvosi személyzetet meg kell nyugtatni, hogy egyszerű óvintézkedésekkel biztonságosan kezelhetik ezeket a személyeket



Gyakorlati Intézkedési Szintek

OIL 7

- ^{131}I és ^{137}Cs aktivitáskoncentrációja élelmiszermintákban
- Várhatóan sérülő irányadó szint:
 - Effektív dózis az elfogyasztott élelmiszerekből az első évben (10 mSv)
- A két érték meghatározásánál figyelembe vették a reaktorbaesetnél kibocsátott többi radionuklid hatását és mennyiségét is. E két radionuklid gyorsan, gamma-spektrum felvételéből mérhető.



Gyakorlati Intézkedési Szintek

OIL 8

- Dózteljesítmény a pajzsmirigy fölött (a háttér fölött)
- Várhatóan sérülő irányadó szint:
 - Pajzsmirigy egyenértékdózis (50 mSv)
- Intézkedések:
 - Jódprofilaxis, ha még nem történt meg
 - Rendszeres orvosi ellenőrzése szükséges, mert a kibocsátásból származó radiojód megkötődése a pajzsmirigyben egészségügyi kockázatot jelent.



7 éves kor alatt:
 $\dot{D} \geq 0,5 \mu\text{Sv/h}$

7 éves kor fölött:
 $\dot{D} \geq 2 \mu\text{Sv/h}$

Gyakorlati Intézkedési Szintek

Hová lett az OIL 5 és az OIL 6?

- OIL5
 - összes alfa illetve összes béta aktivitáskoncentráció élelmiszerekben [Bq/kg]
- OIL6
 - külön aktivitáskoncentráció minden hasadási termékre élelmiszerekben [Bq/kg]
- Fukushimai tapasztalatok
 - Az alfa- és béta sugárzás gyors monitorozása csak nagy hibával volt lehetséges.
 - A gyorsaság igénye és a várható nagy mintaszám miatt szükségtelen és zavaró mintegy 100 radionuklidra OIL megadása.
- Ezek kiváltására számításokat végeztek a két reprezentatív radionuklid és a többi jelenlévő szennyező arányára.
 - Az első 2-3 hétben OIL7-ből a ^{131}I szint, a továbbiakban a ^{137}Cs szint a kritikus.

Köszönöm a figyelmet

