

Antal Zoltán¹ – Révai Róbert² – Bérczi László³

Nukleáris baleset-elhárítás Magyarországon, különös tekintettel az egészségügyi hatásokra – I. rész

Nuclear Accident Prevention and Protection in Hungary, with Special Regard to Health Impacts – Part 1

A magyarországi nukleáris intézmények biztonsága olyan elsődleges irányelvek kidolgozását tette szükségessé, amelyek minden lehetséges módon, megalapozott védelmi funkciókat valósítanak meg. Az ehhez szükséges szempontokat a meglévő nukleáris technológiai és felhasználási tapasztalatok, az egészségügyi hatástanulmányok és a környezetre gyakorolt hatások alapozzák meg. Az intézményi sajátosságok, mint például a Paksi Atomerőmű baleset-elhárítási rendszerének kidolgozottsága biztosítják a széles körű nukleáris baleset-elhárítás hatékony alkalmazását, a szükségesség mértékének megfelelően. A két részből álló cikksorozatban a szerzők a magyarországi nukleáris baleset-elhárítás eljárásrendjeinek aspektusaira térnek ki, a hozzá tartozó sugárzási és egészségügyi hatások értékelésével.

Kulcsszavak: atomerőmű, reaktor, nukleáris létesítmény, biztonság

In Hungary the safety requirements of nuclear facilities have made it necessary to elaborate such primary principles that accomplish well-established, comprehensive protective functions.

The elaboration criteria are based on the existing experiences of nuclear technologies and their applications, the findings of health and environmental impact studies. The specificities of the individual facilities, such as the detailed elaboration of the accident prevention and protection system of the nuclear power plant in Paks, assure the effective implementation of the comprehensive nuclear accident protection, in accordance with the necessities.

¹ MVM Paksi Atomerőmű Zrt., Atomix Kft. Létesítményi Tűzoltóság, szerparancsnok, e-mail: antalzmax@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9373-3454

² Belügyminisztérium, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola oktatója, helyettes rendvédelmi tisztii főorvos, e-mail: robertrevai@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7282-6555

³ Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, országos tűzoltósági főfelügyelő, t. dandártábornok, e-mail: laszlo.berczi@katved.gov.hu, ORCID: 0000-0001-7719-7671

In the two parts of the present article the authors cover the aspects of the policies and procedures of Hungarian nuclear accident protection, with the assessment of related radiation and health impacts.

Keywords: nuclear power plant/station, reactor, nuclear facility, safety

Bevezetés

A magyarországi nukleárisbaleset-elhárítás több szinten, rétegezve épül fel, megfelelően az európai uniós követelményeknek és az országban belüli nukleáris sajátosságoknak, valamint igazodik a környező országok nukleáris programjaihoz és baleset-elhárítási protokollokat valósít meg. A Paksi Atomerőműben külön speciális baleset-elhárítási szervezet és rendszer működik, amely kiépítettségében és alkalmazott megoldásaival egyedülálló a maga nemében. Az országos rendszerekhez kapcsolódva, azokkal összhangban működik, a komplex nukleárisbaleset-elhárítás körében és a katasztrófavédelem hathatós közreműködésével.⁴

A hazai nukleárisbaleset-elhárítás tekintetében négy fontos létesítményt kell megemlítenünk. Elsőként a Paksi Atomerőművet, amely a magyarországi villamosenergia-termelésének legjelentősebb forrása, hiszen a villamos energia több mint 50%-a innen származik. Az erőmű négy VVER 440/213 típusú vízhűtéses – vízmódertoros reaktorblokkot üzemeltet, a hozzájuk tartozó, a nukleáris biztonságot széles körben lefedő emberi, technológiai és infrastrukturális háttérrel. A környező országok atomerőműi is fontos szerepet játszanak, és hozzá tartoznak a magyarországi nukleárisbaleset-elhárítás tervezéséhez és rendszeréhez. Másodikként fontos, a Paksi Atomerőműben keletkezett elhasznált fűtőelemek hosszú távú tárolására és hűtésére szolgáló Kiegészített Kazetták Átmeneti Tárolója, amely az atomerőmű közvetlen szomszédságában üzemel. A KFKI Atomenergia Kutatóintézetben működik továbbá a Budapesti Kutatóreaktor, amelynek reaktorra fizikai és nukleáris technológiai kutatásokhoz szolgál nagy teljesítményű neutronforrásként és kutatási felhasználásra állít elő radioizotópot. Végül a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem oktatóreaktora a felsőoktatási intézmények hallgatóinak képzésében játszik fontos szerepet, hogy a reaktorhoz kapcsolódó laboratóriumi és reaktorüzemeltetési ismeretek gyakorlati alkalmazását valósítsa meg.⁵

A radioaktív anyagokat tároló létesítmények ugyan nem rendelkeznek működő atomreaktorral, azonban nukleárisbaleset-elhárítás szempontjából mégis releváns fenyegetést jelenthetnek, így e létesítmények is részei a védelmi tervezésnek. A Nemzeti Radioaktív hulladék-tároló Bataapátiban található, ahol az atomerőműben keletkező kis és közepes aktivitású szilárd vagy folyékony hulladékok tárolását valósítják meg. A végleges elhelyezésre csak szilárd formában kerülhet sor, ezért a folyékony hulladékokat speciális eljárásokkal szilárdítják meg az atomerőműben, mielőtt ideszállítják. A Püspökszilágyi Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tároló feladata, hogy az olyan kis és közepes aktivitású hulladékok elhelyezését megvalósítsa, amely nem az atomerőműben keletkezett.

⁴ 1996. évi CXVI. törvény; ÁVIT 2016, I. modul.

⁵ BOGNÁR et al. 2013.

A veszélyelhárítást az alapvető fogalmak és rendszerek bemutatásával, azok összefüggéseinek és működési sémáik taglalásával kell hogy ismertessük, hiszen minden egyes országos vagy lokális intézkedéseket és besorolásokat jelentő szint szervezen kapcsolódik egymáshoz.

Nukleáris veszélyeztetettség

A nukleáris veszélyhelyzetek forrása lehet maga a nukleáris létesítmény vagy olyan radiológiai káresemény, amely emberi hibából vagy szándékosságból ered. Az ellenőrizetlenül hagyott, ellopott, elvesztett, helytelenül használt vagy szállított, talált radioaktív anyagok, egészségügyi sugárforrások továbbá veszélyes ipari röntgenforrások okozhatnak olyan baleseteket, amelyeket nukleáris balesetként kell kezelnünk. A potenciális veszélyhelyzet megfelelő értékeléséhez mindenképp a veszélyforrás sajátosságait kell fókuszba helyoznünk.

Ionizáló sugárzás

A nukleáris veszélyhelyzetek olyan rendkívüli eseményeket foglalnak magukban, amelyeknél a lakosság védelmében ionizáló sugárzás okozta veszélyhelyzet elhárítására vagy a következmények enyhítésére irányuló intézkedésekre van szükség. Más hatásokkal ellentétben, mint például rezgések, elektromos áram, hő, az ionizáló sugárzás nem kelt közvetlen érzetet, általános módon érzékszerveinkkel nem érzékelhető, mégis egészségkárosító hatása lehet. Az ionizáló sugárzás elleni alapvető védelem négy elemből épül fel, ezek az idő, a távolság és az árnyékolás védőhatásai, amelyekhez az emberi szervezet, mint káros hatásokat felfogó rendszer kapcsolódik, lényegében a sugár fajtája és az egyes emberi szövetek specifikussága befolyásolja a káros hatásokat.

A sugárzás mértéke számokban kifejezve több módon lehetséges. Az anyagokban elnyelődött sugárzás meghatározható mennyiségét, azaz dózist a „Gray” mértékegység (Gy) jelöli, míg a biológiai szövetekben elnyelődött sugárzást egy ezzel megegyező dimenziójú mértékegység, a „Sievert” (Sv) fejezi ki. A mértékegységek megfelelnek 1 kg szövet által elnyelt 1 J sugárzást energiájának ($Gy = J/kg$), ugyanakkor a különböző sugárzások energiatarományja változó, ebből következik, hogy a sugárzás típusa és energiatarományja alapján módosul a dózis mértéke. Az emberi szervek és szövetek által elnyelt dózis azok specifikusságának függvényében védenek, illetve tovább súlyosbítanak a sugárzás mértékén. Látható tehát, hogy a sugárzás, mint gyűjtőfogalom olyan többkomponensű veszélyeztető hatás, amelynek nemcsak a detektálása, de a hatásai is széles spektrumon mozognak. Éppen ezért a nukleárisbaleset-elhárítás elsődleges célja, hogy a lakosságot minden lehetséges módon védje a baleset következtében kiszabaduló sugárterheléstől.⁶

⁶ BEREK 2010; 487/2015. Korm. rendelet.

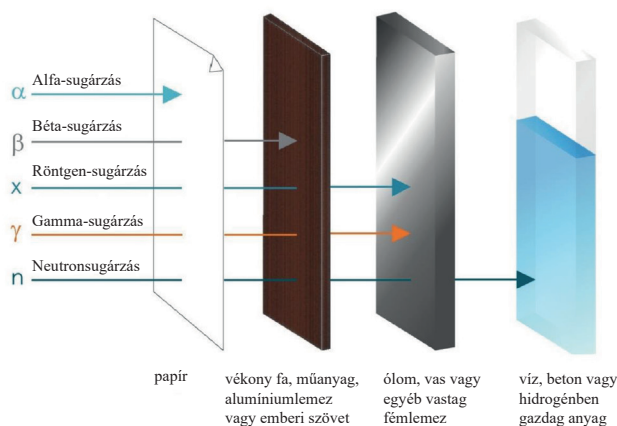
Sugárzás fajtája és hatásai

Alfa-sugárzás: Kis áthatoló képességű sugárzás, amely könnyen elnyelődik, akár egy vékony papírlapban vagy az emberi bőr felületén. Veszélyességét, a lenyelt vagy belélegzett α -sugárzó hatásai adják, mivel közvetlenül az élő sejteket bombázva súlyos elváltozásokat és rákosodást okoz.

Béta-sugárzás: Nagyobb áthatoló-képességgel bír ugyan, mint az α -sugár, de a külső dózishoz csak kis mértékben járul hozzá. Néhány centiméter után elnyelődik a levegőben, de vékony fán, műanyagban vagy alumíniumlemezen már nem tud áthatolni. A szervezetbe kerülve azonban komoly károsodást okoz. A szervezetben feldúsulva a környező szöveteket nagymértékben roncsolja.

Gamma-sugárzás: A γ -sugárzás jellemzője, hogy nagy áthatoló-képességgel rendelkező elektromágneses sugárzás, mivel nincs tömege és nincs töltése. Árnýékolásra van szükség, hogy védekezni lehessen ellene, amihez megfelelő vastagságú ólomra vagy vasbetonra van szükség. A belső sugárterhelésben a szerepe kicsi, ami a nagy áthatoló-képességből adódik, de a külső dózist szinte teljes egészében innen származtatjuk.

Neutronsugárzás: Olyan nagy energiájú termikus sugárzás, amely maghasadás során szabadul fel, erősen károsítja az emberi szervezetet, jelentős külső és belső sugárterhelést okozva. A neutronsugárzást hidrogénben gazdag anyaggal lehet elnyeletni.



1. ábra. Sugárzások áthatoló-képessége

Forrás: www.mirion.com/learning-center/radiation-safety-basics/types-of-ionizing-radiation (A letöltés dátuma: 2017. 03. 20.) alapján szerkesztette a szerző

Az ionizáló sugárzás következtében érvényesülő biológiai hatásokat két csoportba soroljuk. Ezek a sztochasztikus és determinisztikus hatások. A determinisztikus hatások jellemzője, hogy egy bizonyos dózisszint felett biztosan bekövetkeznek, súlyosságuk az elnyelt dózis nagyságától függ. A tünetek a dózis függvényében változhatnak időben és súlyosságban, az enyhe lefolyásútól a halálosig. A sztochasztikus hatás jellemzője, hogy nincs küszöbdózisa, de az általa okozott

biológiai elváltozás valószínűsége a dózis mértékével egyenes arányban nő. Az elváltozások hónapokkal, akár évekkel később is okoznak rosszindulatú daganatos megbetegedéseket és genetikai mutációkat.⁷

Veszélyhelyzeti tervezési kategóriák

A nukleáris veszélyhelyzetek kockázatainak mértékét és időbeli változásait figyelembe véve a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség a nukleáris létesítményeket és radioaktív anyagokkal tevékenységet végző intézményeket baleset-elhárítási szempontok alapján különböző tervezési kategóriába sorolja.⁸

- I. veszélyhelyzeti tervezési kategória: A telephelyen, akár kis valószínűséggel is bekövetkező súlyos determinisztikus hatások léphetnek fel, amelyeknek a hatásai túlnyúlnak a telephely területén és veszélyeztetik a lakosságot. Jellemzően a 100 MWth feletti hőteljesítményű atomreaktorokat, fűtőelem pihentető medencéket és olyan speciális radioaktív anyagokkal foglalkozó telephelyeket sorolunk ide, amelyeknél a kiszóródás következtében determinisztikus hatások lépnek fel az üzem területén kívül.
- II. veszélyhelyzeti tervezési kategória: Akkor sorolandó ide egy telephely, ha egy ott bekövetkező esemény sürgős óvintézkedéseket tesz szükségessé a környező lakosság körében, de az üzemi területen kívül nem lép fel determinisztikus hatás. Ide tartoznak a 2–100 MWth közötti atomreaktorok, az aktív hűtést igénylő fűtőelem-tárolók, vagy ha a telephely közvetlen körzetében ellenőrizetlen kritikusság léphet fel és a baleset folyamán diszperz radioaktív anyagok kerülhetnek ki.
- III. veszélyhelyzeti tervezési kategória: Abban az esetben soroljuk ide a telephelyet, ha a sürgős óvintézkedéseket indokoltá tevő esemény azon belülre korlátozódik. Ebbe a kategóriába a 2 MWth-nál nem nagyobb hőteljesítményű atomreaktorok, az 1 méteres távolságon belül 100 mGy/h dózisteljesítményű árnyékolatlan sugárforrások tartoznak, vagy a telephelyen belül súlyos óvintézkedések bevezetését szükségessé tevő diszperzzé váló radioaktív kiszóródás léphet fel.
- IV. veszélyhelyzeti tervezési kategória: Ebbe a kategóriába elsősorban a radiológiai veszélyhelyzetet előidéző tevékenységek sorolhatók, amelyek előre nem látható kiterjedésű területeken teszik szükségessé a sürgősségi óvintézkedések bevezetését. Ide tartoznak az illegális tevékenységek, a szállítási és mobil sugárforrással kapcsolatos feladatok végrehajtása vagy az ipari radiográfiás sugárforrások és radiotermikus generátorok. Bár az e kategóriába sorolt tevékenységek kisebb veszélyt jelentenek, de jellegük miatt az ország bármely területén előfordulhatnak, ezért az ilyen jellegű fenyegetettségre minden közigazgatási területnek fel kell készülni. A tevékenységi kategóriát további veszélyhelyzettípusokra kell bontani:
 - a) sugárforrással előidézett veszélyhelyzetek;
 - b) szállítási balesetek;

⁷ 1996. évi CXVI. törvény.

⁸ BOGNÁR et al. 2013.

- c) súlyos besugárzás;
 d) szándékosan előidézett veszélyhelyzet (terrortevékenység).
- V. veszélyhelyzeti tervezési kategória: A más országok I. és II. tervezési kategóriájába sorolt létesítményeinek balesetei, valamint a nukleáris és radioaktív balesetek során reálisan valószínűsíthető magyarországi élelmiszerek korlátozását szükségessé tevő események tartoznak ide.

1. táblázat. Magyarországot veszélyeztető létesítmények és tevékenységek besorolása

I. kategória
Paksi Atomerőmű
II. kategória
A Kiegészítő Kazetták Átmeneti Tárolója (KKÁT)
Budapesti Kutatóreaktor
Izotópintézet Kft.
III. kategória
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Oktatóreaktor
Püspökszilágyi Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tároló Telep
(RHFT) Nemzeti Radioaktív Hulladéktároló, Bábaapáti
V. kategória
Bohunice Atomerőmű
Mohovce Atomerőmű
Krsko Atomerőmű
Dukovany Atomerőmű
Temelin Atomerőmű

Forrás: BOGNÁR et al. 2013, 517.

Nukleáris veszélyhelyzeti osztályok

A nukleáris veszélyhelyzetek során szükséges hatékony beavatkozások érdekében olyan veszélyhelyzetosztályi besorolás lett kialakítva, amely tartalmazza a szükséges műveletek végrehajtását az elhárítás és következmény enyhítése érdekében, valamint az esemény súlyosságának tükrében a dolgozók megfelelő védelmét és a sürgős lakossági óvintézkedések elrendelését. Az osztályba sorolt beavatkozások hatékonyságának érdekében az intézkedéseket késedelem nélkül meg kell kezdeni és a továbbiakban folyamatos koordinációt tesz szükségessé.⁹

Veszélyhelyzeti osztályok:

- Általános veszélyhelyzet: Nagy kiterjedésű területen teszi indokolttá a sürgős óvintézkedések azonnali bevezetését, a sugárterhelés mértéke és a radioaktív anyag környezetbe jutása miatt, vagy mivel annak nagyfokú kockázata lép fel.

⁹ BOGNÁR et al. 2013.

- **Helyi veszélyhelyzet:** A környezetben tartózkodók sugárterhelése az események következtében nagymértékben megnövekedhet, ezért azonnali intézkedéseket kell végrehajtani a következmények mérséklése érdekében és elő kell készíteni a lakosságvédelmi óvintézkedéseket.
- **Létesítményi veszélyhelyzet:** A nukleáris vagy radioaktív anyagot alkalmazó létesítmény tevékenysége során a védelem nagymértékű csökkenése következhet be, amely az üzem területére korlátozódik. Az események folyamán azonnali védelmi intézkedéseket kell végrehajtani a telephely személyzete érdekében és a következmények mérséklésére.
- **Potenciális veszélyhelyzet:** A körzetben tartózkodók védelmi szintjének jelentős csökkenése vagy abban bekövetkezett bizonytalan változások esetén alkalmazott osztály, amelynél azonnali kockázat- és következményfelmérésre van szükség annak szakszerű mérséklése érdekében.

Az I. és II. tervezési kategóriába sorolt létesítmények esetében mind a négy veszélyhelyzeti osztályt figyelembe kell venni, míg a III. tervezési kategóriánál, annak létesítményen belüli jellege miatt csak a létesítményi veszélyhelyzet és a potenciális veszélyhelyzet jöhet relevánsan számításba. A IV. tervezési kategória nem létesítményhez kötött, ezért a létesítményi veszélyhelyzet ennél a kategóriánál nem értelmezhető, azonban a sürgős óvintézkedések megállapítása specifikusan lehetséges. Az V. tervezési kategóriába sorolt létesítmények esetében élelmiszer-óvintézkedési protokollokat kell bevezetni abban az esetben, ha a külföldön I. és II. tervezési kategóriába sorolt létesítmény általános veszélyhelyzete lép életbe.

Magyarországi veszélyhelyzetek csoportosítása a létesítmények és tevékenységük tükrében:

2. táblázat. Veszélyhelyzeti osztályok a tevékenységekhez viszonyítva

Veszélyhelyzeti osztály	Létesítmény, tevékenység
Általános veszélyhelyzet	Paksi Atomerőmű
Helyi veszélyhelyzet	Paksi Atomerőmű, Kiegészített Kazetták Átmeneti Tárolója, Budapesti Kutatóreaktor, Izotópinintézet Kft.; radioaktív anyagokkal végzett tevékenységek
Létesítményi veszélyhelyzet	Paksi Atomerőmű, Kiegészített Kazetták Átmeneti Tárolója, Budapesti Kutatóreaktor, Izotópinintézet Kft., Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Oktatóreaktor; nagy aktivitású radioaktív anyagokat alkalmazó létesítmények
Potenciális veszélyhelyzet	Paksi Atomerőmű, Kiegészített Kazetták Átmeneti Tárolója, Budapesti Kutatóreaktor, Izotópinintézet Kft., Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Oktatóreaktor; nagy aktivitású radioaktív anyagokkal végzett tevékenységek

Forrás: BOGNÁR et al. 2013, 519.

Potenciális károsító hatások

A nukleáris veszélyhelyzetek kapcsán mindenképpen részletezni kell a fellépő károsító hatásokat. Az ionizáló sugárzás hatásain túl felléphetnek egyéb egészségkárosító hatások, amik nem a sugárzashoz köthetők. Nem beszélve az esemény által a környezetre és a gazdaságra

gyakorolt hatásokról. A hatások bekövetkezési szempontból eltérőek lehetnek, de általánosan elmondható, hogy egy időben jelentkeznek, de hatóidejük specifikusan különböző továbbá, nem törvényszerű, hogy minden hatás érvényesül egyidejűleg, ugyanakkor egymás katalizátorai is lehetnek. Egy veszélyhelyzeti esemény során fellépő komoly radiológiai következménynek például egészségügyi, környezeti és gazdasági vonzatai is vannak, nagyságrendjeinek pedig a kiterjedés nagysága lesz a mértéke.¹⁰

3. táblázat. Veszélyhelyzeti, potenciális károsító hatások

Veszélyhelyzeti osztály	Létesítmény, tevékenység	Következmények	Kiterjedés
Általános veszélyhelyzet	Paksi Atomerőmű	determinisztikus; sztochasztikus; nem-radiológiai; gazdasági; környezeti	általánosan nagy kiterjedés; több 10–100 km
Helyi veszélyhelyzet	Paksi Atomerőmű, Kiegészített Kazetták Átmeneti Tárolója, Budapesti Kutatóreaktor, Izotópinvézet Kft.; radioaktív anyagokkal végzett tevékenységek	determinisztikus; sztochasztikus; nem-radiológiai; gazdasági; környezeti	telephely; telephelyen kívül néhány 100 m – néhány km
Létesítményi veszélyhelyzet	Paksi Atomerőmű, Kiegészített Kazetták Átmeneti Tárolója, Budapesti Kutatóreaktor, Izotópinvézet Kft., Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Oktatóreaktor; nagy aktivitású radioaktív anyagokat alkalmazó létesítmények	determinisztikus; sztochasztikus; nem-radiológiai; gazdasági	létesítményen belüli
Potenciális veszélyhelyzet	Paksi Atomerőmű, Kiegészített Kazetták Átmeneti Tárolója, Budapesti Kutatóreaktor, Izotópinvézet Kft., Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Oktatóreaktor; nagy aktivitású radioaktív anyagokkal végzett tevékenységek	nem-radiológiai; gazdasági	létesítményen belüli; a tevékenység szűk körzetében

Forrás: BOGNÁR et al. 2013, 520.

Veszélyhelyzeti óvintézkedések

Az adott létesítmény üzemeltetése által ellenőrzött és körülvett biztonsági terület minősül az üzem telephelyének. Abban az esetben, ha szállítás közben vagy ellenőrizetlen területen következik be a veszélyhelyzet, annak nincs kontrollált területe vagy telephelye, ezért a környezeti tényezőket és a sugárforrás tulajdonságait figyelembe véve kell jelölni a biztonsági területet. I. és II. veszélyhelyzeti tervezési kategóriába sorolt létesítmények esetében bekövetkezett

¹⁰ ÁVIT 2016, II. modul; BOGNÁR et al. 2013, 517.

jelentős veszélyhelyzetkor a biztonsági beavatkozások tervezése a kiindulópont és a létesítménytől való távolság függvényében változik.¹¹

- *Megelőző óvintézkedések zónája (MÓZ):* Az általános veszélyhelyzet megállapítását követően azonnal elrendelt végrehajtási intézkedések, amelyeket az I. tervezési kategóriába sorolt létesítmények esetében az előre kijelölt körzeten belül vezettek be. A sürgős intézkedések előre megtervezettek a sugárforrás és a potenciálisan kialakuló veszélyhelyzeti esemény függvényében. Ezek olyan óvintézkedések, amelyek célja a súlyos determinisztikus hatások megelőzése és a sztochasztikus hatások kialakulásának minimalizálása közvetlenül a kibocsátás következtében vagy röviddel azt követően.
- *Sürgős óvintézkedések zónája (SÓZ):* Az I. és II. tervezési kategóriába sorolt létesítmények esetében a tervezett sürgős óvintézkedéseket végrehajtó intézkedések, az előzetesen meghatározott területen. A környezetmonitorozás és üzemállapot függvényében olyan azonnali intézkedések végrehajtásáról van szó, amelyek a lakosság és a környezet sugárterhelés-védelme érdekében kell, hogy megvalósuljanak, és ezáltal a jogszabályokban meghatározott dózisokat ne érje el a kibocsátás mértéke.
- *Élelmiszer-fogyasztási korlátozások óvintézkedési zónája (ÉÓZ):* A veszélyhelyzet kiterjedésétől és mélységétől függően előfordulhat, hogy szükségessé válik egy adott területen belül a lakosság étel- és ital-fogyasztásának korlátozása, a mezőgazdasági termelések és étel- és ital-feldolgozó üzemek tevékenységének szükség szerinti szigorú szabályozása vagy korlátozása. Ennek célja az érintett területeken termelt élelmiszerek fogyasztása általi inkorporáció elkerülése. A zóna kiterjedése több száz kilométeres területet jelenthet, ami a lakosság áttelepítését is vonhatja maga után.

A III. és IV. tervezési kategóriába sorolt létesítmények esetében általában nem szükséges a megelőző és sürgős óvintézkedések zónájának kijelölése. A MÓZ és SÓZ területek általában olyan természetes határokkal (például utak, folyók, hegyvonulatok) vannak körvonalazva, amelyek az operatív intézkedések alatt egyértelműen beazonosíthatók. Az óvintézkedési zónák mérete függ a kibocsátás mértékétől és a potenciális következmények elemzésének eredményétől, valamint a károsító hatások az egyes óvintézkedési zónákban specifikáltan változhatnak.

Az egyes zónák kiterjedésének mértéke

A nukleáris veszélyhelyzet óvintézkedési zónái az egyes létesítmények hatásainak területi kiterjedésétől függően változnak. Az V. tervezési kategóriába sorolt létesítmények esetében például ugyan külföldi, I. és II. tervezési kategóriába sorolt létesítményről beszélünk, mégis annak nukleáris veszélyhelyzete étel- és ital-fogyasztást eredményezhet hazai területeken. A IV. veszélyhelyzeti tervezési kategóriába sorolt tevékenységek esetében nehéz konkrét kiterjedést meghatározni, hiszen annak paraméterei előre nem meghatározhatóak, csak potenciális helyzetvariációk modellezhetők le.¹²

¹¹ ÁVIT 2016, II. modul; 2011. évi CXXVIII. törvény.

¹² BOGNÁR et al. 2013; 487/2015. Korm. rendelet; Atomerőmű Tűztöltés 2013.

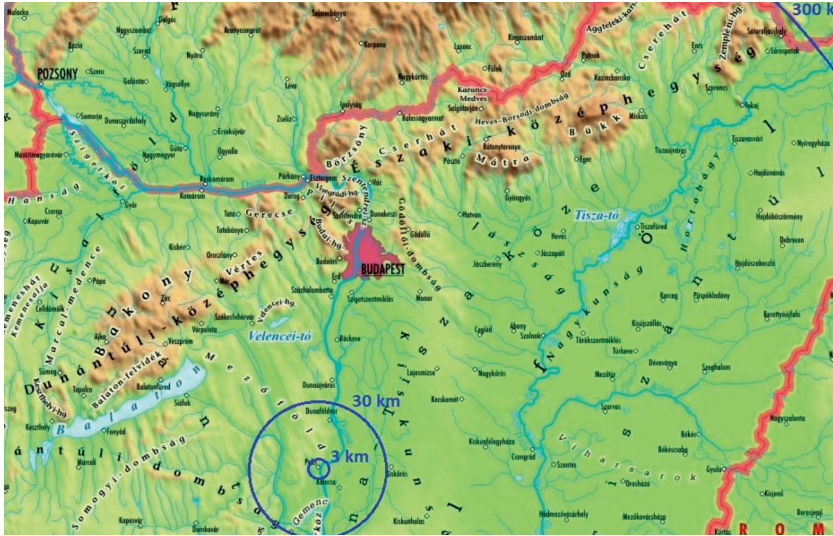
4. táblázat. Veszélyhelyzeti zónahatárok a tervezési kategóriába sorolt létesítményeknél

	MÓZ	SÓZ	ÉÓZ
I. VTK			
Paksi Atomerőmű	3 km	30 km	300 km
II. VTK			
KKÁT	–	–	3 km
Budapesti Kutatóreaktor	–	KFKI telephely	1 km
Izotópinvézet Kft.	–	KFKI telephely	1 km
III. VTK			
BME Oktatóreaktor	–	–	–
Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tároló Telep, Püspökszilágyi	–	–	3 km
Nemzeti Radioaktív Hulladéktároló, Bataapáti	–	–	3 km
V. VTK			
Bohunice	3 km	30 km	300 km
Mohovce	3 km	30 km	300 km
Krsko	3 km	30 km	300 km
Dukovany	3 km	30 km	300 km
Temelin	3 km	30 km	300 km

Forrás: BOGNÁR et al. 2013, 523.

A fenti táblázatból egyértelműen látszik, hogy a tervezési kategóriák függvényében előre meghatározottak az óvintézkedési zónák. A hazánkhoz legközelebb eső atomerőművek megelőző és sürgős óvintézkedési zónái kívül esnek Magyarország területén, azonban az Élelmiszerfogyasztási korlátozások óvintézkedési zónája eléri Magyarországot. Magyarországi tekintetben a „Megelőző óvintézkedések zónája” csak a Paksi Atomerőmű körül van kijelölve. Ennek következménye, hogy általános veszélyhelyzet kihirdetése során az operatív intézkedéseket azonnal végre kell hajtani, és a területen lévőket haladéktalanul kimenekíteni, hogy a sztochasztikus és determinisztikus hatások megelőzhetőek legyenek. Ugyancsak a Paksi Atomerőmű vonatkozásában van kijelölve a „Sürgős óvintézkedések zónája” Magyarországon 30 kilométeres körzetben, illetve kisebb léptékben a Budapesti Kutatóreaktor magába foglaló Központi Fizikai Kutatóintézet (KFKI) telephelyén. Ezekben a helyeken a nukleáris veszélyhelyzet során olyan intézkedéseket kell végrehajtani, mint például elzárkóztatás, jódprofilaxis és kimenekítés. Ahogy a külföldi atomerőművek nukleáris veszélyhelyzet általi élelmiszer-fogyasztási korlátozások óvintézkedési zónájába beletartozik hazánk területe, úgy a magyar nukleáris létesítmények esetében is kihatással van erre a területre az üzem típusának függvényében a korlátozási zóna. A Paksi Atomerőmű által kiváltott veszélyhelyzet során az élelmiszer-korlátozás gyakorlatilag lefedi Magyarország teljes területét, ezért ebben az esetben olyan hosszú távú óvintézkedések bevezetésére van szükség, amelyek révén a lakosság elkerüli az inkorporációt, ugyanakkor a fellépő gazdasági és környezeti válság révén nem vezet társadalmi összeomláshoz. A szabályozások és korlátozások a sugármonitorozási és tervezett védelmi-elhárítási intézkedéseknek megfelelően lépnek életbe.¹³

¹³ Atomerőmű Tűzoltóság 2012.



2. ábra. A Paksi Atomerőmű veszélyhelyzeti zónahatárai¹⁴

Forrás: www.map.hu/Attekinto/Magyarorszag/Magyarorszag_domborzata (A letöltés dátuma: 2019. 01. 20.) alapján szerkesztette a szerző



3. ábra. Veszélyhelyzeti zónahatárok a tervezési kategóriába sorolt létesítményeknél

Forrás: BOGNÁR et al. 2013, 526.

¹⁴ Magyarország átszerkesztett domborzati térképe, a Google Maps távolságmérőjével meghatározott távokkal.

Nukleáris baleset-elhárítási feladatok

Országos Nukleárisbaleset-elhárítási rendszer

Magyarországon, a lakosság védelme érdekében, a veszélyhelyzet elhárítására vagy a következmények enyhítésére irányuló intézkedések végrehajtása céljából Országos Nukleárisbaleset-elhárítási rendszer (továbbiakban: ONER) működik. Az ONER feladata az események elhárítására való felkészülés és annak kivitelezése a központi, ágazati, területi és helyi szintű szervezeteit felhasználva. A lakosság rendkívüli, nem tervezett sugárterhelését előidéző események kapcsán a biztonság érdekében átfogó intézkedéseket vezet be, amelyekkel az elhárítás sikerességét és a következmények csökkentését szavatolja. Ezek összehangolása kormányzintű feladat, amelyet a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény, valamint az annak végrehajtásáról szóló 234/2011. (XI. 10.) Korm. rendelet szabályoz. Ezen jogszabályokhoz kapcsolódik az ONER felépítéséről és feladatairól rendelkező 167/2010. (V. 11.) Korm. rendelet.

Az ONER működését és irányítását a katasztrófavédelemmel összefüggő döntések előkészítésére és a védekezéssel kapcsolatos feladatok ágazati összehangolására felállított kormányzati szerv, a Katasztrófavédelmi Koordinációs Kormánybizottság (továbbiakban: KKB) látja el. Az ONER működését tekintve négy működési állapotba sorolva végzi a feladatát, azoknak megfelelő szinten és minőségben:

- normál működési állapot;
- készenléti működési állapot;
- veszélyhelyzeti működési állapot;
- helyreállítási működési állapot.

A KKB feladatai

A KKB állapítja meg az ONER működési rendjét, amelyet a központi veszélyelhárítási terv részeként az Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Intézkedési Tervben rögzít. A normál működési állapotban a nukleáris létesítmények veszélyhelyzeti felkészültségének nyomon követésével foglalkozik, hogy a felkészülési és a következményelhárítási eljárások megfelelően lefedjék a nukleáris létesítmények veszélyhelyzet-kezelési képességeit, amiről két évente az Országos Atomenergia Hivatallal (továbbiakban: OAH) együttműködve az atomenergia alkalmazója tájékoztatóanyagot készít. A KKB három évente nukleáris balesetelhárítási műszaki fejlesztési javaslatot készít, évenkénti bontású költségvetési tervvel, igazodva a fő fejlesztési területekhez. Az ONER működésével kapcsolatosan felkészültségi vizsgálatot tart, továbbá képzési és gyakorlatozási tevékenységgel kapcsolatos javaslatokat tesz. Készenléti és Veszélyhelyzeti működési állapotokban a felmerülő kérdések elemzésével, a problémák tudományos megválaszolásával és a kormányzati döntés-előkészítéssel kapcsolatos szakmai feladatokat látja el. A helyreállítási működési állapotban a KKB feladata a nukleáris balesetek okainak feltárása és kivizsgálása.¹⁵

¹⁵ 2011. évi CXXVIII. törvény.

Normál működési állapot

Ebben az állapotban az országos sugárzási szint folyamatos monitorozása és a radiológiai adatok gyűjtése a feladat a riasztási rendszerhez igazítva. Az adatokat elemzik, értékelik és ellenőrzik. Naprakészen tartják a Nukleárisbaleset-elhárítási Intézkedési Terveket, és az abban foglaltakat az érintett szervezetekkel gyakoroltatják, valamint biztosítják az anyagi-technikai feltételek meglétét, a lehetséges elhárítási feladatok megvalósításához.

Készenléti működési állapot

A veszélyhelyzeti működési állapotot el nem érő, de sugárvédelmi tevékenységet és lakossági tájékoztatást igénylő feladatokat foglal magában a normál működési állapot feladatain felül. Ebben az állapotban radioaktív kibocsátás közvetlen veszélyével kell számolni valamely hazai vagy országhatártól 300 km-en belül fekvő nukleáris, illetve sugárzó anyagot felhasználó és tároló létesítményben. Ez az állapot lép életbe akkor is, ha az OSJER mérőállomásain a meghatározott szinthez tartozó riasztási jelzés érkezik vagy olyan káresemény bekövetkezésekor, ami a környezeti sugárterhelés növekedésével fenyeget. Ide tartoznak a Magyarország területén esetlegesen lezuhanó sugárveszélyes űrobjektumok is.

Veszélyhelyzeti működési állapot

Ebben az állapotban már konkrét lakosságvédelmi óvintézkedések bevezetésére van szükség, mivel a lakosság nem tervezett sugárterhelését előidéző esemény kockázatait és hatásait csökkenteni kell.

Helyreállítási működési állapot

A helyreállítás során biztosítani kell a normál működési állapotra történő visszaállást. Minden olyan tevékenységet és intézkedést, amely ehhez a célhoz vezet vissza a helyreállítás részének kell tekinteni.

Országos Sugárfigyelő, Jelző és Ellenőrző Rendszer

A lakosság biztonsága érdekében folyamatosan működő automatikus sugárzásmérő állomásokat helyeztek ki, amelyek biztosítják a KKB döntés-előkészítő és döntéshozó tevékenységéhez a szükséges információkat. Ez az Országos Sugárfigyelő, Jelző és Ellenőrző Rendszer (továbbiakban: OSJER), amely működésének és szakmai munkájának irányítását a katasztrófák elleni védekezésért felelős miniszter végzi. AZ OSJER működéséről a 167/2010. (V. 11.) Korm. rendelet határoz.¹⁶

¹⁶ BOGNÁR et al. 2013; 2011. évi CXXVIII. törvény; 167/2010. Korm. rendelet.

Az OSJER feladatai

Az országos sugárzási helyzet monitorozásával megalapozza az ONER működési állapotainak megfelelő riasztását és értesítési rendszerét, valamint a működési állapot függvényében a közreműködő szervek tájékoztatását, amelyet az atomenergia alkalmazójánál működő mérőhelyek mérési adatai, illetve a katasztrófavédelmi központi szerv Nukleáris Baleseti Információs és Értékelő Központjának (továbbiakban: NBIÉK) nyomon követett értékeléseire alapozza. A távmérő hálózaton keresztül érkező figyelmeztetés vagy riasztás esetén hitelességvizsgálatot végez az esetleges kiváltó okok meghatározásával és esemény állapotjelentést készít az ONER-t működtető szervek vezetőinek.

Az NBIÉK az országos korai előrejelzés központi feladataival, a nemzetközi radiológiai adatcsere rendszerével és a lakosság nukleáris baleset-elhárítással kapcsolatos tájékoztatásával foglalkozik, a lehetséges terjedési útvonalak előrejelzésével, valamint a KKB online, valós idejű döntés-előkészítő tevékenységének működtetésében is részt vesz.

Nukleárisbaleset-elhárítási döntéstámogató rendszer

Egy kialakult nukleáris veszélyhelyzetben a döntéstámogató rendszerek nagymértékű segítséget tudnak nyújtani az egyes szituációk pontos felméréséhez, értékeléséhez, amely elengedhetetlen a hatékony operatív beavatkozás tekintetében. A feladatok sokrétűsége miatt nem egyszemélyi felelőse van a kialakult veszélyhelyzet kezelésének, ugyanakkor a meglévő információk segítségével a szükséges intézkedések bevezetésében jelentős segítséget nyújthat. Nagy jelentősége van továbbá a normál és veszélyhelyzeti időszakokban a hiteles tájékoztatásban és a folyamatos sugárzási helyzetértékelésben. Ilyen a BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság által az NBIÉK-ben üzemeltetett RODOS-rendszer. A *Realtime, Online, Decision SuppOrt System* teljes elnevezésből származó angol mozaikszó. A rendszer olyan valós idejű, online nemzetközi döntéstámogató rendszer, amely az Európai Unió támogatásával lett kifejlesztve, abban a szellemben, hogy a rendszert használó országok nukleárisbaleset-elhárítása során a regionális együttműködés mellett pontos, akár határon túli terjedések megjelenítésével hatékony és egységes kárelhárítási és veszélyhelyzet-kezelési együttműködést tegyen lehetővé. A rendszer bármely európai ország területén keletkezett baleset modellezésével képes hatáselemzést készíteni, hogy a javasolt óvintézkedések függvényében csökkentse a károsító hatásokat és könnyítse a szükséges döntések meghozatalát azok prioritizált sorrendjében. A rendszer négy szinten működik, amelyek az alkalmazott óvintézkedésekhez viszonyítva lettek kialakítva:

- 0. szint: Közvetlenül mért vagy származtatott radiológiai adatok begyűjtése, elemzése és megjelenítése.
- 1. szint: A radiológiai helyzet térbeli és időbeli megjelenítése és annak elemzése a várható események előrejelzésével;
- 2. szint: Beavatkozási szimulációk futtatása az elemzések értelmezésével;
- 3. szint: Prioritási sorrend felállítása az egyes alternatív óvintézkedési stratégiákhoz.

Nemzetközi radiológiai adatcsere rendszer (EURDEP)

Világszerte kiépítették azokat a sugárfigyelő és jelző rendszereket, amelyek az ionizáló sugárzás terjedését hivatottak figyelmeztetni. Ezek a helyhez kötött sugármérő állomások folyamatosan továbbítják az adatokat, hogy a határokon átnyúló, következményekkel járó esetleges balesetek hatékonyabb kezelését elősegítsék számos ország nemzetközi adatcsere-rendszerében történő egyesítésével. Ilyen rendszer az Európai Radiológiai Adatcsere Platform (továbbiakban: EURDEP). A rendszer működéséhez minden európai uniós tagország kötelező jellegű adatszolgáltatást nyújt, de az unión kívüli országok csatlakozása is megengedett. A rendszerhez alapvetően minden ország napi rendszerességű adatot szolgáltat, de veszélyhelyzetben ez minimum kétóránkénti gyakoriságúra módosul. Az általános eljárás azonban manapság az, hogy a mérési eredmények minden helyzetben egyórás intervallumra szűkülnek.¹⁷

Magyarország nukleárisbaleset-elhárítási öszképe

Az alaposan kidolgozott védelmi eljárások teszik lehetővé, hogy a nukleáris erőforrások felhasználása a lehető legoptimálisabb biztonság mellett valósulhasson meg. A nemzetközi ajánlások és tapasztalatok, valamint ezek fényében az ország sajátosságaira hangolt nukleárisbaleset-elhárítás hatékony működése jelenti azt a védelmi bástyát, amely szervesen kapcsolódik a világ nukleáris energiabiztonságához. A magyarországi nukleárisbaleset-elhárítás nemcsak eleget tesz a jogszabályi kötelezettségeknek és a nemzetközi ajánlásoknak, de olyan preventív szervezési struktúrával és cselekvőképes operatív tervezéssel rendelkezik, amellyel az ország határain túlmutatóan is megállja a helyét egy esetlegesen kialakuló veszélyhelyzet kapcsán. A jelen cikk részben bemutatott alapok a következő részben további kifejtésre kerülnek a paksi atomerőmű nukleárisbaleset-elhárítási rendszere kapcsán. Az atomerőmű biztonságfilozófiája szervesen kapcsolódik az országos védelmi tervezéshez, valamint a nemzetközi operatív beavatkozási eljárások honosításával és a helyi specifikumokra történt fejlesztésekkel teljes körű védelmet biztosít a nukleáris veszélyhelyzetekkel szemben.

Felhasznált irodalom

- Atomerőmű Tűzoltóság (2012): *Atomerőműves rendszerek*. ATOMIX Kft. Tűzoltási és Kárelhárítási Szakágazat, Szakmai Ismeretek Oktatási anyag, ATOMIX at-me-6.2.2.-11-v2. 2012. 08. 01.
- Atomerőmű Tűzoltóság (2013): *Üzemzavar elhárítási oktatási anyag*. ATOMIX Kft. Tűzoltási és Kárelhárítási Szakágazat, Szakmai Ismeretek Oktatási anyag, ATOMIX at-me-6.2.2.-1-v2. 2013. 07. 01.
- BEREK Tamás (2010): *Honvédelmi Ismeretek – ABV (CBRN) Védelmi Alapismeretek jegyzet*. Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem.
- BOGNÁR Balázs – KÁTAI-URBÁN Lajos – KOSSA György – KOZMA Sándor – SZAKÁL Béla – VASS Gyula (2013): *Iparbiztonságtan I. – Kézikönyv az iparbiztonsági üzemeltetői és hatósági feladatok ellátásához*. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Nemzeti Közszolgálati és Tankönyv Kiadó Zrt.

¹⁷ BOGNÁR et al. 2013.

MVM Paksi Atomerőmű Zrt., Átfogó Veszélyhelyzet-kezelési és Intézkedési Terv, I. modul: Általános kötet, Verziószám: 9.3, 2016. 02. 04.

MVM Paksi Atomerőmű Zrt., Átfogó Veszélyhelyzet-kezelési és Intézkedési Terv, II. modul: Nukleáris-baleset-elhárítási Intézkedési Terv, Verziószám: 9.3, 2016. 02. 04.

Internetes források

Magyarország domborzata. Elérhető: www.map.hu/Attekinto/Magyarország/Magyarország_domborzata
(A letöltés dátuma: 2019. 09. 28.)

Types of ionizing radiation (2015). Elérhető: www.mirion.com/learning-center/radiation-safety-basics/types-of-ionizing-radiation (A letöltés dátuma: 2019. 09. 28.)

Jogforrások

167/2010. (V. 11.) Korm. rendelet az Országos Nukleárisbaleset-elhárításról

1996. évi CXVI. törvény az atomenergiáról

2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról
487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről