

Az emberiség szempontjából igen fontos mérföldkőhöz értünk el a radioaktivitás felfedezésével. Ennek köszönhetően számos kutatási terület hatalmas fejlődésen ment keresztül. Azonban akár a polgári, akár a katonai célú felhasználást vizsgáljuk, minden esetben arra is kell gondolnunk, milyen környezeti hatásokkal kell számolnunk a technológiák felhasználása során. Ennek fontossága már kezdetek óta ismert, ezért az atomenergia sokrétű felhasználhatósága mellett, annak potenciális veszélyeivel, biztonságos alkalmazásának előírásaival kezdettől fogva párhuzamosan foglalkoznak a tudomány képviselői. Jelen cikkben a szerzők a tárgyban készült nemzetközi és hazai szakirodalom összefoglalását és értékelését végzik el.

Kulcsszavak: radioaktivitás, környezeti hatás, nukleáris veszélyhelyzet, sugárvédelem

Bevezetés

Az emberiség történelmét jelentősen befolyásoló meghatározó tudományos felfedezése volt a radioaktivitás és annak ipari, technológiai alkalmazása. Az atomerőművek világszerte hatalmas hangsúlyt kapnak, köszönhetően hasznosságuknak, de egyben veszélyességüknek is, amelyet a rendszer meghibásodása okozhat, jelentősen károsítva ezzel a környezetet. Éppen ezért az atomerőművek szabályos üzemeltetése, a biztonsági előírások betartása ugyanolyan fontos, mint egy nukleáris balesetnél az elhárítási terv kidolgozása egy veszélyhelyzet esetére.

Az atomerőmű normál üzemi körülmények között környezetbarát, de a környezeti hatások értékelésekor nem szabad megfeledkezni az üzemzavarokról, a balesetektől, valamint ezek lehetséges következményeiről sem. Az atomerőművekben bekövetkezett balesetekkel kapcsolatosan sok téves nézet terjedt el, valamint a fogalma sem pontosan tisztázott.

A nukleáris veszélyhelyzetbe beleértendőek a nukleáris és a sugárzó anyagokkal végzett tevékenység következtében előálló vészhelyzetek. Vagyis a nukleáris veszélyhelyzet kifejezés egyaránt utal nukleáris létesítményben kialakuló veszélyhelyzetre (nukleáris

létesítményi vészhelyzet) és a radioaktív anyagot alkalmazó létesítményben vagy radioaktív anyaggal végzett tevékenység következtében kialakuló nukleáris veszélyhelyzetre (radiológiai veszélyhelyzet).

Cikkünkben – az előzőekben leírtakat szem előtt tartva – bemutatjuk, hogy Magyarországon hogyan épül fel a balesetelhárítási rendszer és egy esetlegesen bekövetkező nukleáris baleset esetén milyen intézkedéseket lehet életbe léptetni a korai, közbülső és kései szakaszokat illetően.

Nukleáris veszélyhelyzeti kategóriák és létesítmények hazánkban

A nukleáris veszélyhelyzeteket a hazai úgynevezett atomtörvény [1] a következő kategóriákba sorolja: [2]

- A hazai nukleáris létesítmények, valamint a radioaktív anyagokat alkalmazó létesítmények üzembe helyezése, üzemeltetése vagy az üzemeltetés megszüntetése során bekövetkező balesetből, továbbá erőszakos behatásokból származó nukleáris veszélyhelyzetnek a – létesítményen belül történő – felmérése, csökkentése, felszámolása.
- A nukleáris és radioaktív anyagok (vasúti, közúti, vízi és légi) szállítása, fuvarozása közben bekövetkezett balesetektől vagy erőszakos behatásokból származó nukleáris veszélyhelyzet felmérése, csökkentése, felszámolása.
- Az ország területén kívül bekövetkezett nukleáris balesetektől, sugárveszélyt okozó eseményekből eredő hazai nukleáris veszélyhelyzet mértékének megállapítása, az ebből adódó feladatok meghatározása és végrehajtása.
- A világűrben bekövetkezett nukleáris balesetektől, sugárveszélyt okozó eseményekből eredő hazai nukleáris veszélyhelyzet mértékének megállapítása, az ebből adódó feladatok meghatározása és végrehajtása. [3]

Magyarországon a következő potenciális nukleáris veszélyt jelentő létesítmények találhatóak:

- BME Nukleáris Technikai Intézet Oktatóreaktor,
- Kiegészítő Kazetták Átmeneti Tárolója,
- MTA Energiatudományi Kutatóközpont,
- Paksi Atomerőmű. [4]

A Paksi Atomerőmű mint nukleáris létesítmény környezetének ellenőrzése

Az erőmű környezeti sugárvédelmi ellenőrzésének feladata és célja, hogy közvetlen mérésekkel bizonyítsa, hogy az erőmű normál üzemben radioaktív izotópokkal, illetve sugárzással kevésbé terheli a környezetet, mint az elfogadhatónak megállapított érték. További feladata, hogy – elsősorban az üzemi területen végzett méréseivel – hozzájáruljon a környezetet veszélyeztető technológiai rendellenességek feltárásához, kiküszöbölésük után pedig ellenőrizze a környezetveszélyeztetés megszűnését. Végül, egy esetleges üzemzavar környezeti következményeinek megítéléséhez, a lakosságot érintő beavatkozások megalapozásához a környezet sugárzási állapotáról gyorsan, megbízható adatokat szolgáltatasson. A környezetvédelmi miniszter 15/2001. (VI. 6.) KöM rendelete az atomenergia alkalmazásával kapcsolatban [5] előírja az üzemeltető számára a tevékenységből származó radioaktív kibocsátásokkal összefüggésben a levegő és a vízi környezet radioaktív terhelésének ellenőrzését.

Az üzemi környezeti sugárvédelmi ellenőrző rendszer bemutatása

A radioaktív anyagok kibocsátásának, valamint a környezet radioaktív terhelésének ellenőrzése céljából a Paksi Atomerőmű (PAE) egy széleskörűen kiépített üzemi környezeti sugárvédelmi ellenőrző rendszert (ÜKSER) üzemeltet. A rendszert egyrészt távmérő hálózatok, másrészt laboratóriumi mintavételes vizsgálatok alkotják.

A környezetellenőrzés távmérő rendszerei

A telepített kibocsátás és környezeti sugárvédelmi ellenőrző rendszer (KKSER) egy szűkebb részét a környezeti A és B típusú levegőmonitoring távmérő állomások hálózata, a G típusú dózisteljesítményt mérő állomások hálózata, a V típusú vízmintavételeket ellátó állomások hálózata továbbá a meteorológiai mérőtorony – röviden környezetellenőrző hálózat – képezi (1. ábra).

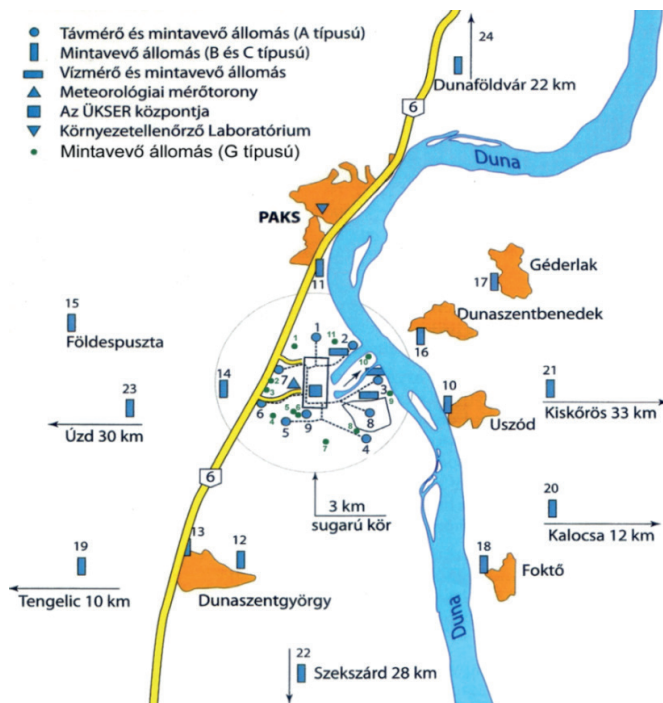
A környezetellenőrző hálózat érzékelői kereken 100 különböző sugárzási és meteorológiai paraméterről folyamatosan, 10 perces mérési időciklusokban szolgáltatnak információt, amelyek jelkábelen és/vagy rádiótelefonon keresztül egy számítógépes adatgyűjtő és -feldolgozó egységekbe kerülnek. Innen a sugárzási adatok a különböző technológiai vezénylők megjelenítőin követhetők nyomon. A határérték túllépésekor a vezénylőkben fény- és hangjelzés hívja fel a figyelmet az adott mérőcsatorna jelzésére. A távmérő állomások

mások aktív és passzív mintavevő egységekkel is fel vannak szerelve, amelyek folyamatosan mintavételeznek a különböző környezeti közegekből laboratóriumi vizsgálatok céljára.

A környezet mintavételes ellenőrzése

A környezeti mintákban lévő radioaktív izotópok aktivitáskoncentrációjára, valamint a környezeti gamma-sugárzás dóziséra vonatkozó vizsgálatoknak az a célja, hogy közvetlen mérési adatokat kapjunk az erőműből kibocsátott radioaktív izotópok által létrehozott környezetterhelésre. Az érzékeny, nuklidspecifikus laboratóriumi vizsgálatok egyben ki egészítik, pontosabbá teszik a távmérések útján kapott képet.

Az ellenőrzés főleg az elsődleges környezeti közegekre – a légköri eredetű, a talajfelszíni-, a felszíni víz- és a talajvízmintákra – terjed ki. A minták túlnyomó része az erőmű 1,5–3 km-es, néhány a 30 km-es (14 db környezeti dózist mérő C típusú állomás) sugarú körzetéből származik (1. ábra). A dunaföldvári B (vagy B24) állomást – amely az uralkodó, É-i, É-Ny-i szélirányban van – kontrollállomásnak tekintjük. A legfontosabb mintákat a távmérő és mintavevő állomások folyamatos üzemű aktív mintavevői szolgáltatják (aeroszol-, jód-, illetve vízminták). A táplálék-féleségek közül a normálüzemi ellenőrzés a fűre, a tejre és a halra korlátozódik.



1. ábra – A mintavevő és a távmérő állomások elhelyezkedése a Paksi Atomerőmű körül. [7]

Az erőmű normál üzemelése mellett a környezeti minták gyűjtése (a mintacserék végzése) előre meghatározott program szerint történik. A mintákat a Környezetellenőrző Labor (KEL) dolgozza fel és méri meg aktivitáskoncentrációt. A mérési eredményekről a laboratórium vizsgálati jegyzőkönyvet, heti, havi és éves jelentést készít, amelyeket az érintett hatóságoknak rendszeresen elküld.

A környezetellenőrzés rutinszerű programja alapvetően az erőmű normál üzemelése melletti környezetterhelés hatásait hivatott vizsgálni. Ez az eddigi tapasztalatok szerint a kicsi és a nagyon kicsiny aktivitáskoncentrációk meghatározását jelenti, a kialakított program is ezt tükrözi.

Hozzávetőlegesen azt lehet mondani, hogy ez az ellenőrzési rendszer alkalmas az 1 Bq – 1 kBq nagyságrendű mintaaktivitások vizsgálatára (a nagyobb aktivitások felé haladva egyszerűsített mintafeldolgozásra, rövidebb mérési időkre térve át, ami egyben a vizsgálati kapacitás növekedését eredményezi). 10 kBq nagyságrendű aktivitások felett lényegi változtatások bevezetése válhat szükségessé (a munkavégzés körülményeinek és a mérések feltételeinek romlása, a radioaktív elszennyeződés veszélye következtében stb.).

A PAE környezetének sugárvédelmi ellenőrzési programja a Kiegészített Kazetták Átmeneti Tárolójával (KKÁT) kapcsolatban csak azokat a vizsgálatokat tartalmazza, amelyek a két létesítmény közelségéből, valamint a környezetellenőrző hálózat kiépítettségéből, elhelyezkedéséből adódóan nem választhatók szét. Ebben az esetben a forrás megítélésében fokozott hangsúlyt kap egyéb tényezők figyelembe vétele (üzemi/üzemzavari esemény bekövetkezése, kibocsátás, szélirány, izotóp-összetétel stb.).

A mintavételes vizsgálati program a PAE normálüzem melletti környezetellenőrzésére két évtized tapasztalatai alapján lett kialakítva, figyelembe véve a 15/2001. (VI. 6.) KöM rendelet [5] előírásait. Az ellenőrzések mennyisége és minősége nemzetközi összehasonlításban is széleskörűen lefedi egy atomerőmű környezetellenőrzésével szemben támasztható igényeket. Évente legalább 3000 különböző minta vizsgálatára kerül sor, a mérési eredmények száma pedig – a nuklidspecifikus vizsgálatoknak köszönhetően – 10 000 körül mozog. A vizsgálatok érzékenysége (kimutatási határa) gyakorlatilag minden vonatkozásban teljesíti a KöM rendelet [5] 5. melléklet 4. pontjában előírt értéket, esetenként nagyságrendekkel jobb annál.

Környezetet veszélyeztető üzemzavar, illetve az eddig tapasztalt normálüzeminél lényegesen nagyobb radioaktív környezetterhelés, valamint a távmérő rendszerek kiesése esetén a program a helyzetnek megfelelően módosul (például azonnali mintavétel, soron kívüli, ismételt, egyéb helyen végzett mintavételek, feltáró monitoring kialakítása, egyszerűsített, gyors mintafeldolgozás, rövid időtartamú mérés, helyszíni mérések végzése). Ezek a műveletek – a rutinszerű ellenőrzéssel szemben – nincsenek előre meghatározva. Munkanapokon a laboratórium nappali műszakrendje, hétféteken az Átfogó Veszélyhelyzet-kezelési és Intézkedési Terv (ÁVIT) szerint elrendelt otthoni készenlét, esetleges

nukleáris baleset bekövetkeztek az ÁVIT szerint életbe léptetett munkarend hivatott biztosítani a feladatok ellátását. [6]

Az információáramlás biztosítása nukleárisbaleset-elhárítás során

Minden katasztrófa bekövetkezése után rendkívül nagy szerepe van az időtényezőnek. Fontos, hogy minél rövidebb idő alatt szülessenek meg azok a válaszlépések, amelyek korlátozhatják a kárterület kiterjedését, csökkentve ezáltal az emberek és az anyagi javak károsodását, pusztulását. Különösen igaz ez az állítás a radioaktív anyagok kibocsátásával járó balesetekre, katasztrófákra, mivel a környezet szennyezése több évtizedre, évszázadra lehetlenné teheti az életfeltételek biztosítását az érintett térségben.

A károk, veszteségek minimalizálása csak egy hatékonyan működő vezető-irányító és a feladatokat végrehajtó rendszer megszerzésével, valamint az azt támogató technikai feltételrendszer megteremtésével érhető el. A nagyobb balesetek, katasztrófák feltételezik több szervezet párhuzamos feladatvégrehajtását a kárelhárítás során, ezért a vezetésre rendkívül nagy felelősség hárul.

A folyamatosan változó helyzethez konstruktívan igazodni tudó, szakmailag jól felkészült vezetés számára fontos, hogy megfelelő ismeretekkel rendelkezzen a tudományos kutatásokat hasznosító új eljárásokról, ez feltétele az optimális, a lehetőségekhez mérten objektív döntések meghozatalának.

Egy esemény bekövetkezésekor a védekezésben részt vevők számára, minden szinten, biztosítani kell az információt. A gyors, pontos információ a hatások csökkentését, felszámolását végző szervezetek számára is elengedhetetlen, a lehető legrövidebb időn belül történő beavatkozás előkészítéséhez, végrehajtásához. Ez nemcsak a feladat végrehajtásának hatékonyságát növeli, hanem a kárelhárításban részt vevők biztonságát is. [8]

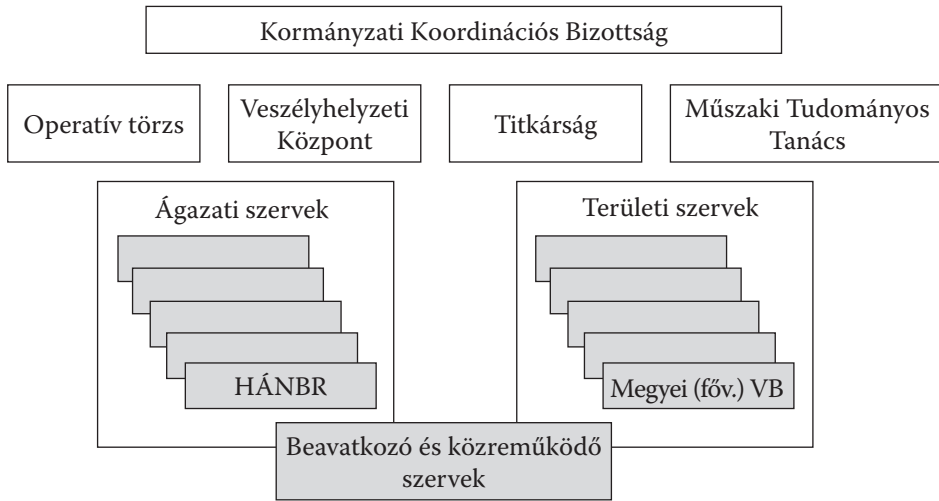
Nukleárisbaleset-elhárítási rendszer és a döntéstámogatást elősegítő sugárvédelmi rendszerek

Hazánkban a bekövetkezett radiológiai, illetve nukleáris események elhárításáért, az ellenük való védekezésért és esetleges bekövetkezésük esetén a következmények csökkentéséért az Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Rendszer (ONER) a felelős.

Az ONER elsődleges feladata a hazai nukleáris létesítmények, valamint radioaktív anyagokat használó tároló üzemek üzembe helyezése, üzemeltetése során bekövetkező

nukleáris veszélyhelyzetek elhárítása. A rendszer működését az országos nukleárisbaleset-elhárítási rendszerről szóló 167/2010. (V. 11.) Korm. rendelet szabályozza.

További feladatai közé tartozik a nukleáris és radioaktív anyagok szállítása közben bekövetkezett balesetek, az ország területén kívül történt nukleáris katasztrófa-helyzetek kezelése a lakosság hiteles és időbeli tájékoztatása. Az ONER felépítése a következő 2. ábrán látható. [9]

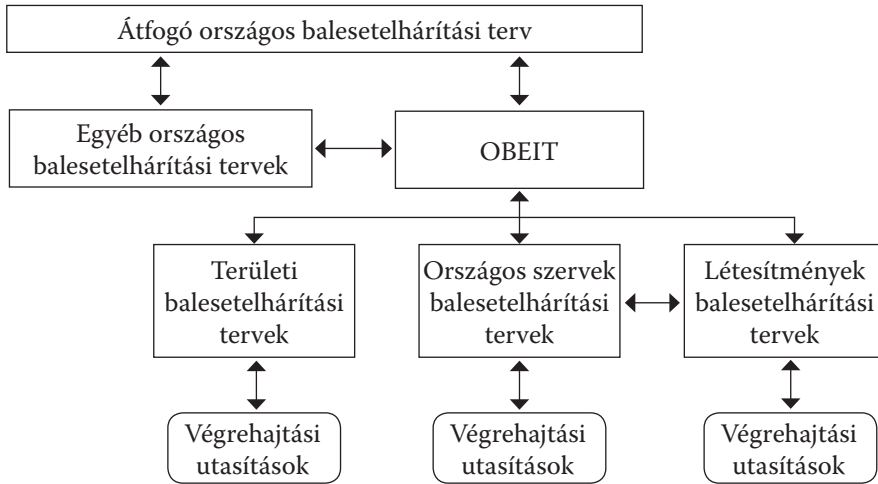


2. ábra – Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Rendszer felépítése. [10]

Az ONER irányításával kapcsolatos feladatokat a kormányzati koordinációs szerv, a Katasztrófavédelmi Koordinációs Kormánybizottság (KKB) látja el, amely a Kormány katasztrófavédelemmel összefüggő döntéseinek előkészítését és a védekezéssel kapcsolatos feladatok ágazati összehangolását végző szerve. [9]

Az ONER működési rendjét a kormányzati koordinációs szerv a központi veszélyelhárítási terv részeként, az Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Intézkedési Tervben (OBEIT) állapítja meg (3. ábra). [11]

A kormányzati koordinációs szerv döntés-előkészítő és döntéshozó tevékenységéhez szükséges információk biztosítása érdekében Országos Sugárfigyelő, Jelző és Ellenőrző Rendszer (a továbbiakban: OSJER) működik. Az OSJER működésének összehangolását és szakmai munkájának irányítását a katasztrófák elleni védekezésért felelős miniszter végzi. [9]



3. ábra – A BEIT integrált tervezési koncepciója. [12]

Az OSJER vezető szerve a hivatásos katasztrófavédelmi szerv központi szervének Nukleáris Baleseti Információs és Értékelő Központja (NBIÉK).

Az OSJER-t három alrendszer alkotja: [13]

1. A Radiológiai Távmerő Hálózat (4. ábra) telepített automata távmérőállomásokból áll, amelyek az ország nukleárisbaleset-elhárítási korai riasztási rendszereként működnek, folyamatosan ellenőrzik az ország környezeti sugárzási dózisteljesítményét és a fontosabb lokális meteorológiai paramétereket. Jelenleg 6 ágazat 132 mérőállomásáról érkeznek gamma-dózisteljesítmény adatok a BM OKF-en működő országos radiológiai monitoring központba.



4. ábra – Az OSJERTMH mérőállomásai. [12]

2. A Mobil Radiológiai Laboratóriumok (5. ábra) hálózata a sugárszennyezés felderítését, elemzését végzi veszélyhelyzetek esetén. Jelenleg 6 db speciális, izotóp szelektív mérések elvégzésére is alkalmas sugárvédelmi mérőkocsi található a rendszerben, de kiemelt jelentőséggel bírnak az azonnali beavatkozásra képes, alapszintű radiológiai méréseket végző megyei katasztrófavédelmi igazgatóságok alárendeltségében működő veszélyhelyzeti felderítő egységek (korábban veszélyhelyzeti felderítő csoportok és veszélyhelyzeti felderítő szolgálat néven működtek).

A Katasztrófavédelmi Mobil Laborok (KML) biztosítják a veszélyhelyzet értékelését szolgáló kiinduló adatok gyűjtéséhez, rendszerezéséhez és feldolgozásához, valamint a mérgező vagy sugárzó anyagok helyszíni és laboratóriumi meghatározásához szükséges feltételeket, és szükség esetén közreműködnek a mentesítési feladatok koordinációjában. Jelenleg az országban 19 KML áll készenlétben, közülük egy a fővárosban, 24/72 órás szolgálatot lát el. A megyei katasztrófavédelmi igazgatóságokon a kiképzett munkatársakból álló 3 fős csoportok heti váltásos ügyeleti szolgálati rendben dolgoznak. Riasztás esetén a megyei KML munkaidőben 20, munkaidőn túl 60 percen belül, míg a fővárosi KML 2 percen belül kezdi meg vonulását a kárhelyszínre.



5. ábra – A BM OKF Katasztrófavédelmi Mobil Laboratórium. [12]

3. Az OSJER harmadik alrendszere a Helyhez Kötött Laboratóriumok Hálózata (6. ábra), amely a beszállított minták (élelmiszer, tej, talaj, víz stb.) radioaktivitásának mérését végzi. Ezek a mérések teremtik meg a hosszú távú óvintézkedések (legeltetési tilalom, élelmiszer- és vízfogyasztás korlátozása stb.) bevezetésének alapját. Az OSJER-ben jelenleg 7 db helyhez kötött radiológiai laboratóriumi mérő és ellenőrző hálózat található (a Vi-

dékfejlesztési Minisztérium alárendeltségében működő két hálózat, a Nemzeti Erőforrás Minisztérium, a Magyar Tudományos Akadémia, az Országos Meteorológiai Szolgálat, a Paksi Atomerőmű Zrt. és az RHK Kft. laboratóriumai), amelyekkel a BM OKF NBIÉK, mint az OSJER vezető szerve szoros együttműködést ápol.



6. ábra – MVM Paksi Atomerőmű Zrt. Környezetellenőrző Laboratóriuma. [saját forrás]

A nukleárisbaleset-elhárításban – normál és veszélyhelyzeti időszakban egyaránt – nagy jelentősége van a hiteles tájékoztatásnak, a független, folyamatos, helyi és országos szintű sugárzási helyzetértékelésnek és az egységes döntéstámogató rendszerek folyamatos készenlétben tartásának a lakosság védelmének hatékonyabb biztosítása érdekében. Ilyen nemzetközi döntéstámogató rendszer a BM OKF RODOS elnevezésű, valós idejű, online, nukleárisbaleset-elhárítási terjedésszámító és döntéstámogató rendszere is.

A határokon átnyúló következményekkel járó esetleges balesetek hatékonyabb kezelése érdekében számos ország rendelkezik együttműködési megállapodással és nemzetközi adatcsererendszerekkel. Ilyen rendszer az Európai Radiológiai Adatcsere Platform (EUR-DEP) is. Az Európai Unió minden tagországa számára kötelező jellegű az adatszolgáltatás ebbe a rendszerbe, de az unión kívüli országok is csatlakozhatnak a kezdeményezéshez. Azok az országok, amelyek beküldik adataikat a rendszerbe, láthatják az összes többi tagállam sugárzásmérési eredményeit, ami elősegíti a nemzetközi szintű döntéstámogatást és lakossági tájékoztatást.

Az Európai Atomenergia-közösség létrehozásáról szóló EURATOM szerződés 36. cikkelye és az EURDEP szerződés értelmében az NBIÉK ellátja a nemzetközi radiológiai monitoring adatcsererendszer nemzeti központ feladatait, az ország nemzetközi értesítési kötelezettségének teljesítése érdekében radioaktív szennyezettségre jellemző adatokat biztosít. [14]



7. ábra – A BM OKF radiológiai adatszere kapcsolatrendszere. [12]

Az ONER megfelelő működése, nukleárisbaleset-elhárítási gyakorlatok alkalmával ellenőrizhetők le. Ilyen gyakorlás volt az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság és az Országos Atomenergia Hivatal által közösen 2013 októberében megtartott szimuláció, amelyben az ország 7 megyéje és 28 járása volt érintett, és a fukushimai atomerőmű balesetével azonos üzemzavarokat, áramellátási problémákat, hűtés kiesést és fűtőelem olvadást szimuláltak a szakemberek. [15]

A nukleáris balesetek fázisai, védőintézkedések

Egy súlyos nukleáris baleset környezeti hatásait sok tényező befolyásolja, így a reaktor típusa, a fűtőelem dúsítottsága, kiegészi foka, a baleset súlyossága, a kibocsátott szennyezők minősége, mennyisége, a kibocsátás szintje, időbeli eloszlása, a meteorológiai viszonyok, az évszakok stb. A légkörbe kijutott radionuklidok fokozatosan felhígulva ugyan, de nagy távolságba is eljuthatnak. A baleset után a következmények elkerülését, illetve a csökkentését szolgáló óvintézkedésnél három szakaszt célszerű megkülönböztetni. [15]

A nukleáris baleseti helyzet három fő fázisa: [16]

1. Korai: A radioaktív anyag baleseti kibocsátásának ideje és az azt követő időszak, amíg a radioaktív anyag még nem ülepedett le. Idesoroljuk azt a helyzetet, amikor az erőmű technológiai jellemzői alapján a gátak súlyos sérülése várható, de a kibocsátás még nem kezdődött meg. Az ebben a helyzetben hozott védőintézkedések lehetnek a leghatékonyabbak. Időtartama: 1 óra – 1 nap.
2. Közbülső: A kikerülő radioizotópok szétszóródnak (a meteorológiai helyzettől függően). A kibocsátásra, illetve a szennyezettségre becslések, illetve mérések állnak rendelkezésre. Időtartama: néhány óra – néhány nap.
3. Késői: A radioaktív szennyeződés a környezetben és a táplálékláncokban terjed. Időtartama: néhány hét – év – évtized.

A különböző fázisokban más-más intézkedéseket lehet/kell megtenni a sugárterhelés csökkentésére. [2]

Balesetelhárítási intézkedés	Baleseti fázis		
	Korai	Közbülső	Kései
Elzárkózás	++	+	-
Jódprofilaxis	++	-	-
Mozgáskorlátozás	++	-	-
Kitelepítés	++	++	+
Áttelepítés	-	+	++
Egyéni védőeszközök használata	+	+	+
Egészségügyi ellátás	+	++	+
Személyi dekontaminálás	+	+	+
Felületi dekontaminálás	+	++	+
A szennyezett ivóvíz és élelmiszer fogyasztásának korlátozása	+	++	+
Legeltetési tilalom	+	++	+

Jelmagyarázat: ++ elsődleges jelentőségű, + hatásos intézkedés. [17]

Következtetések

Összefoglalóan elmondható, hogy a nukleáris energiában nagy lehetőség rejlik a jövőt illetően. Fajlagos energiájának kinyerése kimagaslik a jelenleg ismert és használt többi energiahordozók közül. Mindezt biztonságos üzemeltetés mellett környezetkímélő módon tehetjük meg.

Nem szabad azonban megfélekednünk a vele járó veszélyekről sem, ezért az eddigi üzemzavarokból és balesetekből tanulnunk kell. Le kell vonni a következtetéseket és ezeket a tapasztalatokat felhasználva kell építenünk jövőnk nukleárisenergia-stratégiáját.

Az esetlegesen bekövetkező nukleáris balesetek során pedig törekednünk kell a lehető leggyorsabb, legpontosabb helyzetfelismerésre és információáramlásra, hogy minél hamarabb meghozhassuk azokat a döntéseket, ami további károkat okozhat a környezetben. Ezt csak a lehető legmodernebb, legbiztonságosabb nemzetközi és hazai előrejelző rendszerekkel és gyors beavatkozású mobilegységekkel lehet megvalósítani. Ennek megfelelően ezeket a rendszereket folyamatosan – a kor színvonalának megfelelően – fejleszteni kell a lehető legszélesebb körben, nemzetközi együttműködés keretein belül.

A paksi atomerőmű vonatkozásában tanulmányozni kell a jelenlegi üzemibaleset-elhárítási rendszert. A sugárvédelmi szempontokat szem előtt tartva felül kell vizsgálni a rendelkezésre álló eljárásokat és rendszereket, azok kompatibilitását, szinkronizációját. Konkrét megoldási javaslatokat kell kidolgozni a különböző baleseti helyzetekre (például normál útvonalon történő kibocsátás vagy egyéb, előre nem definiálható módon kijutó szennyezés), hogy a környezetet ne veszélyeztesse.

A továbbiakban tematikus módon a következő témaköröket fogom kutatni, vizsgálni:

- Különböző modelleken alapuló terjedésszámító szoftverek tanulmányozása.
- Terepi akadályoztatás (például robbanás vagy földrengés) esetén drónok bevetethetősége, a különböző radiológiai és egyéb szennyezés felderítése céljából.
- Mozgó laborral (mérőautóval) végezhető mérések kidolgozása.
- Speciális laboratóriumokban végezhető precíziós sugárvédelmi mérések megvalósíthatósága.

Úgy gondolom, hogy a fenti témakörök kutatása, fejlesztése nagyban elősegítheti egy esetlegesen bekövetkező baleseti helyzet lekezelését, amit nemzetközi viszonylatokba is átültethetnek.

Irodalomjegyzék

- [1] 1996. évi CXVI. törvény az atomenergiáról.
- [2] Nagy Lajos: *A tűzoltóság nukleárisbaleset – elhárítási feladatai az Európai Unió csatlakozás várható követelményeinek jegyében*. Doktori értekezés. ZMNE, 2002.
- [3] BM OKF: *Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Rendszer: Az ONER főbb feladatai*. www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=pvl_oner (a letöltés ideje: 2017. 12. 20.)
- [4] Kátai-Urbán Lajos – Vass Gyula: *Veszélyes üzemek, tevékenységek és technológia az iparban*. Nemzeti Közszerzői Egyetem, 2014. [www.uni-nke.hu/repozitorium/bitstream/handle/11410/8473/kezikonyv_vesz_tech.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://uni-nke.hu/repozitorium/bitstream/handle/11410/8473/kezikonyv_vesz_tech.pdf?sequence=1&isAllowed=y) (a letöltés ideje: 2015. 11. 23.)
- [5] 15/2001. (VI. 6.) KöM rendelet az atomenergia alkalmazása során a levegőbe és vízbe történő radioaktív kibocsátásokról és azok ellenőrzéséről. www.net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A0100015.KOM (a letöltés ideje: 2015. 11. 23.)
- [6] Lencsés A. – Manga L. – Ramga T. – Bujtás T.: *Környezet Ellenőrzési Szabályzat*. MVM PA Zrt., 2009. (belső szabályzat)
- [7] Bardón József – Daróczy László – Kapás Péter – Lencsés András – Manga László – Végh Gábor: *Sugárvédelmi tevékenység a Paksi Atomerőműben 2013-ban*. MVM PA Zrt., 2013. (belső kiadvány)
- [8] Janik Zoltán: *A nukleáris balesetet követő kár-elhárítás hatékonyságát, biztonságát növelő eljárások és eszközzrendszerek kutatása, fejlesztése*. Doktori értekezés. ZMNE, 2009.
- [9] Kátai Urbán Lajos – Kiss Béla: *Nukleáris erőművek, mint veszélyes technológiai és az országos nukleáris balesetelhárítási rendszer*. *Hadmérnök*, 9. évf. 3. szám, 2014, 80–97.
- [10] Vincze Árpád: *A Nukleárisbaleset-elhárítás alapjai*. ZMNE, (előadás), www.zmne.hu/tanszettek/vegyl/personal/NukleBalesetElharitas.pdf (a letöltés ideje: 2015. 11. 23.)
- [11] Bognár Balázs – Kátai-Urbán Lajos – Kossa György – Kozma Sándor – Szakál Béla – Vass Gyula: *Iparbiztonságtan I*. Nemzeti Közszerzői és Tankönyvkiadó, 2013.
- [12] Taskó-Szilágyi Eszter: *A nukleáris baleset-elhárítás országos rendszere*. NKE, 2014.
- [13] OBEIT 3.4. útmutató: az Országos Sugárfigyelő, Jelző és Ellenőrző Rendszer felépítése és működése. [www.oah.hu/web/v3/OAHPortal.nsf/66D0C6F4C55B4B5CC1257BE9005702FE/\\$FILE/OBEIT_3-4_utmutato_v2.pdf](http://www.oah.hu/web/v3/OAHPortal.nsf/66D0C6F4C55B4B5CC1257BE9005702FE/$FILE/OBEIT_3-4_utmutato_v2.pdf) (a letöltés ideje: 2015. 11. 23.)

- [14] Szakál Béla – Kátai-Urbán Lajos – Vass Gyula: *Veszélyes anyagok és ipari katasztrófák III.* Szent István Egyetem, 2008.
- [15] BM OKF: *Eredményesen zárult az országos nukleárisbaleset-elhárítási gyakorlat.* OKF, 2013. www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=press_sajto_olvas&kid=747 (a letöltés ideje: 2015. 11. 23.)
- [16] Somlai János – Tarján Sándor – Kanyár Béla: *„A Bomlás Virágai” Radioaktív sugárzások és környezetünk.* EKKE, Budapest, 1999. www.energiaklub.hu/dl/kiadvanyok/bomlas_viragai.pdf (a letöltés ideje: 2015. 11.23.)
- [17] *A Paksi Atomerőmű Rt. Balesetelhárítási Intézkedési Terve.* 2001.

Experiences of the Review of Nuclear Accidents – The Recent Stage of the Science Part II.

MANGA LÁSZLÓ – KÁTAI-URBÁN LAJOS

From the point of view the human we achieve an important landmark with the discovery of radioactivity. Thanks to it, several researching areas went through an enormous development. However, if we examine either the civil or the military use of it, we have to consider what kind of environmental impacts there are if these technologies are used. The importance of the radioactivity is well known from the beginnings. It is also well known that the representatives of the science also deal with its potential dangers and the arrangements of the safe application from the very beginnings. In this article the authors will review and analyse the international and domestic literature published in recent time.

Keywords: radioactivity, environmental impact, nuclear emergency, radiation protection