

Tóth András¹ – Muhoray Árpád² – Pellerdi Rezső³

Magyarország jelentősebb ipari katasztrófái a veszélyhelyzet-tervezés és -kezelés szempontjából

Hungary's Most Significant Industrial Disasters from the Viewpoints of Planning for and Managing a Dangerous Situation

E tanulmány Magyarország jelentősebb nukleáris, illetve szénhidrogénipari eseményeit veszi számba kiegészítve egy TNT-gyár balesetével, amelyet a vonatkozó katasztrófavédelmi szempontok alapján a veszélyhelyzet tervezés és -kezelés oldaláról elemez. Cikksorozatunk korábbi részeiben megvizsgáltuk a jól bevált külföldi módszereket és honosításuk lehetőségét a katasztrófavédelem tervezési, prognóziskészítési, megelőzési, tevékenységében. Az ember mint biztonsági tényező és mint biztonsági kockázat is megjelenik a nukleáris anyagok kezelése és felhasználása során, ugyanakkor a szénhidrogén feldolgozása kapcsán is jelentős felelősség hárul rá. Az ipari katasztrófák megelőzésének, a kockázatok csökkentésének és a biztonság növelésének lehetősége a kutatásaink alapvető célja, amely kiterjed a veszélyhelyzet-tervezés és -kezelés továbbfejlesztésére, a kockázatot jelentő események, emberek kizárására, a kritikus területről, a veszélyek csökkentésére, a folyamatok biztonságosabbá tételére.

Kulcsszavak: katasztrófavédelem, nukleáris veszély, szénhidrogén-feldolgozás, veszélyhelyzet-kezelés

This study examines Hungary's most significant nuclear events, as well as hydrocarbon industry accidents and an incident in a TNT factory, and also analyses them from the related disaster manager viewpoints and from the standpoints of scheming and managing a dangerous situation. In our previous

¹ Katonai Műszaki Doktori Iskola, doktorandusz, e-mail: Andras.Toth@katved.gov.hu, ORCID:0000-0002-7365-6620

² Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katasztrófavédelmi Intézet, egyetemi docens, e-mail: Muhoray.Arpad@uni-nke.hu, ORCID: 0000-003-3832-293x

³ Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katasztrófavédelmi Intézet, egyetemi docens, e-mail: Pellerdi.Rezso@uni-nke.hu, ORCID: 0000-0002-3445-7654

parts of our articles, we have investigated working methods from abroad and the possibilities for them to be applied in Hungary in the disaster management's planning, prognosis making and prevention activities. Humans appear as a safety factor, as well as a safety risk during the handling and processing of nuclear materials, and at the same time carry great responsibility during hydrocarbon processing. At the end of the article, we analyse the possibilities of prevention of industrial disasters, reducing risks and improving safety. The ultimate aim is to improve the planning for and the management of dangerous situations, excluding events and people that carry risks from the critical places, reducing hazards and making the processes safer.

Keywords: *disaster management, nuclear hazard, hydrocarbon processing, handling dangerous situations*

Bevezetés

A cikk a magyarországi ipari katasztrófák speciális eseteit kutatja, azon belül is az emberi tényező, a szándékosság és a biztonság szemszögéből. Az itt leírt események, káresetek feltárása kapcsán arra törekszünk, hogy a múlt hibáinak megismerését, kielemezését követve a későbbi balesetek kockázati szintjének csökkentésén keresztül alapozzuk meg a jövő biztonságát.

Az ember egyik legfontosabb tulajdonsága a tudatos munkavégzés, amely megkülönbözteti minden más élőlénytől. A kezdeti időszak emberét minden olyan veszély, amelyet nem ismert, babonás félelemmel töltötte el, ami elsősorban a természeti csapásokra vonatkozott, de igaz volt ez a primitív munkavégzés során fellépő veszélyekre is.

Az emberek örök igyekezete, hogy legyőzzék ezeket a veszélyeket, ami arra készítette őket, hogy gondoljanak a védekezés lehetőségére. Ösztönösen igyekeztek ellenállni a sérüléseknek, baleseteknek, egyszerűen a biztonságra törekedtek.

Az 1. táblázatban hazánk civilizációs eredetű katasztrófaveszélyeit csoportosítottuk. A tanulmány a civilizációs eredetű veszélyek közül kiemeli a nukleáris és vegyi baleseteket, a szénhidrogén-feldolgozással kapcsolatos ipari baleseteket, katasztrófákat.

1. táblázat. Magyarország lehetséges civilizációs katasztrófatípusai és veszélyei

Civilizációs eredetű veszélyek	Tűzesetek
Nukleáris baleset	Tűz
Vegyi baleset	Erdőtűz
Közlekedési balesetek – Veszélyes anyagok szállítása	Épülettűz
Közlekedési balesetek	Szabadtéri tűz
Járványok	Tömegrendezvények veszélyei
Biológiai veszélyek	
Szűnyoginvázió	

Forrás: Magyarország katasztrófaveszélyeztetettsége alapján szerkesztette Tóth András

A BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (továbbiakban: BM OKF) honlapján a veszélyes üzemekről létrehozott adatbázis elemzése kapcsán megállapítható, hogy az itt szereplő cégek jelentős része az olaj- és vegyiparban, illetve a gáziparban és kereskedelemben aktív.⁴

Védekezés az ipari katasztrófák ellen

Az iparban jelenlévő veszélyes anyagok tárolása, feldolgozása, felhasználása magában hordozza a balesetek kialakulásának kockázatát. Szerencsére ilyen súlyos balesetek Magyarországon ritkán fordulnak elő. A katasztrófavédelem iparbiztonsági és polgári védelmi hatóságai jelentős előrelépéseket tettek a belső és külső védelmi tervezéssel és tervek begyakorlásával kapcsolatos szakfeladatok teljesítésében.⁵

A katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. (katasztrófavédelmi) törvényt és a végrehajtását szolgáló a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről szóló 219/2011. (X. 20.) Korm. rendeletet a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleseti veszélyek ellenőrzéséről szóló 2012/18/EU Tanácsi Irányelvvel (SEVESO III. irányelvvel) összhangban dolgozták ki.

Kátai-Urbán Irina Szergejevna doktori értekezésében megállapította: „A katasztrófavédelem belső és külső védelmi tervezéssel és tervek begyakorlásával kapcsolatos szakfeladatai teljesítési gyakorlatának egységesítése érdekében szükség van a vonatkozó joggyakorlat, az eljárásrend, a módszertan áttekintésére és egységesítésére. A belső védelmi tervek értékelése és a begyakorlásuk tapasztalatai alapján megállapítottam, hogy a tervben a súlyos baleseti eseménysorok leírását minőségileg és mennyiségileg is el kell végezni.”⁶

Védekezés a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek ellen

A hivatásos katasztrófavédelmi szervek a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezéssel kapcsolatos hazai jogi szabályozás alapján a BM OKF honlapján megtalálható utolsó adatközlés szerint 2016-ban 122 darab felső küszöbértékű, 132 darab alsó küszöbértékű, valamint 377 darab küszöbérték alatti veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem hatósági felügyeletét látták el, továbbá közel 950 darab veszélyes anyagok gyártását, tárolását, feldolgozását végző gazdálkodó szervezet üzemazonosítását hajtották végre. Egy esetben jártak el veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleset, 28 esetben veszélyes anyagokkal kapcsolatos üzemzavar kivizsgálásánál. Felmérték és minősítették az üzemeltető megelőzési tevékenységét, szükség szerint műszaki/technológiai változtatások megtételére kötelezték az üzemeltetőt.⁷

⁴ *Magyarország jelenleg működő veszélyes ipari üzemei.* Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság. Elérhető: www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=seveso_vuzem_index (A letöltés dátuma: 2019. 01. 12.)

⁵ KÁTAI-URBÁN 2017b.

⁶ KÁTAI-URBÁN 2017a, 141.

⁷ *SEVESO Eredmények 2016.* Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság. Elérhető: www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=seveso_eredmenyek_reszletek&ev=2016 (A letöltés dátuma: 2019. 01. 13.)

Magyarországi nukleáris veszélyeztető források

A nukleáris balesetek bekövetkezésének valószínűsége rendkívül kicsi, de nem kizárható, ezért az atomenergia alkalmazása során fel kell készülni rá. A nukleáris veszélyből eredő legkisebb kockázat elérése a cél, amelynek fontos eleme a lakosságvédelmi feladatok végrehajtása.

Nukleáris veszélyeztetés alakulhat ki: üzemeltetési baleset, nukleáris fegyver véletlen balesete, országhatáron túli nukleáris létesítmény balesete esetén. A hazai vagy külföldi nukleáris veszélyhelyzet esetén a lakosság részére sürgős óvintézkedések elrendelésére kerülhet sor a baleset kezdeti szakaszában (elzárkózás, jód-profilaxis, kimenekítés).⁸

Magyarország nukleáris létesítményei: a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Kutatóreaktora (továbbiakban: BME), a Budapesti Kutatóreaktor (továbbiakban: BKR), a Paksi Atomerőmű, Püspökszilágy feldolgozó, Bataapáti tároló.

A BME legnagyobb értéket képviselő oktatási-kutatási célú nagyberendezése az 1971 óta működő, 100 kW maximális teljesítményű, medencetípusú oktató- és kutatóreaktor. Hűtőközege és moderátora könnyűvíz, reflektora víz és grafit.

A szovjet gyártmányú BKR 1959 óta üzemel Csillebércen. Üzembe helyezése óta kétszer korszerűsítették, a reaktor teljesítménye 10 MW-ra nőtt. 2000-ben hidegneutron forrást helyeztek üzembe neutronfizikai kísérletek hatékonyságának növelésére.

A Paksi Atomerőmű: a világ 30 legbiztonságosabb erőművei között szerepel: földregéssz-biztonsággal, nukleáris balesetelhárító szervezettel rendelkezik. Itt található a Kiegészítő Átmeneti Tárolója – az atomerőmű elhasznált (kiegészítő) fűtőelemeinek biztonságos, végleges kezelését megelőző, műszaki okokból elengedhetetlen átmeneti, 50 éves tárolására szolgál.

Püspökszilágyon – a Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tároló (RHFT) – az intézményi eredetű radioaktív hulladékok átvételére és elhelyezésére szolgál. A legtöbb radioaktív hulladék – az elhasznált zárt sugárforrásokat is ide számítva – az orvosi, ipari és kutatási alkalmazásokból származik. A két leggyakrabban használt izotóp, amelyekből jelentős készletek vannak, a Co-60 (kobalt) és az Ir-192 (irídium), amelyeket az orvosi és az ipari radiográfiában használnak.

Bataapátiban – a Nemzeti Radioaktív Hulladék-Tároló (NRHT) – az erőművi eredetű kis és közepes aktivitású radioaktív hulladék végleges elhelyezésének megoldására lett megépítve.

Paksi „súlyos üzemzavar”

Az üzemzavar 2003. április 11-én éjszaka történt a Paksi Atomerőmű PAKS-2 reaktorblokkjában. Egy hibásan megtervezett tisztítótartályban összetört 30 darab fűtőelem-kazetta, valamint radioaktív anyaggal telített gázok a levegőbe, majd a szabadba kerültek. A kibocsátási szint meghaladta

⁸ A nukleáris veszély fogalma. Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság. Elérhető: www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?%20pageid=lakossag_kattipus_nuklearis_baleset (A letöltés dátuma: 2018. 01. 16.)

az engedélyezett napi és havi értékeket is. A hétfokozatú Nemzetközi Nukleáris Esemény Skála (továbbiakban: INES)⁹ szerint hármás, azaz már súlyosnak minősülő üzemzavar után több mint egy évig nem működött a PAKS-2 reaktorblokk, csak 2004-ben indult újra.¹⁰

Paksi „üzemzavar”

2009. május 5-én a karbantartás alatt álló PAKS-4 reaktorblokk reaktorcsarnokában daruval emeltek egy neutron-fluxusmérő¹¹ műszert, amely a daru kötelének elszakadása következtében lezuhant. Senki sem sérült meg, személyi dóziskorlát-túllépés, radioaktív kibocsátás nem történt. „Ezt az eseményt – mivel a dózisteljesítmény a mérőlánctól 1 m távolságra meghaladta az 50 mSv/óra értéket – az atomerőmű szakemberei az Országos Atomenergia Hivatal Nukleáris Biztonsági Igazgatóságának (OAH NBI) egyetértésével a INES skálán kettes fokozatba, »üzemzavarba« sorolták.”¹²

A két komolyabb üzemzavart követően a Paksi Atomerőműben nem történt biztonsági kockázattal járó esemény. Az OAH NBI előírása alapján az erőmű internetes honlapján 2015 óta negyedévente tájékoztatják a lakosságot és a világháló olvasóit a skála alatti, azaz INES 0 besorolású üzemi eseményekről is. A tájékoztatás szerint évente 16-18 ilyen esemény történik, ami biztonsági szempontból megnyugtató, de mégis elgondolkodtató.

Az iparbiztonság mint biztonság tudomány és a terrorcselekmények kapcsolata

Az iparbiztonsági szabályozásnak a katasztrófavédelem rendszerében történő fejlődése több mint 20 éves múltra tekint vissza Magyarországon. A veszélyes tevékenységek és a veszélyes áruszállítás felügyeletén túl megjelentek a létfontosságú rendszerelemekkel kapcsolatos katasztrófavédelmi feladatok is.¹³

Az „iparbiztonság” mint önálló biztonsági szakterület fogalmát Kátai-Urbán Lajos fogalmazta meg: „Mindazon veszélyforrás (üzem) specifikus jog-, intézmény- és feladatrendszer, eljárás- és eszközrendszer, illetve módszertan, amely a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezéssel, a veszélyesáru-szállítással, a nukleáris balesetek elhárításával, valamint a létfontosságú rendszerek és létesítmények biztonságával kapcsolatos üzemeltetői, hatósági és önkormányzati feladatok teljesítése útján a lakosság életének, és egészségének, a környezetnek és a létfenntartáshoz szükséges anyagi javaknak a magas szintű védelmét szolgálja.”¹⁴

⁹ Nemzetközi Nukleáris és Radiológiai Esemény Skála (röviden: INES-skála). Országos Atomenergia Hivatal. Elérhető: www.haea.gov.hu/web/v3/OAHPortal.nsf/web?openagent&menu=02&submenu=2_6_1 (A letöltés dátuma: 2019. 01. 16.)

¹⁰ Ma 15 éve történt a legsúlyosabb paksi üzemzavar, azóta is sok a nyitott kérdés. HVG, 2018. 04. 11. Elérhető: https://hvg.hu/gazdasag/20180411_Ma_15_eve_tortent_a_legsulyosabb_paksi_uzemzavar_azota_is_sok_a_nyitott_kerdes (A letöltés dátuma: 2019. 01. 16.)

¹¹ A neutron-fluxusmérőt a reaktor teljesítményének mérésére és a neutron energia eloszlás közelítő meghatározására használják.

¹² Üzemzavar a paksi atomerőműben. Index, 2009. 05. 05. Elérhető: https://index.hu/belfold/2009/05/05/baleset_a_paksi_atomeromuben/ (A letöltés dátuma: 2019. 01. 17.)

¹³ HOFFMAN et al. (é. n.)

¹⁴ KÁTAI-URBÁN 2014, 44.

2005. évtől a veszélyesáru-szállítási nemzetközi szabályzatok kiegészültek közbiztonsági előírásokkal is (ADR, RID, ADN 1.10 fejezetei), amelyek célja, hogy megakadályozzák a veszélyes anyagok jogosulatlan birtokba kerülését, az azokkal való visszaéléseket, különös tekintettel a terrorcselekményekben történő felhasználhatóságukra.¹⁵

„A közkeletű terroristakép megfoghatatlan. A terrorista fogalma azonban ennél bonyolultabb, meglehetősen szerteágazó és személye nem annyira a származásáról vagy vallásáról, mint inkább motivációjáról és az ehhez választott eszközrendszeréről ismerhető meg.”¹⁶

Nukleáris biztonsági kockázatok

A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség kategorizálta a nukleáris biztonsági kockázatokat a következők szerint:¹⁷

- a meglévő nukleáris fegyverek eltulajdonítása;
- a nukleáris létesítmények, azok szállítóeszközei ellen elkövetett támadás;
- szabotázs következtében kialakult radiológiai veszélyhelyzet;
- a primitív nukleáris fegyverek előállításához szükséges nukleáris anyagok megszerzése;
- sugárzó anyagok radiológiai diszperziós eszközként „piszkos bombaként”¹⁸ való alkalmazása.

A fenti biztonsági kockázatok napjainkban életszerűek és valóságosak, ugyanakkor előfordulásuk valószínűsége eltérő, így például a nukleáris fegyverek terroristák által történő megszerzésének és alkalmazásának a valószínűsége viszonylag csekély, azonban a radiológiai diszperziós eszközök (továbbiakban: RDE¹⁹) bevetése komoly kockázati tényezőt hordoz.

Az RDE előállítására alkalmas radioaktív anyagok vizsgálata

Különböző radioaktív anyagokat széleskörűen alkalmaznak az energiatermelés, az ipar, a gyógyászat, a tudományos kutatás területein (1. ábra). Ezen anyagok közül azok alkalmasak RDE előállítására, amelyek hordozhatók és viszonylag nagy aktivitással rendelkeznek. Az ipar különböző radioaktív anyagok tucatjait használja fel sugárforrásként, közülük kilenc izotópnak lehet szerepe az RDE előállításakor: Am-241, Cf-252, Cs-137, Co-60, Ir-192, Pu-238, Po-210, Ra-226, Sr-90.²⁰

¹⁵ KÁTAI-URBÁN-KOZMA-VASS 2015.

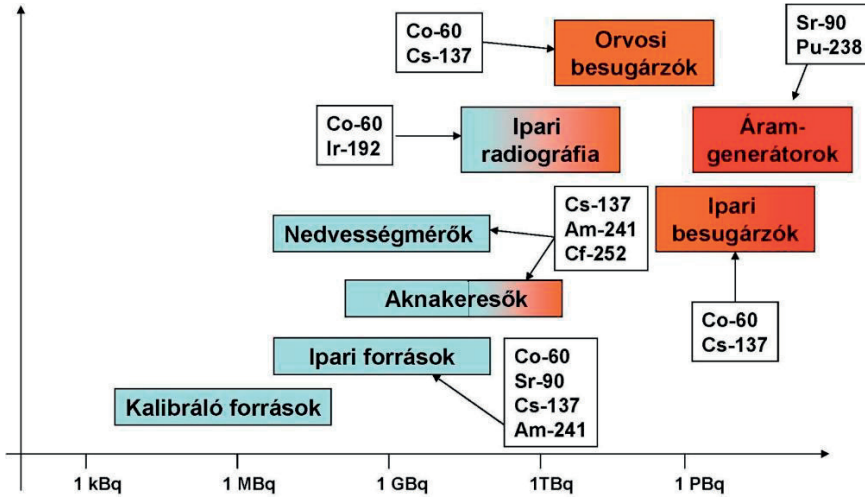
¹⁶ Katasztrófatípusok – Terrortámadás. Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság. Elérhető: www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=lakosság_kattipus_terrortamadas (A letöltés dátuma: 2019. 01. 20.)

¹⁷ EL-BARADEI 2005.

¹⁸ A „piszkos bomba” ötlete az ötvenes évekből származik, és egy katonai kifejezést takar. Olyan fegyvereket értenek alatta, amelyek hagyományos robbanószert használnak, ám a robbanás segítségével az ellenfél területét lakhatatlanná tevő anyagokat (radioaktív vagy mérgező) szórnak szét. „Egy ilyen bombához nem szükséges nagy mennyiségű sugárzó anyag.”

¹⁹ Az RDE olyan fegyverek, melyek káros radioaktív anyagok szétterjesztésével szennyezik az embereket, létesítményeket, terepet. Az RDE hagyományos robbanóanyagot (dinamit, semtex, TNT), gyújtóanyagot (termit) és radioaktív anyagot tartalmaz. A hagyományos robbanóanyag detonációja diszpergálja a sugárzó anyagot, a gyújtóanyag égése ugyanakkor a további szétterjedést segíti elő.

²⁰ FERGUSON-KAZI-PERERA 2013, 4–6.



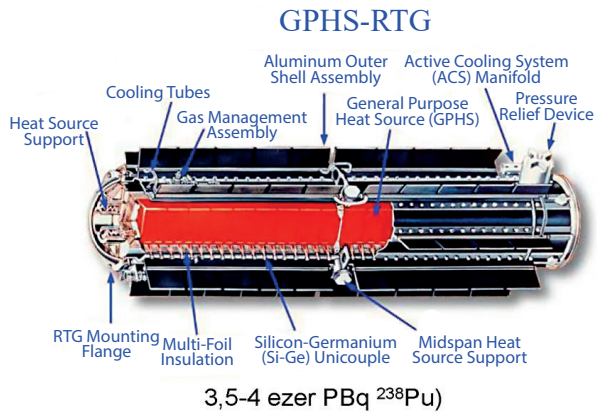
1. ábra. Radioaktív izotópok aktivitása és felhasználása

Forrás: szerkesztette Pellérdi Rezső

Az Sr-90 béta-sugárzó elsősorban belső sugárterhelést okoz, amelynek ipari, kereskedelmi használata nem jelentős. A volt Szovjetunióban használt radiotermikus generátoroknál (RTG) azonban potenciális veszélyt jelent (2. ábra).



Orosz RTG : 100-500 kCi
= 3.7 – 15 TBq ⁹⁰Sr

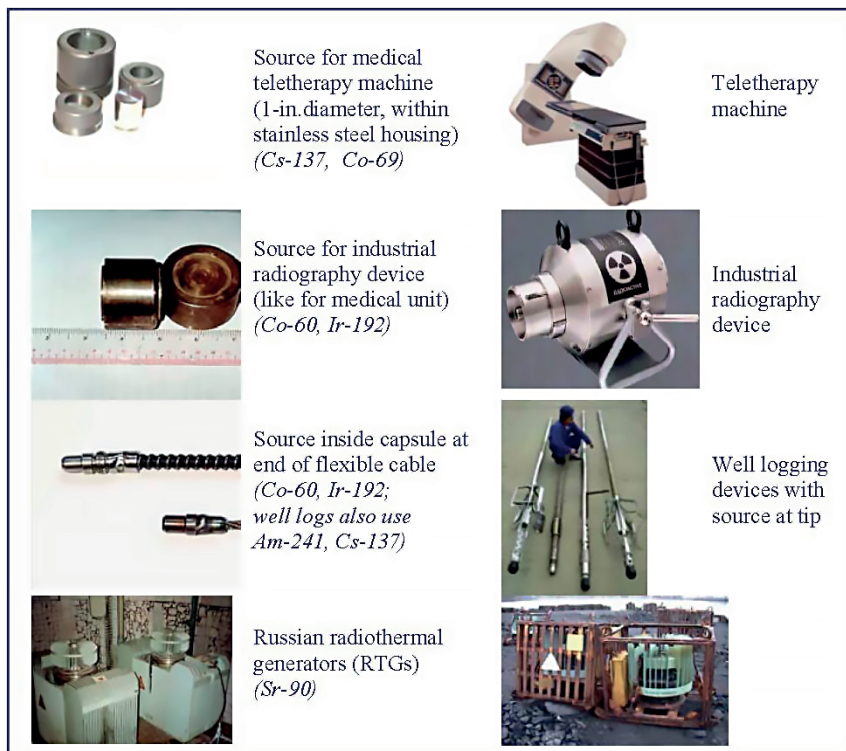


3,5-4 ezer PBq ²³⁸Pu)

2. ábra. Radiotermikus generátorok (RTG)

Forrás: szerkesztette Pellérdi Rezső

A kilenc izotópból három (Cs-137, Co-60, Ir-192) erős gamma-sugárzó, így az ezekkel való – árnyékolás nélküli – manipuláció különös veszélyt jelent a kezelők (potenciális terroristák) számára. Éppen a gamma-sugárzást hasznosítják az iparban (hegesztési varratok roncsolásmentes ellenőrzése, élelmiszerek sterilizációja, mérőműszerek alkalmazása), vagy éppen a gyógyászatban (rákos sejtek roncsolása) (3. ábra).



3. ábra. Radioaktív izotópok ipari, gyógyászati, energetikai felhasználása

Forrás: Argonne National Laboratory: Radiological Dispersal Device (RDD) (2015)

A fennmaradó izotópok (Am-241, Cf-232, Pu-238, Po-210, Ra-226) alapvetően alfa-sugárzók, külső sugárterhelésük elhanyagolható, azonban a szervezetbe jutva komoly egészségkárosodást okozhatnak. Különös aktualitást ad a Po-210 izotóp veszélyességének bemutatására a 2006-ban történt egykori KGB-ügynök, Alexander Litvinenko esete, amely során a férfi halálát okozta a szervezetébe került polónium.

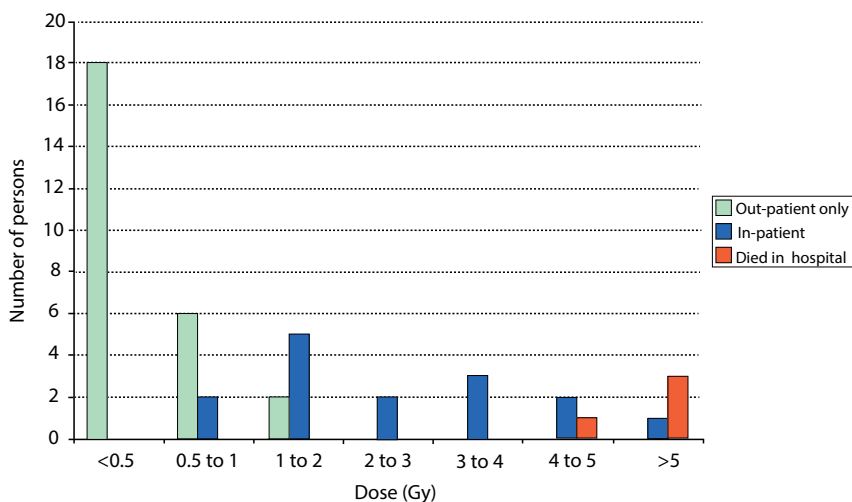
RDE-támadás után fogantató szabályok

1. Felderítés, értékelés (felmérés)
2. Hiteles tájékoztatás
3. A terület lezárása, kimenekítés
4. Szennyezett személyek gyülekeztetése, szennyezett ruházat begyűjtése, fürdetés (személyi mentesítés)
5. Orvosi ellátás (sérülések, pszichiáterek)
6. Terület mentesítése
7. A médiahatás kezelése
8. Tömegpszichózis és hipochondria kezelése

Néhány jelentősebb RDE-esettanulmány

Goiania-i Cs-137 forrással történt radiológiai baleset

Brazíliaiban 1987-ben egy őrizetlenül hagyott kórházból elloptak, majd szétszereltek egy orvosi besugárzó készüléket, amely Cs-137 izotópot tartalmazott (51 TBq) és hulladékként értékesítették. A szennyeződés 100 km távolságra is eljutott. 250 fő kapott sugárterhelést, 85 ház szennyezetté vált, 41-et lebontottak, és 3000 m³ radioaktív hulladék keletkezett (4. ábra).



4. ábra. Goiania-i Cs-137 forrással történt radiológiai baleset áldozatainak megoszlása

Forrás: Goiania Nuclear Accident

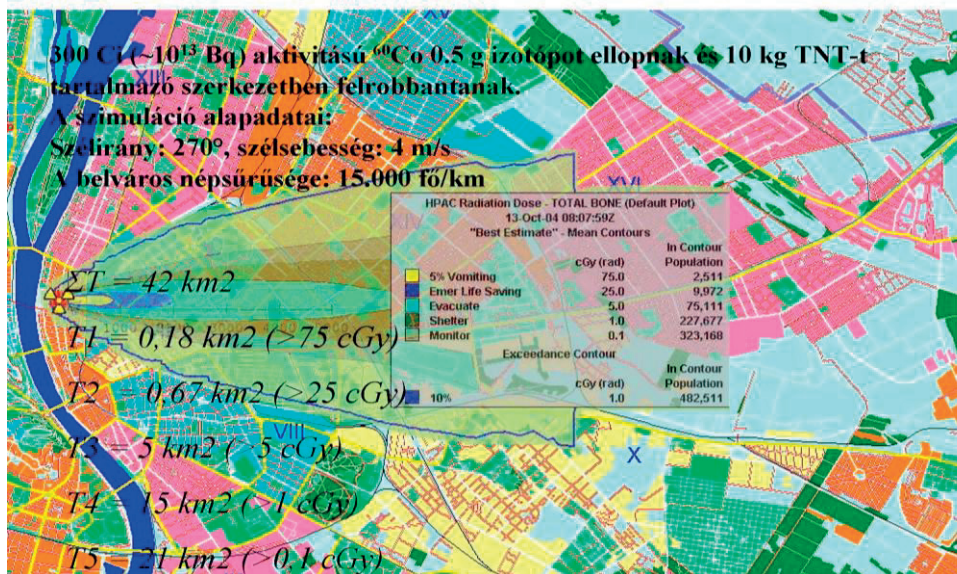
Látható, hogy a radioaktív eszközök nem megfelelő kezeltetésük esetében milyen nagy veszélynek vagyunk kitéve. Az emberi tényező, az emberi felelősség szerepe itt egyértelműen megállapítható.

Meghiúsított nukleáris terrorista akció

Moszkvában 1995. novemberében csecsen terroristák Cs-137 radioaktív izotópot tartalmazó radiológiai diszperziós eszközt („piszkos bombát”) akartak felrobbantani az Izmajlovskij parkban, azonban az orosz titkosszolgálat leleplezte és megghiúsította az akciót.

Terjedési szimuláció

Az MH GAVIK²¹ terjedési szimulációt hajtott végre a Kossuth téren felrobbantott Co-60 alapú „piszkos bombára” a HPAC program alkalmazásával (5. ábra).



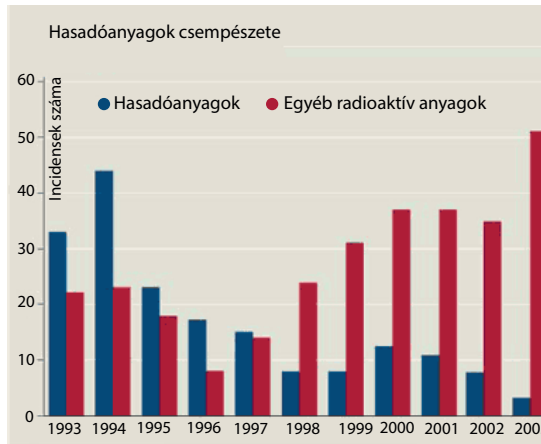
5. ábra. A Kossuth téri szimulációs elemzés

Forrás: szerkesztette Pellérdi Rezső

²¹ MH Görgei Artúr Vegyvédelmi Információs Központ. Rendeltetése, állami feladatként ellátandó alaptevékenysége a vegyi, biológiai és sugárhelyzetre, a katonai környezetbiztonságra vonatkozó információk gyűjtése, nyilvántartása, folyamatos elemzése, a káros következmények előrejelzése és értékelése, a Magyar Honvédség felső vezetésének tájékoztatása a döntések megalapozása céljából.

A NAÜ adatai alapján 1993 és 2004 között 650 nukleáris anyag csempészése történt világszerte, amelynek jelentős része radioaktív izotópokat érintett, ezek felhasználhatók nukleáris fegyverek, valamint radiológiai diszperziós eszközök gyártására.²²

A nukleáris technológia illegális átadása, eladása is jelentős veszélyt jelent, amelyre jó példa Abdul Qadeer Khan pakisztáni atomfizikus és Líbia között lebonyolított üzlet. Khan 1974-ben ellopta az uránium dúsítására használt centrifugák technológiáját, a cinkosságok láncolatán Líbia, Irán és Észak-Korea, titkos utakon centrifugákhoz jutottak.



6. ábra. A hasadóanyagok csempészete 1993–2003 között

Forrás: szerkesztette Pellérdi Rezső

Egy radiológiai támadás gazdasági és pénzügyi következményei katasztrófálisak. A sugármentesítés több hétig, esetleg hónapokig eltarthat, és egyben költségei horribilisek. Ha egyes épületek, épületcsoportok olyan mértékben szennyeződtek, hogy nincs hatékony mentesítési eljárás az előírt sugárvédelmi normatívák elérésére, azokat le kell bontani. Egy London típusú nagyváros esetén a következmények felszámolásának költségei elérhetik az 1 milliárd dollárt.²³ A „piszkos bomba” felrobbantásával való terroristafenyegetés ráirányította a figyelmet a prevencióra és arra, hogy fokozottan szem előtt tartsuk, hogy egy ilyen esemény súlyossága a körülményektől, a sugárzó anyag típusától és mennyiségétől, a besugárzás időtartamától és a diszperzió módjától is függ. Az Európai Unió és a NATO a nukleáris terrorizmust korunk fő kockázati tényezőjeként jellemezte. Ezen a téren tett nemzeti erőfeszítéseket nagymértékben erősítik a kétoldalú és nemzetközi együttműködések.²⁴

²² ORLOV 2014.

²³ BARNABY 2015.

²⁴ PELLÉRDI 2007.

Magyarország legnagyobb ipari katasztrófái

Répcelaki tárolótartály-robbanás

1969. január 2-án 14 óra 23 perckor a Szénsavtermelő Vállalat répcelaki telepén bekövetkezett a magyar olajipar legtöbb áldozatot – 9 ember halálát – követelő tárolótartály-robbanással járó műszaki balesete, tragédiája. Hatan súlyosan, tizennégyen könnyebben sérültek.²⁵

A robbanás oka: a tartályok anyaga elridegedett és „ridegtörés”²⁶ történt. Ez a baleset is rámutatott arra, hogy elengedhetetlen a hegesztők és közép-káderek egységes képzési rendszerének kidolgozása és jogszabályi keretek közé rendezése. A répcelaki robbanás hatására született meg a 3/1969. (VII. 29.) KGM számú rendelet, amely előírta a hegesztő szakmunkások hazai minősítését és a hegesztő szakemberek továbbképzését. A rendelet szerint a minősített hegesztő szakmunkások munkájának előkészítésére és ellenőrzésére műszaki hegesztő szakembert (közép-kádert) kellett alkalmazni. Megalakult a Hegesztő Minősítő Bizottság, amelynek titkársági feladatait és szakmai irányítását a Gépipari Technológiai Intézet Hegesztési Szakosztálya látta el.²⁷

Sajóbábonyi TNT²⁸-gyár egyik üzemrészének felrobbanása

Óriási robbanás rázta meg 1979. június 1-jén az Észak-magyarországi Vegyiművek sajóbábonyi üzemét. Magyarország legnagyobb ipari balesetében 13 dolgozó hunyt el, amikor felrobbant a TNT-gyár egyik üzemrész. A detonációban több mint 10 tonna TNT robbant fel.²⁹ A robbanás a késő délutáni órákban, ismeretlen okból következett be. A detonáció helyéről egy 20 kilométerre ellátású gombafelhő emelkedett fel, a hanghatást pedig 30 kilométeres körzetben lehetett érzékelni.

A TNT-t gyártó épület megsemmisült, a helyén mindössze egy kráter maradt. A telepen több helyszínen tüzek lobbantak fel, veszélyeztetve az ott raktározott robbanóanyagokat, vegyi anyagokat. A telepen főként a kiszáradt fű égett, a fűben pedig a gyártósorról kiszóródott TNT és a gépsor darabjai heverték. Fokozta a nehézségeket, hogy a hadiüzemet fegyveres őrség védte, akik a helyszínre vonuló tűzoltókat megérkezésük után nem akarták beengedni a gyár területére. A tűzoltóknak végül nagy nehézségek árán egy leomlott TNT-t tároló raktárépülettől pár méterre sikerült megfékezniük a lángokat. A katasztrófa által érintett A1 üzemépületben nem volt már mit menteni. A létesítményből jóformán semmi sem maradt, az ott felhalmozott vagyon menthetetlen volt. Nem volt szükség a dolgozók kimentésére és sebesültek ellátására sem.³⁰

²⁵ KURUCZ 2009.

²⁶ A ridegtörés elsősorban a hegesztett acélszerkezeteket, azokon belül is a vastag lemezből készült és alacsony hőmérsékleten is üzemelő szerkezeteket veszélyezteti. Ilyen építőmérnöki szerkezetek a hidak, daruk és tartályok.

²⁷ GÁTI–KOVÁCS 2010, 53–65.

²⁸ TNT (trinitro-touol): kristályos szerkezetű, világossárga-világosbarna színű, enyhén keserű ízű, szagtalan, nem higroszkopikus anyag. Vízben oldhatatlan, kémiaiilag stabil. Sárga lánggal erősen kormozva ég.

²⁹ 37 éve robbant fel a sajóbábonyi TNT gyár. (2016) Faktor. Elérhető: <http://faktor.hu/faktor-sajobabonyi-tnt-robbanas> (A letöltés dátuma: 2019. 01. 18.)

³⁰ JUHÁSZ-LÉHI 2016.

Nagylengyel, 282/A jelű olajkút gázkitörés

1998. november 14-éről 15-ére virradó éjszaka Zala megyében a nagylengyeli kőolajmező 282/A jelzésű kútja az egyik karbantartási munkafázis közben meghibásodott. Ez az esemény a magyarországi kőolaj- és földgázkitörések sorában a 17. volt.

Az iszonyatos erővel felszínre törő széndioxid folyamatosan töltötte be a talajközeli légteret és a nyílás környékén mindent csontkeménységűre fagyasztott. Először a MOL kitérőcsökkentő csapata menekült el a helyszínről, majd riasztásukra a környék három falujából a lakosságot is kitelepítették. A 2–2,5 kilométer mélységben a földfelszín alatt található kőolaj kitermelését jelentősen megkönnyíti egy úgynevezett gázsapka, amely az olaj felett helyezkedik el. Ez a gáz habosítja és így könnyebben kitermelhetővé teszi az olajat. A nagylengyeli olajmezőnél ez a gáztömeg hiányzott, ezért azt mesterségesen pótolták CO₂ lejuttatásával. Az 1951-ben felfedezett nagylengyeli kőolajmező a szénhidrogén vagyont tekintve jelenleg a második legdúsabb hazánkban. A térség hosszan az ország legjelentősebb kőolajellátója volt, ahol több mint 400 mélyfúrt kútból a mai napig is folyik a termelés.

A kitermelés segítésére a mélységbe juttatott szén-dioxid szintelen, önmagában szagtalan, a levegőnél nehezebb és nem éghető gáz. Veszélyt ezért csak a talaj felett összegyűlve jelent, mivel fajsúlyánál fogva a levegőt zárt térben maga alól kiszorítja. Kénhidrogén-tartalma miatt jellegzetesen záptojás szagú, ami alapján könnyen felismerhető. A gondot most az is jelentette, hogy 282/A jelzésű kút egy domb magasságának felső harmadában volt található. Emiatt az onnan felszínre törő széndioxid a dombról lefelé hömpölyögve összegyűlt abban a kis völgyben, amelyben három falu Bak, Bocfölde és Sárhida fekszik. A térség lakossága egy úgynevezett „anti-havaria” terv alapján fel volt készítve arra, hogy egy esetleges gázkitörés alkalmával mit tegyen, és hogyan hagyja el a lehető legrövidebb idő alatt otthonát.

A kitörés oka leginkább az volt, hogy kútkarbantartás, egy kisebb hiba kijavítása során egy packer³¹ a kútszerelvényből kicsúszott, illetve kicsúszhatott a tömítés is, mindez 2000 méter mélységben. Először a gáz a felette lévő vizet kezdte el kipréselni a csövön át. Ez volt az a momentum, amelyet a karbantartók észleltek. A vizet a gáz követte. A csapat azonnal megpróbált egy kitérőcsökkentő szerkezetet a kút szájára helyezni, de rögzíteni már nem tudta a nagy erővel feltörő széndioxid miatt.

Az óriási nyomás alól kiszabaduló gáz a légtérbe érve azonnal megfagyasztotta a felszínre került vizet és a levegő páratartalmát, amely így –30–33 °C-ra csökkent a kút nyílásánál. A jég leolvasztása érdekében a két forró levegőt ontó turbófúvóra pont ezért volt szükség az elhárítási munkálatoknál, hogy a kővé fagyott acélszerkezeteket felmelegítse és a jégből kiolvassa.

³¹ A javítás egy vagy két tömítőelem (packer) elhelyezésével történik a megfelelő mélységszinteken. Az ilyen módon hidraulikai értelemben is elválasztott szakaszon belül elhelyezkedő, és a fúrócsőoszlopba beépített, lyukakkal vagy résekkel ellátott elem (perforált cső) keresztül megteremthető a kapcsolat a réteg és a felszín között.

A kitöréstől számított három és fél nap után sikerült „elzárni” a kutat. A Zalaegerszegre kitelepítettek zöme a negyedik éjszakát is a befogadó családoknál, vagy a Városi Sportcsarnokban töltötte. Több mint 200 embert azonban turistaszálláson és a megyei kórház betegektől elkülönített szobáiban volt kénytelen elhelyezni az önkormányzat. A hatodik napon már valamennyien visszaköltözhetek otthonaikba.

Kihívás volt, hogy a 20. századi hazai katasztrófák között korábban sosem volt szükség ilyen méretű kimenekítésre. A kitörés oka akkor ismeretlen volt. Az akkori szakértések szerint lehetett anyaghiba, de ugyanígy a karbantartási munkálatok során elkövetett technológiai szabálysértés is. A Pécsi Bányakapitányság a baleset napján helyszíni szemlét tartott, utána pedig a vizsgálati tervek alapján folytatta a nyomozást, amelyhez „újabb kútmunkálatok kellettek”.

Az események, a riasztás és a mentés sorrendje az alábbi volt:

- A szakemberek karbantartották a helyszínen, érzékelték, hogy nagy baj van, a kitörés-elhárítókat riasztották Nagykanizsáról. Gond: jégképződés a kúton, tűzoltókat RST alapján helyszínre riasztották.
- Riasztás vétele, az illetékesek, rendőrség, polgármesterek, HVB, MVB, tűzoltóság, polgári védelem értesítése.
- A CO₂ az oxigénnél nehezebb, ezért hömpölygött a domboldalon lefelé, 3 település lakosságának életveszélyét előidézve.
- Az MVB döntött: a 3 település kitelepítését haladéktalanul végre kell hajtani. Befogadóhely: Zalaegerszeg, a megyeszékhely sportcsarnoka 3500 fő részére 3 településről.
- Volánbuszok helyszínre rendelése a települések polgármesteri hivatalai elé, a lakosság riasztása, elszállítása.
- A kitelepített lakosság ellátásának megszervezése.
- A 3 település és környezetének zárt területté nyilvánítása, amelyet a rendőrség őrzött.
- Állatállomány ellátásának megszervezése.
- A levegő szennyezettségének, károsanyag-tartalmának mérésére 6 darab veszélyhelyzeti felderítő csoport (VFCS) helyszínre vezénylése a Polgári Védelem országos parancsnoka által. Állandó mérések végzése, káros egészségügyi határérték, területi lehatárolás végrehajtása.
- MVB ülései, HVB ülései. Belügyminiszter, állami vezetők a helyszínen.
- Vizsgálat, gondolkodás: mi történhetett? Neves szakértők véleményének kikérése, Buda Ernő.
- Turbóreaktív oltók Szegedről történő kirendelése, olvasztás, kitörésgátló javítás, packer helyzetétele, kárfelszámolás.
- Lakosság visszatelepítésének megszervezése.
- Elemzés-értékelés, a MOL kitörés-elhárítás, a védelmi igazgatás, a tűzoltóság, a polgári védelem jól vizsgázott.

A magyar kőolaj- és gázkutak ugyan idősök, de folyamatosan karbantartják őket. Azt azonban nem lehet megjósolni, hogy mikor lesz a következő, vagy hogy lesz-e még valaha kútkitörés Magyarországon.

A Vörösiszap³²-katasztrófa

Magyarország eddigi legnagyobb ökológiai következményekkel járó ipari katasztrófája 2010. október 4-én 12 óra után történt, amikor egy magántulajdonú vállalat a MAL Magyar Alumínium Zrt. (továbbiakban: MAL Zrt.) területén a X. számú vörösiszap-tároló kazetta nyugati gátja átszakadt. A gátszakadás következtében közel 1,7 millió köbméter vörösiszap és lúgos víz elegye a Torna-patakon keresztül lezúdulva elöntötte Kolontár, Devecser és Somlóvásárhely települések mélyebben fekvő részeit, valamint szennyezte Somlójenő, Tüskevár és Apácatorna külső területeit.

A vörösiszap jól köti a nehézfémeket, ám ezek savas környezetben kioldódnak. Amíg a lúg rövid távon fejt ki romboló hatását, addig a nehézfémek hosszú távon okozhatnak egészségkárosodást, környezetrombolást. A króm, a higany, az arzén rákkeltő anyagok, ezek felhalmozódnak a növényekben, az állatokban és az emberi szervezetben egyaránt. A megszáradt vörösiszap porát ráadásul elhordja a szél a környékbeli településekre, így akár a Somló hegyi bortermelő vidékekre is. Az iszapáradat miatt életét veszítette 10 kolontári lakos, míg az érintett településeken 286 fő szorult egészségügyi ellátásra, közülük 120-an hosszabb kezelésre, amelyből 64 személy állapota volt kritikus. A beavatkozás folyamán 8 tűzoltó, 1 katona és 8 rendőr szenvedett első-, másodfokú égési sérüléseket, illetve légúti károsodást.

Az elsődleges felmérések szerint az iszapkár Kolontár 2 utcájában 47 lakóingatlant és 2 önkormányzati épületet, Devecseren 18 utcában 268 lakóingatlant, Somlóvásárhelyen 21 lakóingatlant érintett. A károsultak összlétszáma elérte a 731 főt. Mezőgazdasági területen 1017 hektár került elöntésre az iszap miatt. A kialakult anyagi kár nagyságára jellemző volt, sérüléseik alapján a 307 darab lakóingatlanból Devecserben 270-et, Kolontáron 34-et, Somlóvásárhelyen 3-at lebontottak. Ezenfelül súlyosan károsodott 22 darab vállalkozási, 4 darab önkormányzati és 1 darab egyházi ingatlan, ugyanakkor kazettákhoz visszaszállított bontási törmelékek mennyisége 2011. december végéig 164 743 köbméter volt.

A kormányzat felelősen intézkedett a kialakult helyzetben, a katasztrófavédelem és a tűzoltóság erőin kívül a rendőrség, a honvédség és a mentőszolgálat állománya mentette a bajbajutott lakosságot. Nagyszámban önkéntes segítő és a karitatív szervek, de egyszerű állampolgárok is tevékenykedtek a kárhelyeken. A környezeti szennyezés lokalizálására a vízügyi és környezetvédelmi hatóságok tették meg a szükséges lépéseket, gipszadagolással meggátolták a szennyezés eljutását a Dunáig. A kormány tagjai, az érintett országos hatáskörű szervek vezetői a helyszínen irányították, ellenőrizték a feladatokat, hozták meg a szükséges döntéseket, tájékoztatták a hazai és nemzetközi médiát. 2010. október 9-én újabb gátszakadás veszélye állt fenn, ezért a kormány elrendelte Kolontár teljes lakosságának kitelepítését, Devecsernek pedig a kitelepítésre

³² A vörösiszap az alumínium-előállítás során használt eljárás (timföld köztitermék gyártása) mellékterméke. Amikor a nyersanyagból, a bauxitból lúggal kivonják az alumíniumtartalmú anyagokat, az ekkor visszamaradó maradék a nátronlúg oldattal alkotja az úgynevezett vörösiszapot. A nevét az iszapszerű állagáról és a színéről kapta, amit a bauxitban jelenlevő vas-oxid okoz. A vas-oxidot számos célra, például vörös festékek színezőanyagaként használják. Főbb ásványos összetevői: vas-oxidok és -hidroxidok, alumínium-hidroxidok, nátrium-szilikátok, kalcium-karbonát, kvarc, gipsz.

való felkészítését. Az újabb gátszakadás azonban nem következett be, ám időközben elkészült a Kolontár védelmét szolgáló több mint 600 méter hosszú körgát 3,5 méteres védőmagassága, ezért a bevezetett lakosságvédelmi rendszabályokat visszavonták.

A mentést-mentesítést követően már 2010. december 6-tól először Kolontáron, majd 2011. január 10-től Devecseren is megkezdődött az új lakóparkok építése, amelyek fővállalkozó (VeszprémBer Zrt.) általi kivitelezésben Kolontáron határidő előtt, illetve Devecseren határidőben (2011. június 30.) elkészültek. Folyamatos volt a Vidékfejlesztési Minisztérium szervezésében a külterületek mentesítése, takarítása. A KKB Tudományos Tanács állásfoglalása szerint figyelemmel a külterületi szennyezések mértékére 267 hektárt kellett takarítani, amely területekről beleszámítva az előtött települések köz- és magánterületeit is, december 31-ig 1 091 343 köbméter szennyezett földet szállítottak el. A katasztrófa bekövetkezése óta a kárenyhítésben-újjaépítésben 2011. december 30-ig bezárólag összesen 146 878 fő és 59 171 technikai eszköz vett részt.

A mentés, kárfelszámolás, újjáépítés, bontás irányítására az OKF Főigazgatója közvetlen alárendeltségében Katasztrófavédelmi Operatív Törzs, Lakosságvédelmi és Helyreállítási-újjáépítési Felügyelő, 2010. november 4-től Újjáépítési Kormányzati Koordinációs Központ, majd 2011. július 1-től október 14-ig Újjáépítési Katasztrófavédelmi Törzs működött a katasztrófavédelem tábornokainak vezetésével a helyszínen. 2011. október 15-től december 31-ig a Veszprém Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság Újjáépítési Operatív Csoportja (ÚOCS) irányította az áthúzódó feladatok befejezését, alapvetően a másodlagos károk rendezését.

A védelemigazgatás, a megyei és helyi védelmi bizottságok a kezdetektől végezték a jogszabályban rájuk háruló feladataikat a térség és települések lakosságvédelmének szervezése érdekében. A lakosság kárenyhítését jogilag támogatási szerződések megkötésével oldották meg, amelynek során 110-en választották az új építésű ingatlant, 121-en használt ingatlant vásároltak és 121-en pénzbeli megváltást kértek, amely utóbbi magában foglalta 53 esetben a helyreállítás pénzbeli támogatását is. Az ingósági kárenyhítést viszonylag hosszú idő felhasználásával, az önkormányzatok szervezésében valósították meg, a kiadott kormányhatározatok és a katasztrófavédelmi célelőirányzat felhasználását szabályzó BM rendelet alapján alkotott önkormányzati rendeletek szerint. Mindösszesen 596 szerződést kötöttek meg 333 rászoruló állampolgárral.

A 2010. október 4-én bekövetkezett iszapkatasztrófa hazánk újkori történelmének legnagyobb ipari szerencsétlensége volt. Halálos áldozatait, sérültjeit, az elszenvedett emberi és anyagi károkat tekintve felülemelkedett a természeti csapások okozta országunkat ért pusztításokon is. Az események kezelése során határozott, szolidáris kormányzati intézkedések alapján a KKB, a belügyminisztérium és katasztrófavédelem országos vezetésének irányításával a mentés szakszerűen valósult meg. Az ivóvízbázisok és a Duna nem szennyeződtek, az esetleges újabb gátszakadás által okozható katasztrófák megelőzésére megbízható védművek épültek, a külterületek és lakott településrészek szennyezése, építési és bontási törmeléke visszaszállításra került a MAL Zrt. kazettáihoz.

Körültekintő kormányzati gondoskodást tükrözve kezdődött meg a helyreállítás, újjáépítés, ingósági kárenyhítés megszervezése, amelynek hatékony kivitelezését az Újjáépítési Kormányzati Koordinációs Központ folyamatosan biztosította. Az események kezelése során mindvégig

magas szintű volt a minisztériumok, az ágazatok, országos hatáskörű szervek együttműködése, a tudomány részvétele. A katasztrófavédelmi feladatok kormányzati koordinációja jól működött. A katasztrófa igen jelentős társadalmi összefogást, a segítő akarat megnyilvánulását eredményezte, úgy hazai, mint nemzetközi téren.

Létrejött a társadalmi és karitatív szervezetek új típusú együttműködése az emberekről való gondoskodásban, az adományok továbbításában. Hatékonyan megvalósult a katasztrófát okozó magánvállalat, a MAL Zrt. állami felügyelete a katasztrófavédelem országos vezetője személyében kijelölt kormánybiztos által. A mentésben részt vevők, tűzoltók, katasztrófavédelem, polgári védelem, rendőrség, mentőszolgálat, vízügyi igazgatóságok, környezetvédelem munkatársai, de egyszerű állampolgárok is nagyfokú bátorságról, önfeláldozó képességről tettek tanúbizonyságot.³³

2011. október 4-re elkészült az elöntött városrész helyén Devecserben a városrehabilitációt is szolgáló Emlékpark, Kolontáron a vörösiszap-katasztrófa áldozatainak Nemzeti Emlékhelye, az év végére pedig 376 esetben a bejelentett és jogosan elfogadható másodlagos károk rendezésére is intézkedett a BM OKF.

2019. február elején másodszor született elsőfokú ítélet Magyarország egyik legnagyobb, 10 halálos áldozatot követelő ipari katasztrófája ügyében. A vörösiszapperben a korábbi, a vádlottak számára felmentést hozó ítélet megsemmisítése után egy újabb bíróság bűnösnek ítélte ugyan a tározót üzemeltető MAL Zrt. egykori vezérkarának érintett tagjait, azonban a vád súlyához mérten viszonylag csekély büntetéseket szabott ki.

Következtetések

A cikkben áttekintettük a Magyarországon bekövetkezett jelentősebb nukleáris üzemzavarokat és a szénhidrogénipari-, valamint a robbanóanyag-gyártat érintő baleseteket. A feldolgozott eseményekkel kapcsolatban megállapítjuk, hogy az ipari katasztrófák következményei kihatnak az emberi környezetre, a légkörre, a felszíni vizekre, a talajvízre és a termőtalajra.

A múlt tragikus eseményeinek feltárása kapcsán sok esetben tapasztalhatjuk, hogy az érintettek sok mindent elhallgattak, kozmetikáztak, megszépítettek, és a teljes igazság sokszor csak évtizedek múlva derült, illetve derül ki oknyomozó riportok eredményeképpen.

A nukleáris terrorizmus nemzetközi és hazai tapasztalatai rámutatnak arra a tényre, hogy az RDE alkalmazása hiteles és jelentős fenyegetés. A nukleáris terrorizmus céljaira is felhasználható radioaktív anyagokat alkalmazó, tároló létesítmények száma több ezer világszerte, amelyekből sok nem elégíti ki a Nemzeti Atomenergia Ügynökség (NAÜ) által előírt biztonsági követelményeket.

Összehasonlítva a nukleáris fegyverek és a radiológiai diszperziós eszközök hatását megállapítható, hogy a halálos esetek száma az RDE-támadáskor elenyésző, azonban a nagyobb lakott területek (40–50 km²) sugárszennyezettsége meghaladhatja az egészségügyi és sugárvédelmi normatívákat.

³³ MUHORAY 2012.

A „piszkos bomba” nagyvárosok elleni alkalmazása során városrészek válhatnak olyan mértékben szennyezetté, amely megköveteli az evakuációt. Az azonnali kitelepítés nagy ember-tömegek számára valós terrorhelyzetet idéz elő még abban az esetben is, ha a sugárveszteség alacsony.

Beláthatjuk, hogy egy nukleáris vagy ipari katasztrófa, mint például a vörösiszap-katasztrófa ökológiai katasztrófává válik és a katasztrófavédelem veszélyhelyzeti feladatai közé tartozik a felszámolás és az újjáépítés.³⁴

A zalai gázkitörés kapcsán a lakosság védelme érdekében hozott és megvalósított intézkedések sorozata már a létrehozandó katasztrófavédelem feladatrendszerét körvonalazta. A jogalkotó az egységes kialakítás érdekében a jogszabályi feltételeket átformálta és vonatkozó rendelet kiadásával a további ipari balesetek elkerülését megalapozta.

A szénhidrogén-ipari baleset feldolgozása mérőföldkő volt a hegesztő szakemberképzésben is. A jogalkotó a jogszabályi feltételeket átformálta és vonatkozó rendelet kiadásával a további ipari balesetek elkerülését megalapozta.

Felhasznált irodalom

- AMBRUSZ József – MUHORAY Árpád (2015): A vörösiszap-katasztrófa következményeinek felszámolása, a keletkezett károk helyreállítása. *Bolyai Szemle*, 24. évf. 4. sz. 67–85.
- Argonne National Laboratory: Radiological Dispersal Device (RDD) (2015). EVS Human Health Fact Sheet.
- BARNABY, Frank (2015): *Dirty Bomb and Primitive Nuclear Weapons*. Oxford Research Group.
- EL-BARADEI, Mohamed (2005): *Nuclear Terrorism; Identifying and Combating the Risk*. International Conference on Nuclear Security, IAEA.
- FERGUSON, Charles D. – KAZI, Tahseen – PERERA, Judith (2013): *Commercial Radioactive Sources Surveying the Security Risks*. Center for Nonproliferation Studies, Monterey Institute of International Studies.
- GÁTI József – KOVÁCS Miklós (2010): A hegesztő műszaki szakembertől a nemzetközi hegesztő-technológus képzésig az Óbudai Egyetem Bánki Donát karán. *25. Jubileumi Hegesztési Konferencia*, Budapest. 53–65. Elérhető: http://hegkonf2010.uni-obuda.hu/5_Gati_Kovacs_Hegkonf2010.pdf (A letöltés dátuma: 2019. 01. 18.)
- KÁTAI-URBÁN Irina Szergejevna (2017a): *Ipari- és környezeti katasztrófák következményei elhárítására történő felkészüléséhez kapcsolódó eljárás, műszaki és személyi feltételek kutatása, különös tekintettel a lakosságvédelem hatékonyságának növelésére*. Doktori (PhD) értekezés. Budapest, Nemzeti Közszerológiai Egyetem. Elérhető: <https://hbk.uni-nke.hu/document/hhk-uni-nke-hu/Katai-Urbán%20Irina%20doktori%20értekezés%20tervezet%20MV.pdf> (A letöltés dátuma: 2019. 03. 11.)
- KÁTAI-URBÁN Irina Szergejevna (2017b): Súlyos balesetek következményeinek, és a védelmi intézkedéseinek rendszerbe foglalása. *Hadmérnök*, 12. évf. 1. sz. 122–137. Elérhető: http://hadmernok.hu/171_10_katai.pdf (A letöltés dátuma: 2019. 03. 11.)
- KÁTAI-URBÁN Lajos – KOZMA Sándor – VASS Gyula (2015): Veszélyes szállítmányok felügyeletével kapcsolatos jog- és intézményfejlesztési tapasztalatok értékelése. *Hadmérnök*, 10. évf. 3. sz. Elérhető: http://hadmernok.hu/153_08_katayul_ks_vgy.pdf (A letöltés dátuma: 2019. 01. 20.)
- KÁTAI-URBÁN Lajos (2014): *Veszélyes üzemekkel kapcsolatos iparbiztonsági jog-, és intézmény és eszközrendszer fejlesztése Magyarországon*. Budapest, Nemzeti Közszerológiai Egyetem, Habilitációs Tézisek.
- KURUCZ István (2009): *Indulatok nélkül, a répcelaki robbanásról*. Zalaegerszeg, Magyar Olajipari Múzeum Közleményei 40.

³⁴ AMBRUSZ–MUHORAY 2015.

- MUHORAY Árpád (2012): Előadás a Vidékfejlesztési Minisztérium Környezetügyért Felelős Államtitkárságának; 2012. 03. 06-i évindító államtitkári értekezleten, 11:55–12:10.
- ORLOV, Vladimir A. (2014): What is Nuclear Trafficking? *IAEA Bulletin*, Vol. 48, No. 1.
- PELLÉRDI Rezső (2007): *Korunk kockázata: a nukleáris terrorizmus*. Tavasz Szél, Konferencia Kiadvány 2007. Társadalomtudományok.

Internetes források

- 37 éve robbant fel a sajobábonyi TNT gyár.* (2016) Faktor. Elérhető: <http://faktor.hu/faktor-sajobabony-tnt-robbanas> (A letöltés dátuma: 2019. 01. 18.)
- A nukleáris veszély fogalma. Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság. Elérhető: www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=lakosság_kattipus_nuklearis_baleset (A letöltés dátuma: 2018. 01. 16.)
- Goiania Nuclear Accident. Elérhető: www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/pub815_web.pdf (A letöltés dátuma: 2019. 01. 18.)
- HOFFMANN Imre – LÉVAI Zoltán – KÁTAI-URBÁN Lajos – VASS Gyula (é. n.): *Iparbiztonság Magyarországon*. Elérhető: www.vedelem.hu/letoltes/anyagok/549-dr-hoffmann-imre-dr-levai-zoltan-dr-katai-urban-lajos-dr-vass-gyula.pdf (A letöltés dátuma: 2019. 01. 19.)
- JUHÁSZ-LÉHI István (2016): *1979. június 1., péntek – Amikor feketébe öltözött Sajóbáony*. Elérhető: www.boon.hu/1979-junius-1-amikor-feketebe-oltozott-sajobabony/3077799 (A letöltés dátuma: 2019. 01. 19.)
- Katasztrófatípusok – Terrortámadás. Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság. Elérhető: http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=lakosság_kattipus_terrortamadas (A letöltés dátuma: 2019. 01. 20.)
- Ma 15 éve történt a legsúlyosabb paksi üzemzavar, azóta is sok a nyitott kérdés.* HVG, 2018. 04. 11. Elérhető: https://hvg.hu/gazdasag/20180411_Ma_15_eve_tortent_a_legsulyosabb_paksi_uzemzavar_azota_is_sok_a_nyitott_kerdes (A letöltés dátuma: 2019. 01. 16.)
- Magyarország jelenleg működő veszélyes ipari üzei. Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság. Elérhető: www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=seveso_vuzem_index (A letöltés dátuma: 2019. 01. 12.)
- Nemzetközi Nukleáris és Radiológiai Esemény Skála (röviden: INES-skála). Országos Atomenergia Hivatal. Elérhető: www.haea.gov.hu/web/v3/OAHPortal.nsf/web?openagent&menu=02&submenu=2_6_1 (A letöltés dátuma: 2019. 01. 16.)
- SEVESO Eredmények 2016. Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság. Elérhető: www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=seveso_eredmenyek_reszletek&ev=2016 (A letöltés dátuma: 2019. 01. 13.)
- Üzemzavar a paksi atomerőműben.* Index, 2009. 05. 05. Elérhető: https://index.hu/belfold/2009/05/05/baleset_a_paksi_atomeromuben/ (A letöltés dátuma: 2019. 01. 17.)

Jogforrások

2011. évi CXCVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról 2012/18/EU (Seveso III.) Irányelv az Európai Parlament és a Tanács a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek veszélyének kezeléséről, valamint a 96/82/EK tanácsi irányelv módosításáról és későbbi hatályon kívül helyezéséről
- 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről