


# A városi kutató-mentő csapatok vegyi, biológiai, radiológiai és nukleáris (CBRN) hatások elleni egyéni védelmének jelentősége katasztrófa-segítségnyújtások során

## The importance of health protection of USAR team members from CBRN effects during disaster relief

Ondrejcsik László t. alezredes  
iparbiztonsági felügyelő

Békés Vármegyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság Szeghalmi Katasztrófavédelmi Kirendeltség

Email: laszlo.ondrejcsik@katved.gov.hu

ORCID: 0009-0008-0115-004X 

### Absztrakt:

Napjainkban a katasztrófák következtében kialakuló vegyi, biológiai, radiológiai és nukleáris (CBRN) szennyezettségtől való fenyegetettség egyre inkább növekszik. Erre nemcsak a nehézipar technológiai fejlődése szolgál magyarázatként, hanem szoros összefüggés mutatkozik a korunkra egyre inkább szélesebb alkalmazási lehetőségeket magában rejtő, vegyi, biológiai és radiológiai anyagok szándékos felhasználását célzó fegyvergyártásban is.

Az eskaláló helyzetet kísérő lehetséges CBRN-esemény során kiemelten fontos a beavatkozó állomány megfelelő védelme az érintett lakosság számára nyújtott szakszerű támogatás biztosítása céljából.

A cikk célja, hogy rámutasson a CBRN eseményekkel járó humán és környezeti hatásokra, továbbá, hogy a városi kutató-mentő csapatok tagjai (USAR-team members) ezeket miként képesek kezelni, illetve egyes hatásait milyen eszközökkel tudják megelőzni egy katasztrófa-segítségnyújtás alkalmával.

**Kulcsszavak:** vegyi, biológiai, radiológiai, nukleáris esemény, CBRN, veszélyes anyag, városi kutató-mentő csapat, kutató-mentő csapat, radiológiai incidens.

### Abstract:

The threat level of chemical, biological, radiological and nuclear (CBRN) contamination as a result of calamities is increasing nowadays. The explanation of this trend is related not only to the wide spread of chemical, biological and radiological industries, but also to the broaden possibilities of deliberate usage of chemical, biological and radiological materials as a weapons.

The adequate and appropriate protection of the USAR-teams in case of CBRN event is of utmost importance for the medical support to the affected population.

The aim of this article is to represent the importance the of CBRN event's damaging effects on mankind and environment during escalating disasters, furthermore how USAR-team members can be able to handle these situations and by what kind of means can be used to prevent some of its effects during disaster relief. [1:113]

**Keywords:** chemical, biological, radiological, nuclear effect, CBRN, HAZMAT, USAR-team, SAR-team, radiological incident.

Az Európai Bizottság által kiadott szöveget alapján a CBRN<sup>1</sup>-katasztrófa egy olyan vegyi, biológiai, radiológiai vagy nukleáris esemény, amelyben a – szándékos vagy véletlen módon – kiszabaduló veszélyes anyag, disszemináció útján illetve hatásai révén a társadalomban kárt okozhat. Bár ez a definíció nem tesz lényeges különbséget a veszélyes anyagokkal kapcsolatos incidensek (HAZMAT<sup>2</sup> incident) és CBRN-események között, egyes szakirodalmakban az adott káresemény mértéke (kiterjedése), és kiváltó oka (szándékos vagy balesetszerű) mentén mégis elkülöníti egymástól a kettőt. Ennek mentén haladva CBRN-katasztrófák általában súlyosabb következményekkel járó események, amelyek kialakulásában direkt ártó szándékú érdekeket, illetve veszélyesebb ágensek jelenlétét kell feltételezni (például terrorcselekmény, tömegpusztító fegyver használata). Az okfejtésből továbbá az is következtethető, hogy a CBRN-ágensek listája eltér a hagyományos értelemben vett, "csupán" jogszabályi értelemben vett veszélyes anyagoktól. Utóbbiakat széles körű nemzetközi, továbbá nemzeti szintű, harmonizált jogszabályi keretrendszer szabályozza, osztályozás, előállítás, szállítás, valamint tárolás vonatkozásában. Előbbiek viszont ezeken túlmenően több esetben előállítást tiltó rendelkezések hatálya alá is eshetnek. A legtöbb magas esethalálzási rátával jellemezhető, illetve egyéb, a bevetési célhoz igazított specifikus hatásmechanizmusú vegyi anyag, valamint a hasonlóképpen potens kórokozók és toxinjaik vegyi, illetve biológiai fegyverként definiálhatók. Sugárzó anyagok esetében a rendszerezés, elkülönítés alapja a radioaktív tulajdonság mellett a nukleáris létesítményekben, illetve nukleáris fegyverekben történő felhasználási lehetőség (nukleáris ágens), valamint az ettől eltérő célú alkalmazási terület (például egészségügyben, radiológiai ágens). [2:69]

A CBRN-ágensek egyre nagyobb jelentőségű károsító tényezők a mai világban. Nem túlzás kijelenteni, hogy a katasztrófák következtében kialakuló CBRN-szennyezettség fenyegetettsége növekvő tendenciát mutat. Ennek a tendenciának a magyarázata nemcsak a vegyipari vagy a biológiai és radiológiai kutatások vezette iparágakban keresendő. A mérleg nyelve egyre inkább elmozdult az egyes országok fegyvergyártóinak a külön erre irányuló szándéka által vezérelt elve alapján a gyártás során vegyi, biológiai vagy akár radiológiai anyagok alkalmazási lehetőségeire is (Nuclear, Biological and Chemical Weapons (NBCW)). Kezdetektől fogva komoly nemzetközi érdekek irányulnak az NBCW szabályozására vonatkozólag. Az országok közötti megállapodások célja, hogy a kockázatot jelentő, tömegpusztító fegyverek – mint vegyi vagy biológiai anyagokat tartalmazó fegyverek – az egyes államok arzenáljában alapvetően ne létezzenek. Ezt olyan bizalomépítő és kockázatcsökkentő intézkedésekkel lehet elérni, hogy az országok erre (azaz fegyvergyártásra) irányuló kutatás-fejlesztése az információk egyes államok közti megosztásával, összegyűjtésével történjen. A közelmúlt eseményeiből kiindulva sajnos a világ egy egyre terjedő potenciális NBCW fenyegetettséggel néz szembe – nevezetesen a terrorizmussal. A migrációt látva kijelenthető, hogy nincs olyan ország, amely terrorveszélytől mentesnek nyilváníthatja magát. [1:113]

Az Európai Unió ezek érdekében többször is cselekvési tervet dolgozott ki a vegyi, biológiai, radiológiai és nukleáris biztonsági kockázatokkal szembeni felkészültség fokozásáért. Célja, hogy csökkentse a CBRN anyagok hozzáférhetőségét, biztosítsa a CBRN-biztonságot fenyegető eseményekre való megfelelő felkészülést és erőteljes reagálási képességet, szilárdabb kapcsolatot építsen ki a vegyi, biológiai, radiológiai és nukleáris biztonság terén kulcsfontosságú regionális és nemzetközi uniós partnerekkel, valamint bővítse a CBRN-kockázatokkal kapcsolatos ismereteket. [3:1] Katasztrófa sújtotta területen a mentésre szoruló lakossághoz érkező mentőcsapatoknak minden esetben – a katasztrófa természete és típusa ellenére – rideg, puritán környezetben kell beavatkoznia.

<sup>1</sup> CBRN: Chemical, Biological, Radiological and Nuclear – Vegyi, biológiai, radiológiai és nukleáris.

<sup>2</sup> HAZMAT: Hazardous Material – veszélyes anyag.

A mentőcsapat alkalmazását tekintve a bevethetőség időintervalluma (időkerete), a kialakult és fennálló állapot, a helyzettel járó infrastruktúrákban bekövetkezett károk, a szakképzett erők helyi hiánya csak egy szelete a katasztrófa okozta helyzet teljességét tekintve. A beavatkozó egységeket, személyeket ugyanazok az egészségügyi veszélyek és károk érik, érhetik, mint a katasztrófa sújtotta területen élő civileket. A fentiekben említett CBRN fenyegetettség növekedése összességében tehát azt is eredményezi, hogy egy bekövetkező, nem kívánt esemény területén megnövekedett kockázattal kell számolni arra vonatkozóan, hogy az oda vezényelt SAR csapatoknak egy CBRN-szennyezett környezetben, területen kényszerülhetnek végrehajtani a kutatási-mentési feladataikat. Egy ilyen helyzetben nem elfogadható scenárió az, hogy a mentésre szakosodott és kivezényelt csapat – tagjai közül akár csak egy személy is – áldozatává váljon a környezeti CBRN-hatásnak, hiszen végeredményben nem maradna olyan szakképzett segítő személy, aki a rászoruló lakosság ellátását, segítségét végezné. [1:113-114]

## 2. A CBRN KÁROS HATÁSAI

Mind tervezési, mind reagálási szempontból sokkal hasznosabb lehet a CBRN fenyegetettségi környezetet elemezni az emberekre és a tulajdonra gyakorolt tényleges hatások szempontjából. Könnyebb több embert sérültként, betegként tervezni és kezelni, semmint inkább csak a vegyi anyagok által okozni képes káros hatásokat számításba venni. Hatékonyságát tekintve jobbnak bizonyulhat, ha az erőforrásokat és a szellemi tőkét egyetlen, de átfogó, a beteg, sérült, fertőzött emberek segítése céljából készített forgatókönyvre összpontosítjuk, mint sem, hogy valamennyi vegyi anyag tulajdonságát elemezve összevetjük azok együttes hatását. A mentésben résztvevőket a felkészülésükben és a beavatkozásuk során hozott döntéseikben jobban szolgálhatja az a módszer, ha a CBRN forgatókönyveknek a végkimenetelétől visszafelé haladva teszik meg a szükséges lépéseket. A létező számos CBRN forgatókönyvet tekintve – az USA-ban már a 2010-es években ez a szám 6000 körülire rúgott – egységesen megállapítható, hogy azok az alábbi néhány kategóriájú káros kimenetellel bírnak. Ezek a:

- halál (azonnali vagy késleltetett),
- sérülés és betegség (azonnali vagy késleltetett),
- pszichológiai/pszichikai (pszichoszomatikus) és szociális hatás (azonnali vagy késleltetett),
- vagyoni kár,
- környezeti kár,
- gazdasági kár,
- politikai kár.

### 2.1 Halál

Sugárzó anyagok a betegségtől vagy a sérüléstől függően azonnali vagy időben elhúzódó halált okozhatnak az embereknél. A katasztrófa sújtotta területeken operatív kényszer, hogy a halálozásokat csökkentsék vagy megszüntessék. Fontos megjegyezni, hogy a legtöbb ilyen anyagnak nincs potenciálisan azonnali halált okozó hatása. A modern időkben bekövetkezett csekély számú, e fajta terrorcselekmény közül is csak néhány okozott azonnali elhalálozást. Még a leggyorsabb lefolyású biológiai fegyverek is csak órákkal vagy napokkal az expozíció után okoznak halált. A radioaktív anyagot tartalmazó "piszkos bomba" is csak valószínűleg a robbanással együtt járó disszemináció révén követel halálos áldozatokat. Számos, a hadviselés során alkalmazott vegyszer – azaz vegyi fegyver (chemical-warfare agents, CWAs – CWA-k) – elméletileg képes gyorsan végezni az expozíciónak kitett személyekkel, de a terepi körülmények változásai – mint pl. egy ipari baleset vagy természeti tényező kedvezőtlen változása – ritkán összpontosul halálos koncentrációban az adott vegyület. (Megjegyzendő, hogy ilyen esetben még a leghalálosabb vegyi fegyverek, mint például a mustárgáz és a foszgén is csak késleltetett halált okoznának.)

## 2.2 Sérülés és megbetegedés

Az ebbe a kategóriába tartozó események, kimenetek már fontosabb tervezési szempontot igényelnek. A CWA-k túlnyomó többsége sokkal nagyobb mértékben okoznak betegséget, sérüléseket, sebesüléseket vagy bénulásokat, mint sem hogy halálos kimenetelűek legyenek. A biológiai hadviselési anyagokat, baktériumokat és toxinokat úgy fejlesztették ki, hogy elsődlegesen betegséget okozzanak, így megfertőzve a célzott populációt. Egy olyan esemény során, ahol ilyen fajta szer hatásával kell számolni, figyelembe kell venni, hogy magának a szer kifejlesztésének a fő szempontja elsősorban, hogy ne azonnali halált okozzon, hisz nem ez a cél egy mikroorganizmus hatásmechanizmusánál. A cél mindinkább az, hogy alkalmazása esetén a célzónában inkább pánikot és zavart keltsen, ami így közvetetten majd szintén a civilek további sérüléseihez vezethet (pl. zavargások útján). Nem elhanyagolandó, hogy CBRN/HAZMAT fenyegetéssel bíró anyagok közül szintén kevés okoz azonnali sérülést vagy betegséget. Sok anyagnak vannak látens periódusai (lappangási időszakai), mivel a hatásmechanizmusuk végbemenetele időigényes. A legtöbb elképzelhető sugárterhelési scénárióban a sugárbetegség és tüneteinek jelentkezése, kialakulása szintén hosszú ideig tart. Ezek akár éveket is jelenthetnek anélkül, hogy ténylegesen tüneti jelek mutatkoznának. A maroknyi gyorsan ható méregtől eltekintve a biológiai hadviselési szerek általában késleltetett hatást fejtenek ki, mivel szintén van lappangási idejük. A foszgén például egy rendkívül veszélyes vegyipari és hadipari anyag, de károsító hatása ennek is csak több óra múlva jelentkezik.

## 2.3 Pszichológiai/pszichikai (pszichoszomatikus) és szociális hatás

A CBRN/HAZMAT anyagoknak és vegyületeknek a pszichológiai, szociális, érzelmi hatásait eleinte kevésbé tanulmányozták, de mára nyilvánvalóvá vált, hogy ezek kapcsán igenis meghatározó tényezőkről beszélünk. Általános érvénnyel kijelenthető, hogy az ember érzelmi szintjén kifejtett inger sokkal számottevőbb befolyással bír, mint akár egy általános értelemben vett pszichológiai károsító impulzus. Különösen "jó" példa erre a CBRN fenyegetettség, hisz ezt fizikai valójában az emberek nem képesek látni, így az sokkal nagyobb mértékű félelmet és szorongást vált ki, mint egy ismert, tisztán látható veszély. A félelem pedig a legragályosabb kór. Emellett persze fennállnak a pszichoszomatikus tünetek kialakulásának lehetőségei is, ahol a félelem és a szorongás fizikai tüneteket idézhet elő, de közel sem úgy, mint az egyes fertőzések okozta betegségek esetén. Gondolhatunk itt arra, hogy a káros hatásoknak való kitettség tüneteit más körülmények között szimpla hétköznapi betegség jeleinek tudják be, összetévesztve őket egymással. A hányingerben szenvedők például könnyen hihetik, hogy nem akut sugárbetegséggel, csupán egyszerű rosszulléttel küzdenek. De elképzelhető, hogy aki lépfene (anthrax) áldozata, az a betegség első szakaszában produkált tüneteket csak egy légúti fertőzésnek tudja be.

## 2.4 Vagyoni kár

Szinte kivétel nélkül mindegyik CBRN forgatókönyvre igaz, hogy egy ilyen esemény során a környező tárgyi és anyagi javak a hatásmechanizmusnak betudhatóan rendeltetésszerű használatra már a továbbiakban nem alkalmasak. Néha viszont nem szükséges tényleges szennyeződés ahhoz, hogy az emberek elhiggyék, az jelen van. Elég, ha az emberek csak úgy gondolják, hogy az a terület vagy az az épület továbbra is veszélyt jelent, és akkor már képesek akár a megélhetésüket, munkájukat is korlátozni azzal, hogy kivonják működésüket ezekről a részokról. Ezt a fajta pszichológiai hatást viszont sokkal nehezebb megszüntetni, mint bármely fizikai szennyeződést. Az pedig, ha egy kulturális, vallási szempontból kiemelkedő jelentőséggel bíró helyszínen történik egy ilyen eset, az eszmei károk nagyobb méreteket ölthetnek az anyagi kárhoz képest.

## 2.5 Környezeti kár

A CBRN/HAZMAT anyagok túlnyomó többsége a világ összes országában nemzetközi és nemzeti jogszabályok által környezetre veszélyes anyagoknak vannak minősítve. Az ilyen anyagok elterjedésének rendkívül hosszú környezeti hatása van, akár évtizedekig is fennálló problémákat okozhatnak. Az anthrax vagy például a sugárterhelés az anyagi, dologi javakban okozott károkhoz hasonlóan szintén téves megítélést válthatnak ki. Könnyen feltételezhetik az emberek, hogy még mindig van okuk félni, hiszen beidegződéssé vált náluk az egykori esemény okozta hatás és ideje múltán is azt feltételezik, hogy a veszély még jóval azután is jelen van, hogy a kórokozók elpusztultak vagy a teljes mentesítést elvégezték.

## 2.6 Gazdasági károk

A CBRN és HAZMAT balesetek egyaránt hatalmas gazdasági károkat okoznak. A katasztrófák okozta helyzetek kezelése, a reagálás rengeteg pénzbe kerül. Egy hagyományosabb értelemben vett káresemény (tűzeset) gazdasági kára viszonylag jól meghatározható, míg a CBRN incidenseknek a közvetett költségei nagymértékben meghaladják a közvetlen költségeket. Például egy ingatlan megsemmisülése, majd az azt követő újjáépítése, vagy egy megrongálódott ingatlan használható állapotba hozása nagy erőfeszítéseket és nagy költségeket jelent, de ehhez képest a teljes helyreállítással kapcsolatos munkálatok, különösen a talaj-dekontamináció, talajcsere, haszonállatok újranevelése, infrastruktúra újjáépítése nagyon hosszú időt és rengeteg anyagi erőforrást igényelnek. Ezek pedig mind együtt járnak az időközbeni termelés-, bevételkieséssel, de akár az anyagi csökkeléssel is. Olyan állami intézkedések is szükségesek lehetnek, mint épületek vagy akár városok elszigetelése vagy kitelepítése (bizonyos időre), ami szintén kedvezőtlenül hat és nagy terhet ró a gazdaságra.

## 2.7 Politika károk

A CBRN/HAZMAT incidensek a politikai hatásukat tekintve visszafordíthatatlan eseményeket idézhetnek elő. A civil vezetők presztízsét és tekintélyét illetően elég csak a fukusimai nukleáris katasztrófára tekintenünk, hogy megértsük, ezeknek az eseményeknek milyen széleskörű politikai következményei lehetnek. Minden állam fundamentális elve állampolgárainak a védelme. Egy jelentős (vallási, sport, kulturális, stb.) esemény CBRN/HAZMAT incidens miatti halasztása vagy törlése komoly politikai következményekkel járhat. Legfőbb kérdés talán az, hogy az emberek államba vetett bizalma milyen mértékben képes csorbulni egy szándékos vagy véletlen, CBRN/HAZMAT anyag szabadba kerülésével járó – és eszkalálódó – esemény kapcsán, hiszen ez többek közt azt is magával hozza, hogy az állam tulajdonképpen nem teljesítette a lakosság védelmére vonatkozó kötelezettségét. [4:7-10]

## 3. Múltidéző kitekintések

A modern korban történt események bizonyítékkal szolgálnak abban, hogy tisztán lássuk, a CBRN incidensek és azok súlyos következményei sajnos nem ismeretlenek számunkra. Számos olyan eset történt csupán az elmúlt pár évtizedet tekintve, amelyek örökre beírták magukat az emberiség történelmébe. Az alábbi pontokban lévő események nem feltétlen ismeretlenek az olvasó számára. Ezek a rövid összefoglalók viszont elengedhetetlenek a téma szempontjából, hiszen kellő módon rámutatnak arra, hogy egy CBRN katasztrófa milyen mértékben képes befolyásolni az élő és élettelen környezetet, az ott élő lakosságot és embert, mint érző individuumot, egészségi, pszichológiai, pszichoszomatikus téren kifejtve hatását. A teljesség igénye nélkül prezentálva ezeket a katasztrófákat gondolati rávezetést kínálok arra, hogy egy mentőbeavatkozó állománynak mégis milyen elsődleges status quo-val kellhet számolnia.

### 3.1 Seveso

1976-ot írunk. Feljegyzések szerint egy július közepi hőségben Milánótól északra, Meda városában egy farmer azt vette észre, hogy a macskája összeesett a kertjében. Miután az nem mozdult, úgy döntött, elhantolja. Amikor megérintette a testet, a macska farka leesett. 4 nappal később a környékbeli lakók furcsa tünetekre kezdtek panaszkodni. A szakemberek úgy gondolták, a szerencsétlenül járt macska teteme segíthet kideríteni, pontosan mivel állnak szemben. Viszont ekkorra azonban már csak az állat koponyáját találták meg... és ez csak egy volt a sevesói katasztrófát övező események közül. A Hoffmann La Roche Givaudan sevesói gyára 1971-ben kezdett dioxint gyártani. A dioxint ekkoriban növényvédőszerként használták, de a vietnámi háborúban az USA harci gázként is bevetette. A gyár számos helyi lakosnak adott munkát, ellenben az üzemet igyekeztek a lehető legtakarékosabban megépíteni. A tulajdonosok emiatt sok biztonsági intézkedésről le is mondtak. A dioxin gyártásához egy nagy hőleadással járó kémiai reakcióra is szükség volt. A tartályt, ahol a reakció végbement hűteni kellett. Végzetes hibának minősült, hogy a tartály védelmének érdekében nem készült sem kármentő, sem automatizált hűtőrendszer, illetve más egyéb biztonsági berendezés sem. Továbbá a vállalat nem dolgozott ki veszélyhelyzeti tervet egy esetleges katasztrófa bekövetkezésének kezelésére. További feljegyzések szerint 1976. július 9-én a gyárban dolgozó technikusok már 10 órás késésben voltak egy adag vegyszer elkészítésével. Félig megtöltötték a tárolótartályt, de felsőbb utasításra be kellett fejezniük a munkát, mert a hétvégére a gyárat leállították. Az edény viszont félig megtöltött állapotban maradt.

Ennek a konkrét munkahelyi mulasztásnak az okán a tárolóban maradt anyagok reakcióba léptek egymással, elindult a hőtermelés, és a nyomás növekedni kezdett az edényben, ami végül robbanáshoz vezetett. Mivel a tartályt nem látták el automatikus hűtőberendezéssel vagy érzékelővel, a problémára már csak akkor derült fény, amikor az egyik, az üzem területén tartózkodó alkalmazott észlelte, hogy a gyár egyik kéményéből pirosas, rózsaszínű füst szivárog. A helyzetet ugyan azonnal jelezte, de a beavatkozás egy ideig váratott magára. Mivel, ahogy említettem, nem volt semmilyen biztonsági berendezés (automata vészleállító vagy telepített hűtőrendszer), teljes mértékben manuálisan kellett beavatkozni. A gyárnak mivel nem volt veszélyhelyzeti protokollja, pillanatokon belül eluralkodott a káosz. A folyamatot végül sikerült megállítani, de a rózsaszínes felhővel együtt kikerült 1 kg – más források szerint 2 kg – dioxint<sup>3</sup> a szél a közeli Seveso település felé fújta.

Következő súlyos probléma, hogy a vállalat a baleset után csak 6 nappal értesítette az illetékes hatóságokat. Ekkor jelezték, hogy kisebb mennyiségű dioxin kerülhetett a levegőbe, így arra kérték a lakosságot, ne engedjék ki a szabadba az állataikat és ne fogyasszák el a helyben termelt élelmiszert. A gyárvezetőség csak ezután hívott össze egy válságértekezletet és ugyan már ismerték a helyzet kapcsán végzett vizsgálati eredményeket, de a nyilvánosság elől ezeket a valós adatokat eltitkolták. A balesetet elhúzódó szakértői vizsgálat követte, mely után már csekély esély maradt a károk elhárítására. A balesetet követően a kistestű állatok tetemes része azonnal elpusztult. Hamarosan a gyermekkorúak kezdtek el az eddigiekhez képest szokatlan tüneteket produkálni. Többen panaszkodtak légzési nehézségekre, bedagadt szemekre, égéshez hasonló tünetekre és klóráknéra (klorid okozta bőrelváltozásra), főleg az arcon, nyakon és hónaljban. Összesen 37 ezer embert érintett a szerencsétlenség, a legveszélyeztetettebb területeken pedig 11 ezer lakosnak kellett elhagynia az otthonát. A mérgezés miatt közel 100 ezer állat pusztult el, nagy kiterjedésben termőterületek váltak használhatatlanná. A rendkívüli esemény közvetlenül emberéletet nem követelt, ellenben a katasztrófa egészségügyi következményeit mind a mai napig nem sikerült pontosítani.

---

<sup>3</sup> A dioxin veszélyességét az is jelzi, hogy néhány mikrogrammnyi mennyiségben is halálos mérgezést okoz.

A mérgezés tüneteiként 193 – főleg gyermek – arcát és testét borította el klór-aknés fertőzés, 447 embernek a bőrét kimarta a dioxin. A későbbiek során anyagcserezavarok, genetikai ártalmak léptek fel, ugrásszerűen megnövekedett a fejlődési rendellenességgel született gyermekek száma, és a spontán vetéléseké (20%-kal). Két hét után a hadsereg is megkezdte a kárelhárítási és mentési műveleteket. A város lakóházait lerombolták, a szennyezett füves és fás területeket eltávolították. A legveszélyeztetettebb helyeken a talaj felszíni rétegét is kitermelték és veszélyeshulladék-lerakóba helyezték – olyan lerakókba, amelyeket egyéb iránt nukleáris hulladékok tárolására terveztek. A közvetlen anyagi kárt 27, a terület teljes talajcseréjének költségét 121 milliárd lírara becsülték<sup>4</sup>. 1976. július 18-án a gyárat bezárták. Az esetet egy hétéves szakértői vizsgálat és egy féléves bírósági tárgyalás követte. A gyár (Icmesa Chemical Company (IT)) 5 vezetőjét 2 és fél évtől 5 évig terjedő börtönbüntetéssel sújtották. A Givaudan-konzern mintegy 200 károsultnak 200 milliárd lírát fizetett kártérítésként. 637 személyt evakuáltak a legsúlyosabban érintett területekről (ez 53,8 hektárt foglalt magába), az érintett családok közül az elsők csak 1977 szeptemberében térhettek vissza otthonukba. A katasztrófa nyomán az Európai Unió kidolgozta és elfogadta a Seveso irányelveket<sup>5</sup>. Ezeknek alapvető célja az egyes veszélyes ipari tevékenységekből eredő súlyos balesetek megelőzése, azoknak az emberi egészségre és a környezetre gyakorolt hatásai következményeinek csökkentése, korlátozása. Továbbá cél, hogy megoldással szolgáljon arra, hogy az egyes országok miként hangolják össze egymással azon kárelhárítási feladatokat, amik az országhatárokat átlépő katasztrófák elhárításakor szükségesek. Magyarországon ezen szabályozás 2002 óta van érvényben. [7:1, 8:1]

### 3.2 Bhopal

1984. december 2-áról 3-ára virradóra, a megközelítőleg 800 ezer fős lakosságú indiai Bhopal városa mellett az emberiség eddigi történetének egyik legsúlyosabb vegyi, ipari katasztrófája zajlott le. A Union Carbide India Limited (UCIL) vállalat peszticideket gyártó üzemében bekövetkezett szivárgás során megközelítőleg 40 t gáz halmazállapotú metil-izocianát (MIC) került a környezetbe. A baleset körülményeit a mai napig nem tisztázták teljesen, azonban feltételezhető, hogy a részben egyáltalán nem működő, részben nem megfelelően üzemeltetett biztosító rendszerek, valamint a hanyagul betartott biztonsági előírások jelentősen hozzájárultak a tragédia kialakulásához. A baleset bekövetkezte után néhány órával emlősök és madarak tetemei hevertek az utcákon; a különböző becslések szerint 2500–20 000 ember vesztette életét, többségük a szivárgást követő 24–48 órán belül, az áldozatok kisebb hányada a mérgezés hosszú távú szövődményeinek következtében, valamint legalább 200 ezer ember került kisebb nagyobb dózisban kontaktusba a mérgező anyaggal. A metil-izocianát, amely a fő toxikus vegyület volt a bhopali tragédia kialakításában, az izocianát vegyületek családjába tartozó, nagy reaktivitású, szobahőmérsékleten színtelen folyadék. Amennyiben jelentősebb mennyiségű vízzel találkozik, heves exoterm reakció játszódik le, aminek fontos szerepe volt a katasztrófa lefolyásában, hiszen a nagy nyomással bíró tartályból kiszabaduló metil-izocianát gáznemű halmazállapotban szóródhatott a környezetbe.

A vegyület pontos toxikológiai tulajdonságairól a katasztrófa bekövetkezte előtt rendkívül limitált adatok álltak csupán rendelkezésre. A bhopali incidens első napjaiban is sokan úgy vélték, hogy valójában hidrogén-cianid (HCN) felelős a mérgezésekért. A halálos áldozatok kórboncolása során valóban találtak hidrogén-cianid-mérgezésre jellegzetes elváltozásokat, azonban a tünetek megjelenéséig eltelt hosszabb időtartam, a mérgezés lefolyása, valamint a HCN adekvát antidótumaként (ellenszereként) ismert nátrium-tioszulfát ineffektív, eredménytelen terápiás hatása végül a metil-izocianát irányába terelte patomechanizmus<sup>6</sup> szintjén is a kutatók figyelmét.

<sup>4</sup> Az olasz líra (ITL) 1976. július 7-i árfolyama: 1000 ITL = 49,52 HUF. [5:1]

<sup>5</sup> Seveso III irányelv – Az Európai Parlament és a Tanács 2012/18/EU IRÁNYELVE (2012. július 4.) a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek veszélyének kezeléséről, valamint a 96/82/EK tanácsi irányelv módosításáról és későbbi hatályon kívül helyezéséről (EGT-vonatkozású szöveg). [6:1]

<sup>6</sup> Egy adott betegség kialakulásának, kifejlődésének folyamata.



A vegyület állatkísérletes körülmények között végzett vizsgálatainak eredményei jól korreláltak a bhopali incidens kapcsán az emberekben megfigyelt tünetekkel. A halálhoz vezető patomechanizmus elsősorban a légzőszervek érintettségével valósult meg: heveny légcső-, hörgőgyulladás, a lég hólyagokban tüdőviznyő, bevérzések, hámsejtréteg-leválás, hyalin-membrán-képződés<sup>7</sup> dominált. Az incidens után hónapokkal, évekkel bekövetkezett halálesetek boncolási eredményei szintén késői diffúz alveoláris károsodás<sup>8</sup>, tüdőhegesedés jeleit mutatták. Utóbbi elváltozások érdekes módon a jelenleg zajló SARS-CoV-2-pandémia kapcsán, Covid-19-betegség vonatkozásában is relatíve jellegzetes eltérések. A metil-izocianát a növényvilágot sem kímélte, fajspecifikus módon idézett elő szabad szemmel is látható (például levelek elvesztése, nekrozis, megállt növekedés), illetve genetikai szinten észlelhető elváltozásokat.

### 3.3 Csernobil

1986. április 26-án a csernobili atomerőmű 4-es számú reaktorában, egy kísérletet követően robbanás következett be. A baleset, amelynek létrejöttében emberi mulasztás mellett a reaktor tervezési sajátosságai is szerepet játszhattak, a legsúlyosabb eddigi, nukleáris erőműben bekövetkezett tragédiává vált. A robbanás okozta traumás sérülésekben ketten vesztették életüket, a megnyíló reaktormagból nagy mennyiségben levegőbe kerülő radioaktív anyagok kilométerekig szennyezték be a környezetet. A következő tíz napban a reaktor mintegy 30 kilométeres körzetét kellett evakuálni, amit később szükségessé vált tovább bővíteni, összesen 350 ezer ember kényszerült elhagyni lakhelyét. A helyszínre érkező tűzoltók, illetve a katasztrófát kontrollálni próbáló erőművi dolgozók közül további 28 fő vesztette életét a következő hónapokban heveny sugárbetegség következtében. A hosszú távú humán-egészségügyi következményekről megoszlanak a vélemények; összességében megközelítőleg 4000 haláleset hozható közvetlenül összefüggésbe az incidenssel. A csernobili atomerőmű-baleset során többféle radioaktív anyag szóródott szét a környezetben. A szennyezés szempontjából legjelentősebbek a volatilis (változó), rövid, illetve közepes felezési idejű radionuklidok voltak, ezek közül a béta- és gamma-sugárzó <sup>137</sup>Cs, <sup>131</sup>I emelendő ki. Hosszabb felezési idejű nukleáris üzemanyag (például plutónium) lényegesen kisebb mennyiségben került csak a környezetbe. A reaktor felrobbanását követő megközelítőleg tíz napban szóródott szét a legtöbb radioaktív matéria, amelyek egy része kisebb nagyobb darabokban az erőmű közvetlen környezetét szennyezte be, jelentős hányaduk azonban a levegőbe kerülve és a széljárásnak megfelelően utazva, később eső formájában hullott vissza a földre. A kontamináció szempontjából legsúlyosabban érintett területek a korábbi Szovjetunió három tagállamában, Ukrajnában, Fehéroroszországban és Oroszországban lelhetők fel, azonban a katasztrófa során levegőbe jutott radionuklidok jelenlétét az egész északi féltekén mérni lehetett.

Humán-egészségügyi vonatkozásban érdemes a rövid, illetve hosszú távú egészségkárosodásokat külön tárgyalni. Rövidtávon az elnyelt, küszöbértéket meghaladó dózis alapján, determinisztikus sugárhatás révén kialakult heveny sugárbetegség volt a legfontosabb klinikai elváltozás. Ebben a különböző sejtek, sugárérzékenységüknek megfelelő pusztulása, illetve a szövetelhalás következtében fellépő szövődmények, szervelegteleniségek dominálnak. Általánosságban elmondható, hogy a magas mitotikus aktivitású szövetek (például nyálkahártya, bőr, vérképző rendszer)<sup>9</sup> kevésbé állnak ellen sugárbehatásnak; ebből fakadóan a tünetek is e szenzitív szövetek, szervek vonatkozásában a legkifejezettebbek. Példaként említhető a vérképző rendszer károsodása esetén fellépő fehérvérsejthiány, vérzékenység, továbbá a gyengeség, fáradékonyság, hányás, hasmenés, hajhullás.

<sup>7</sup> Felületaktív anyag ("surfactant") hiánya következtében kialakuló tünetegyüttes, mely klinikailag légzészavar formájában jelentkezik koraszülöttekben.

<sup>8</sup> Diffúz alveoláris károsodás (DAD): súlyos és életveszélyes akut tüdőszérülés. A DAD-t az akut légzési distressz szindrómában (ARDS) észlelik, a következő súlyos tünetekkel: súlyos légszomj, alacsony véroxigénszint, a tüdő légterében felgyülemelő folyadék.

<sup>9</sup> Mítózis: az a folyamat, mely során a sejt két egyenlő utódsejtbe választja megkettőződött genomját.



A hosszú távú, sztochasztikus sugárhatások nem köthetők küszöbértékhez, azonban az elnyelt dózis mértéke befolyásolja a betegségek megjelenési valószínűségét. Idesorolhatók a "repair" mechanizmusok által ki nem javított genetikai mutációk következtében megjelenő daganatos vagy egyéb öröklődő elváltozások. A <sup>131</sup>I radionuklid kapcsán, amely a szennyezett talajról, növényzetről tehenek szervezetébe jutva a tehéntejben koncentrált, majd került emberek szervezetébe, bebizonyosodott, hogy nagymértékben hozzájárult a csernobili katasztrófa után megfigyelt, emelkedett esetszámokban megjelenő rosszindulatú pajzsmirigydaganatok kialakulásához. Bár e daganatok többsége időben diagnosztizálva 90% feletti gyógyulási rátával volt jellemezhető, mintázatukban, klinikai viselkedésükben mégis eltértek a nem sugárhatáshoz köthető esetektől. Az állatokat, növényeket ért radioaktivitás 80%-a a katasztrófa első három hónapjában zajlott le, 95%-ban béta-sugárzás mediált formában. Az állatvilágot mind a szárazföldi, mind vízi élőlények esetén érintette az incidens. A különböző állatfajok specifikus szenzitivitásuk, valamint az elnyelt dózis függvényében károsodtak; leginkább az emlősök, madarak, halak reagáltak érzékenyen. A heveny sugárbetegség mellett a krónikus, emelkedett háttérsugárzás következtében egyes fajok esetében termékenységszökkenést figyeltek meg. A katasztrófa után a haszon-, illetve háziállatok egy részét a lakossággal együtt evakuálták, azonban nagy részüket ezt követően is, hasonlóan a hátrahagyott állományhoz, terminálták. A növények közül a magasabb rendű, fás szárú növények bizonyultak a legszenzitívebbnek. A reaktorhoz közel elhelyezkedő területeken a nagy mennyiségben kiszabaduló volatilis radionuklidok jellegzetes pusztítást hoztak létre a környező fenyőerdőben, amelyben az elhalt, vörösesbarna színt öltő fák után a Vörös-erdő nevet kapta a terület. A rövid féleletidővel jellemezhető radionuklidok által kibocsátott sugárzás csökkenésével, valamint az emberi civilizáció távozásával a természet fokozatosan visszahódította a területet; a sugárhatás szempontjából legérzékenyebbnek tekintett emlősök és madarak populációi is egyre növekvő számban képviseltetik magukat a zónában.

Az élettelen környezet vonatkozásában elmondható, hogy a katasztrófa kezdetén a legsúlyosabb szennyezést a rövid, mindössze nyolcnapos felezési idővel jellemezhető <sup>131</sup>I alakította ki, amelyről az évek alatt a hangsúly a 30 év felezési idővel bíró <sup>137</sup>Cs felé tolódott. A robbanást követően az élettelen környezet mindhárom fő komponense (litoszféra, hidroszféra, atmoszféra) kontaminálódott a reaktor közelében, valamint az atmoszférába került sugárzó anyagok több száz, illetve több ezer kilométeres távolságba is eljuthattak, mérhető, kimutatható sugárzást generálva. A talajszennyezés kapcsán a mezőgazdasági, élelmezési megfontolások mentén a hosszú távú, céziumizotópok talajból történő kivonását célzó intézkedéseket jelentős számban alkalmazták. A Dnyeper-folyó vízrendszerének vonatkozásában szintén ellenintézkedések sorát vezették be a víztisztaság helyreállítása érdekében.

### 3.4 Goiânia

1987 szeptemberében, a brazil Goiânia városában, egy elhagyatott klinikán kezdődött a civilizáció eddig ismert legsúlyosabb radiológiai incidense. Az épületben talált radioterápiás eszköz <sup>137</sup>Cs izotópját tartalmazó fémalkatrészt két férfi eltávolította, fémhulladékként történő értékesítés céljából. Szétszerelés közben a radionuklidot védő fémburkolaton ejtett lyukon át a benne található cézium-klorid só világító kék színétől vezérelve a materiát eltávolították, majd a jelenségtől megbabonázva több család tagjának eladták a rizsszem méretű radioaktív anyagdarabokat. Az incidensben összesen 250 fő szenvedett külső vagy belső kontaminációt, 49 személy kórházi ellátásra szorult, közülük 28 fő súlyos tünetekkel; a katasztrófa négy halálos áldozatot követelt.

A balesetben szerepet játszó radioaktív anyag a <sup>137</sup>-es tömegszámú cézium volt. Ezen izotóp valamivel több, mint 30 év felezési idővel jellemezhető, javarészt béta-sugárzás produkálása mellett bomlik, azonban átmeneti bomlásterméke, a bárium-<sup>137m</sup> erős gamma-sugárzó, aminek köszönhetően a <sup>137</sup>Cs mindkét sugárzástípussal képes károsítani környezetét. Emberi szervezetben megközelítőleg 110 nap a biológiai felezési ideje, ami berlini kék tartalmú gyógyszerrel 30 napra csökkenthető.

Az elhunytak post-mortem vizsgálata során heveny sugárbetegséggel összefüggésbe hozható vérzéses, illetve széptikus szövődményekre derült fény. Szintén determinisztikus sugárhatás jelenségeként többeknél bőrtünetek, vérképzőszervi eltérések, hányás, hasmenés jelentkezett. Késői egészségügyi szövődményként felmerült rosszindulatú emlődaganatok incidenciájának emelkedése, azonban e jelenséget nem sikerült egyértelműen összefüggésbe hozni a balesettel. A katasztrófa környezetre gyakorolt hatásainak enyhítése érdekében kiterjedt, 550 fő részvételével végrehajtott dekontaminációs műveletre került sor. A munkálatok sokszor mostoha időjárási körülmények között, heves esőzések közepette valósultak meg. A műveletek keretében 85 szennyezett lakóházat, 45 közterületi egységet tisztítottak meg. Több helyütt a talajt is el kellett távolítani, megakadályozandó a radionuklidok mélyebb rétegekbe, talajvízbe szivárgását, valamint állatokkal, emberekkel történő interakcióját. A dekontaminációs munkálatok javarészt 1987 karácsonyára befejeződtek.

### 3.5 H1N1

A biológiai ágensekhez köthető események abban az értelemben különleges helyet foglalnak el a CBRN-katasztrófák csoportjában, hogy nem csupán humán civilizációs tevékenységhez köthetően jöhetnek létre, hanem természetes úton, az emberi tényezőt mintegy „passzívan” magában foglalóan is kialakulhatnak, ahol az emberek csak elszenvedői, de nem közvetlen okozói a folyamatoknak. Természetesen emberi ténykedéshez köthetően is megjelenhetnek járványok, illetve balesetek, elég csak a II. világháború időszakában, Mandzsúriában állomásozó japán 731-es alakulat kórokozókval folytatott kísérleteire, vagy az 1979-ben Szverdlovszkban bekövetkezett, anthraxfertőzés miatt civil áldozatokkal járó balesetre gondolni. Az alábbi címben egy jól dokumentált, természetes járványt mutatok be, amely a 21. század első világvárványa volt, 2009–2010 között zajlott, több mint 214 országot, tengerentúli területet és közösséget érintően. A pandémia, amely a kutatási adatok alapján nagy valószínűséggel Mexikóból indult, az 1918-as spanyolnáthához hasonlóan a H1N1 altípusú influenza A vírushoz köthető. A járvány kapcsán 18449 laboratóriumi vizsgálattal megerősített halálesetet jelentettek, az áldozatok valós száma azonban a különböző becslések szerint 151700–575400 fő között lehetett. A szezonálisan megjelenő influenzajárványoktól eltérően a 2009-es pandémiában a 24 évnél fiatalabb felnőttek, gyermekek voltak a leginkább veszélyeztetettek.

A világvárvány létrehozásához szükséges tulajdonságokkal rendelkező influenza „A” vírus az Orthomyxoviridae családba tartozó, RNS-örökítőanyaggal jellemezhető kórokozó. Felszíni glikoproteinjeinek<sup>10</sup> tulajdonságai alapján (hemagglutinin, neuraminidáz) több altípusba sorolható, amelyek közül a 2009-es pandémiát egy H1N1 variáns okozta. Az influenzavírusok fertőzőképes, szezonális formájú megjelenését az úgynevezett antigénsodródás (antigenic drift) jelensége biztosítja. Ennek keretében a vírus felszíni glikoproteinjeit kódoló örökítőanyag replikáció közben kijavíthatatlan mutációkat szenved, emiatt a kórokozó antigén tulajdonsága módosul, a megfertőzött szervezet immunrendszere elől valamelyest elrejtőzni képessé válik. Fontos azonban leszögezni, hogy az emberi szervezet immunválasza influenza okozta vírusfertőzéssel szemben rendkívül összetett, ebből fakadóan az antigénsodródás által létrehozott eltérések nem okoznak teljes körű védtelenséget az infektált szervezet vonatkozásában. A ritkábban manifesztálódó antigéncusuzamlás (antigenic shift) ezzel szemben lényegesen nagyobb változásokat, tulajdonképpen új, harmadik vírustörzset hoz létre egy olyan gazdaszervezetben, amelyet két különböző másik vírustörzs egy időben fertőzött meg, lehetőséget teremtve a kórokozók közti géncserére, reasszortációra<sup>11</sup>. A 2009-es pandémiát egy humán, sertés és eurázsiai madár virális törzsekre jellemző génállományt is involváló, tripla genetikai reasszortáció manifesztálta. Az influenzavírus okozta tünetek emberben általában enyhék, döntően láz, száraz köhögés, orrfolyás,

<sup>10</sup> Glikoprotein vagy fehérjecukor: olyan fehérjék, melyekhez kovalens kötéssel szénhidrátokhoz kapcsolódnak.

<sup>11</sup> Génszegmens-csere.

fejfájás, gyengeség, fáradékonyság, izomfájdalom jelentkezik. Az esetek kisebb hányadában, fennálló alapbetegségeket súlyosbító szövődmények, bakteriális felülfertőződés, tüdőgyulladás alakulhat ki. Néhány betegben akár akkut légzési distressz-szindróma, diffúz alveoláris károsodás, illetve szepszis léphet fel, amelyek megjelenése esetén magas esethalálzási rátára lehet számítani. A különböző influenzavariánsok az emlősök (például sertés, macska, kutya) és madarak (például házityúk, kacska, pulyka) szervezetében is képesek lehetnek fertőzés létrehozására. Ezen esetek egy részében mindössze tünetmentes infekció lép fel, azonban enyhe, közepsúlyos vagy akár súlyos tünetek is megjelenhetnek, amelyek az állat halálához vezetnek. A kórokozó jelentette direkt károsodás mellett az állatvilág tagjait a humánegészségügyi érdekekből végzett, járványkontroll-intézkedésként végrehajtott szisztematikus leölés is fenyegetheti: a H1N1 pandémia kapcsán Egyiptomban 300 ezer sertést termináltak félve a járvány propagációjától (terjedésétől). Az influenzajárványok kialakulásában az élettelen környezet elemei is fontos szerepet játszanak. A cseppek formában, akár aeroszolként levegőbe, vízbe vagy valamely felületre kerülő kórokozó túlélőképessége nagyban függ a hőmérséklettől, a közeg pH-értékétől, sótartalmától, a páratartalomtól, napsugárzástól. [2:73-79] Megkérdőjelezhetetlen tény, hogy bármilyen CBRN-katasztrófáról is legyen szó, azok a környezetüket olyan komplex mértékben károsítják, hogy a hatásokkal szembeni, végeredményét tekintve költségghatékonyabb prevenciók tevékenység mind állami, mind helyi szinten is elengedhetetlenül szükségesek. Az ilyen megelőző intézkedéseket is tartalmazó forgatókönyvek kidolgozása és szükség szerinti végrehajtása mind a humán vonatkozású, mind a környezetkárosító formában jelentkező veszteségek és károk minimalizálásában segítséget jelenthetnek. Ez nem csak nemzeti, hanem nemzetközi szinten is szoros együttműködést feltételez és igényel a felszámolásban résztvevő állami, hivatásos, önkéntes, humanitárius szervezetektől. Az ENSZ és az EU erre irányuló törekvései és lépései is mind ebbe az irányba mutatnak, hiszen a kidolgozott irányelvekkel, modulokkal, a támasztott követelményekkel megteremtik a szakszerű elméleti és gyakorlati alapokra épülő, katasztrófa-segítségnyújtásban résztvevő funkcionális erő és eszközállományt. [1:113]

#### 4. KÖVETKEZTETÉSEK, LEHETŐSÉGEK

A SAR-csapatok hatékonyságát az elhivatottságukon és önzetlenségükön túl mindenekelőtt a már említett magas elvárásokat támasztó irányelveknek való állandó megfelelés, a szinten tartó és fejlesztő képzések folyamatossága jellemzi. A beavatkozások időtartamát és hatásfokát nagymértékben befolyásolja a biztonsági tényező, mely a csapatvezetők általi tervezői és irányítói munka precíz végrehajtását igényli. Ebből kiindulva megállapítható, hogy mindenekelőtt a csapat saját biztonságának megteremtése az elsődleges – és folyamatos – cél a hatékony munkavégzés érdekében. Ha ez elmarad, csorbult, akkor nem csupán a mentő válhat, válik mentendővé, hanem ez az állapot veszélybe sodorhatja a teljes művelet végkimenetelét, sikerét. A SAR-csapatok CBRN-környezetben történő alkalmazásának biztonsági követelményeinél az alábbi kritériumok szerint lehet tervezni:

- a kiküldetésre szánt csapattagok fizikai és pszichológiai állapotuk szerinti kiválasztása,
- a bekövetkezett esemény miatt kidolgozott nemzeti előírások, nemzetközi ajánlások, forgatókönyvi eljárások szerint a szennyezett környezet megismerése, ismertetése,
- egyéni és kollektív védelmi intézkedések és felszerelések biztosítása.

Szelekcionál érdemes lehet külön figyelmet fordítani például az atópiás hajlamra<sup>12</sup>, mivel ez akadályozó tényező lehet mind a munka során, de akár az egyéni védőfelszerelés szakszerű használatát illetően is. A védőfelszerelés okozta testi-fizikai korlátok – a helyszínen őket érő nem mindennapi stresszel karöltve – a szív- és érrendszeri megbetegedés csupán még kezdeti szakaszában lévő személyeknél képes nem kívánt, eddig akár az egyén számára is ismeretlen reakciót kiváltani.

<sup>12</sup>Nem allergiás reakció, hanem az immunrendszer által adott heves válasz bizonyos, egyébként teljesen ártalmatlan környezeti anyagokra.

Az extrém hőmérsékleti tényezőkhöz (tűző napsütés, szél) és a terepviszonyokhoz való gyors alkalmazkodási képesség szintén kritikus pontja a beavatkozás sikerének. Mind egyénileg, mind kollektívan fejlett szinten kell lennie a csapatnak ahhoz, hogy felkészülve a legrosszabb, legzordabb körülményekre, de képes legyen funkcióját, rendeltetését betölteni. A fizikai és pszichológiai stresszhez való alkalmazkodás egy olyan faktor, melyet hazai gyakorlatok során állandó jelleggel magas szinten szükséges tartani, és lehetőség szerint fejleszteni. Egy katasztrófa önmagában is nagy stresszként hat a mentést végző személyre, de ha ezt olyan plusz tapasztalati tényezők súlyosbítják, mint a halál, szenvedés, CBRN-környezet és kontamináció, akkor a stressz-faktor exponenciálisan lehet úrrá az adott személyben, megbénítva fókuszát, munkája minőségét és hatékonyságát. CBRN-kontaminált környezetben történő sikeres beavatkozáshoz a csapattagoknak legalább az alábbi képzési ismereteket kellhet elsajátítania:

- CBRN helyzet- és kockázatértékelés,
- a SAR-team felkészítése a szennyezett környezetben történő munkavégzésére,
- egyéni védőfelszerelések mielőbbi alkalmazása,
- szükség szerinti mentesítés,
- a dekontaminációs folyamat monitorozása,
- taktikai szempontból menedék, védett tér keresése,
- MEDEVAC<sup>13</sup> a mentendő személyek számára,
- az egészségügyi létesítmények evakuálása.

A megfelelő védőfelszerelés kiválasztása és alkalmazása alapján szükséges:

- azok fel- és levételének gyakorlása, készség szinten történő elsajátítás céljából,
- a számba vett, kijutott anyagok általi CBRN-hatások lehetséges egészségügyi hatásainak ismerete,
- az egyéni védőeszközök védelmi képességének ismerete (mi ellen és mennyi ideig), illetve
- az egyén fizikai teljesítőképességének ismerete.

CBRN-kontaminált környezetben történő beavatkozás során az USAR csapatok egészségügyi-védelmi szintje szorosan összefügg a lakosság erre irányuló felkészültségi és tudatos cselekvési szintjével. Fontos lehet, hogy egy feltételezések szerinti CBRN-szennyezettséggel járó káreset kapcsán a lakosság erre irányuló előzetes felkészítése megfelelő mértékben megtörténjen, illetve az általuk elvárt tanúsítandó magatartásról is minőségi képesítést szerezzen. Ha ezeket képesek a gyakorlatban alkalmazni, az a kutató-mentő csapatok – különös tekintettel az egészségügyi komponensük (MEDIC-team) – munkáját nagyban elősegíthetik, ezzel együtt csökkenthetik az áldozatok, ezáltal pedig a segítségnyújtásra szorulókat számát is. Az ilyen potenciális veszélynek kitett környezetben élő lakosságot nemtől, kortól, vallástól függetlenül erre irányuló felkészítésben kell részesíteni, melynek szükséges kiterjednie:

- a különböző katasztrófák esetén bekövetkező vagy azokat kísérő CBRN kockázatokra,
- átfogóan leírni és elemezni a legvalószínűbb CBRN-ágensek (hatások) által okozott tüneteket,
- a megfelelő védelmet nyújtó egyéni védőeszközök fontosságára, azok védelmi képességére, funkciójára
- túlélési stratégiákra és magatartásokra, valamint mentesítési és elsősegély-nyújtási technikák bemutatására. [1:114-115]

Összességében mind elméleti, mind gyakorlati szinten kulcsfontosságú az USAR-csapatok és a lakosság felkészítése a CBRN-káresek okozta körülményekkel szembeni védekezés és a sikeres mentés érdekében.

---

<sup>13</sup> MEDEVAC: Medical Evacuation – Orvosi kiürítés.

## 5. IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Dr. Giuseppe Noschese and Col. Dr. Rostislav Kostadinov „CBRN Medical Teams protection in Case of Disasters”. [Online]. Elérhetőség: [https://www.idmaweb.org/publications/articles/2012/113\\_116\\_CBRN\\_Medical\\_Team\\_s\\_protection\\_in\\_Case\\_of\\_Disasters16.pdf](https://www.idmaweb.org/publications/articles/2012/113_116_CBRN_Medical_Team_s_protection_in_Case_of_Disasters16.pdf) (2024.02.29.)
- [2] Farkas Csaba B. „A vegyi, biológiai, radiológiai és nukleáris (CBRN-) balesetek és rendkívüli események közvetlen és közvetett, a környezetre, valamint az egészségügyre gyakorolt hatásai”. *Hadmérnök* • 17. évfolyam (2022) 1. szám, pp. 67-82, p. 16 [Online]. Elérhetőség: <https://real.mtak.hu/144008/> (2022)
- [3] Európai Bizottság „Cselekvési terv a vegyi, biológiai, radiológiai és nukleáris biztonsági kockázatokkal szembeni felkészültség fokozásáról”. Brüsszel, 2017.10.18. [Online]. Elérhetőség: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:52017DC0610&from=EL> (2024.02.29.)
- [4] Dan Kaszeta „CBRN and Hazmat Incidents at Major Public Events – Planning and Response”. [Online]. Elérhetőség: [https://books.google.hu/books?id=o\\_SuBAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=hu#v=onepage&q&f=true](https://books.google.hu/books?id=o_SuBAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=hu#v=onepage&q&f=true) (2024.02.29.)
- [5] Hivatalos MNB devizaárfolyamok „A Magyar Nemzeti Bank Olasz líra (ITL) deviza-középárfolyamai”. [Online]. Elérhetőség: <https://arfolyam.iridium.hu/ITL/1976-07-09> (2024.03.24.)
- [6] Az Európai Unió Hivatalos Lapja – Irányelvek „AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 2012/18/EU IRÁNYELVE”. – 2012.7.24. [Online]. Elérhetőség: <https://www.katasztrofavedelem.hu/application/uploads/documents/2018-11/110.pdf> (2024.03.24.)
- [7] National Library of Medicine – National Center for Biotechnology Information „The Seveso accident: A look at 40 years of health research and beyond”. [Online]. Elérhetőség: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6221983/> (2024.03.24.)
- [8] Trinti Kft. „Szenvedés egy hétvége miatt: a Seveso-katasztrófa”. [Online]. Elérhetőség: <https://trinti.hu/a-seveso-katasztrofa/> (2024.03.24.)