



Berger Ádám

SÚLYOS BALESETEK KÁROS HATÁSAINAK VIZSGÁLATA

Absztrakt

A katasztrófák és válsághelyzetek kiváltó okai, valamint azok hatásai több tényezőtől is függenek (szociális, biológiai és kémiai, technikai, globális). A társadalom növekedésével, a technológia fejlődésével, a mezőgazdasági és ipari tevékenységek térnyerésével és nem utolsósorban a világpolitikai helyzet alakulásával az emberiségnek a jövőben is szembe kell néznie nagy áldozatokkal járó katasztrófa- és válsághelyzetekkel. Az ezekre való felkészülés egyik eszközét jelentik a megelőző intézkedések megtétele, mint például hatékony szabályozási környezet biztosítása a gazdasági szereplők részére, illetve az előremutató településrendezési tervek megalkotása. A publikációban feltételezett balesetek esettanulmányain keresztül vizsgálom meg a veszélyes anyag tároló tartályok sérülésével járó veszélyes anyag kibocsátás lehetséges káros hatásait.

Kulcsszavak: káresemény; veszélyes anyag; terjedési modell; kármentő; megelőzés.

ASSESSMENT OF THE ADVERSE EFFECTS OF MAJOR ACCIDENTS

Abstract

The causes of disasters and crises and their effects depend on a number of factors (social, biological and chemical, technical, global). With the growth of society, the development of technology, the expansion of agricultural and industrial activities and, last but not least, the evolution of the world political situation, humanity will continue to face catastrophic and crisis situations with great sacrifices. One of the means of preparing for these is to take preventive measures, such as providing an effective regulatory environment for economic operators and creating forward-looking urban planning plans. Through the case studies of the accidents

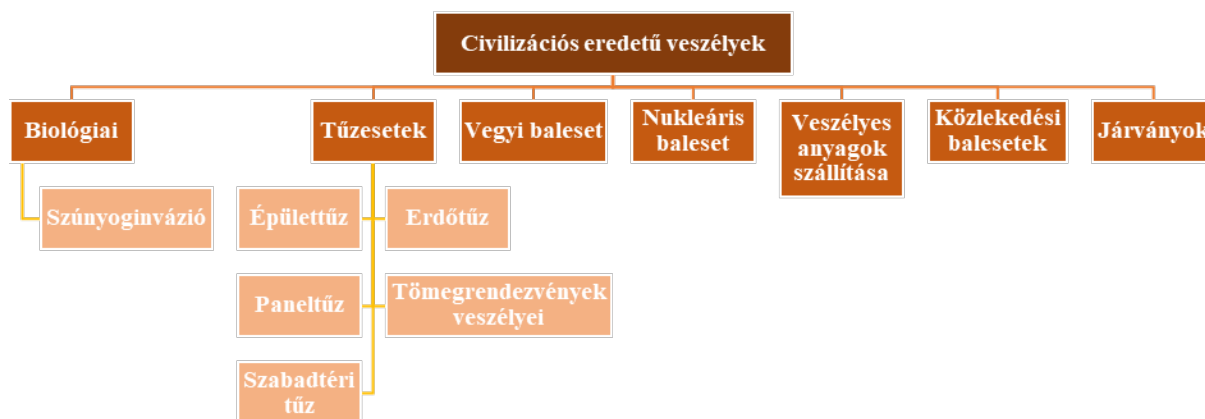


assumed in the publication, I present the harmful effects of leakage associated with the damage of hazardous material storage tanks.

Key words: damage event; dangerous substance; spread model; remediation board; prevention.

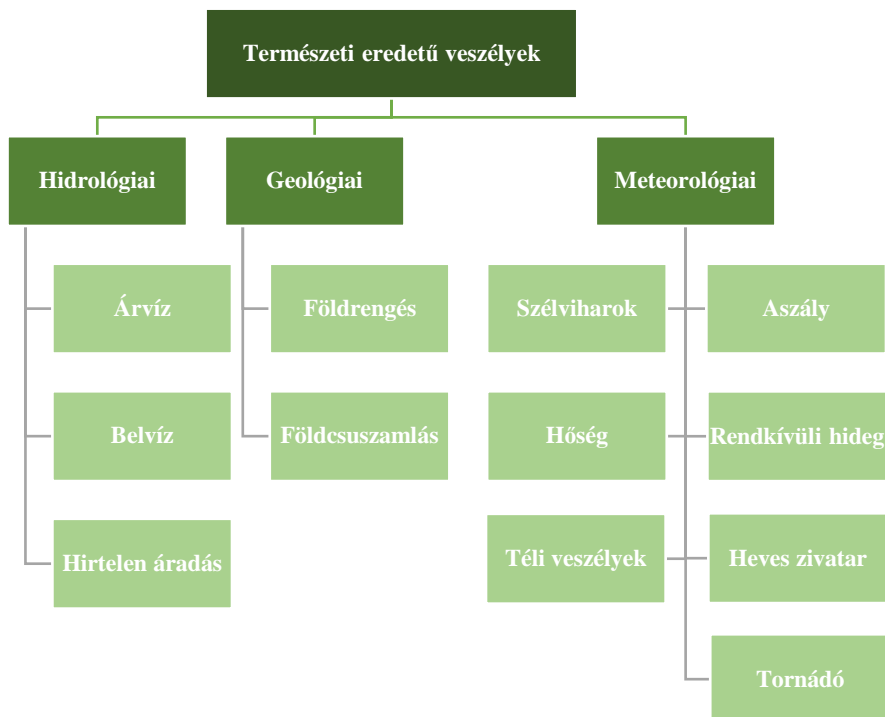
1. BEVEZETŐ

Történelmünk során az emberiség számos katasztrófával szembesült, melyek jellemzően természeti eredetűek (hidrológiai, geológiai, meteorológiai) voltak. Ide sorolható például a legrégebben feljegyzett földrengés, mely i.e. 464-ben Spártát pusztította el, az 1838-as dunai árvíz Pest-Budánál, vagy az 1879-es tiszai árvíz Szegeden. Ugyanakkor a civilizációs eredetű veszélyek közé sorolt tüzesetek és járványhelyzetek is óriási pusztítással jártak. Ilyen volt például a 64-es római, az 1666-os Nagy londoni, illetve az 1910-es szatmárökritói tűz. A járványok tekintetében a malária és a pestis volt a legveszélyesebb. Utóbbi több, mint 60 millió ember haláláért felelős, a legnagyobb járványt 1347-1353 között váltotta ki. Magyarországon az eddig bekövetkezett katasztrófák közül legjelentősebbnek a nemzetközi figyelmet is felkeltő, 2010-es vörösiszap-katasztrófa tekinthető, melynek során tíz ember életét veszítette, valamint 150 fő sérült meg. Az anyagi és természeti kár is hatalmas méreteket öltött, az eredeti állapotok helyreállítása mintegy 38 milliárd forintba került. [1] A káresemény jelentőségét támasztja alá, hogy a témában számos szakmai publikáció, illetve disszertáció jelent meg. Az ipari szerencsétlenség következtében a vörösiszap súlyosan károsító hatást fejtett ki az ökoszisztémára, mint például a vízfolyások mikrobiális állapotára [2], illetve a talajra is. Katasztrófavédelmi vonatkozásban az érintett területekről a lakosság kitelepítése is számottevő feladat volt, melynek lebonyolításában különböző állami szervek, a magyar honvédség és a katasztrófavédelem is közreműködött. [3] A Föld népességének növekedésével, a tudományágak fejlődésével bővült a katasztrófatípusok köre, a katasztrófaveszélyeztetettség fokozódott. Annak érdekében, hogy a katasztrófatípusok beazonosítása és ezáltal az ellenük való prevenciók tevékenységek, illetőleg bekövetkezésük során a kármentesítési lépések biztosítottak legyenek, megtörtént az egyes típusok rendszerbe foglalása. Az 1. ábra a civilizációs eredetű-, míg a 2. ábra a természeti eredetű veszélyeket szemlélteti.



1. ábra: Civilizációs eredetű veszélyek [4]

Az 1. ábrán jól látható, hogy számos civilizációs eredetű veszélyt különböztetünk meg. Azonban fontos megjegyezni, hogy az egyes veszélytípusok között kapcsolat van. Ennek egyik példája a veszélyes anyagok szállítása, vagy a közlekedési balesetek során bekövetkező tűzesetek, toxikus szennyezések. Illetve a szúnyoginvázió okozhat járványokat is, mint például a maláriát.



2. ábra: Természeti eredetű veszélyek [4]



Ahogy a civilizációs eredetű veszélyeknél, úgy a természeti eredetűeknél is jelentkezhet dominóhatás. Ilyen például a heves zivatar és szélvihar által kiváltott hirtelen áradás, vagy az erózió és defláció révén bekövetkező földcsuszamlás.

A fentiek összegzéseként elmondható, hogy az egyes katasztrófatípusok elleni védekezéssel más-más veszélyek ellen is megtörténik a védelem.

2. PROBLÉMAFELVETÉS

A katasztrófák és válsághelyzetek kiváltó okai, valamint azok hatásai több tényezőtől is függenek. A publikáció szempontjából, az alábbi négy tényező bemutatása indokolt.

2.1. Szociális tényező

A társadalmi változások, az emberek higiéniai szokásai és egészségügyi állapota, az adott ország szociális hálójának fejlettsége mind-mind kiemelt jelentőséggel bírnak. A fentiekben már említett pestisjárványok, de a 2020-as évben terjedő COVID-19-es világjárvány kapcsán is bebizonyosodott, hogy azok az országok, amelyeknek például a szociális hálójuk fejlettebb, illetve amelyeknek a polgárai fegyelmezettebb higiéniai szokásokkal rendelkeznek, nagyobb hatékonysággal működtek a pandémia időszakában.

2.2. Biológiai és kémiai tényező

A biológiai tényezők közül a kórokozók evolúcióját, biokémiai szempontból pedig a vízkészletek és élelmiszerek szennyezettségét kell főként kiemelni. A kórokozókban jellemzően gyorsan kialakuló rezisztencia mellett, a patogenitásuk fokozódása következtében az ellenük való hatékony védekezés egyre növekvő kihívás elé állítja az emberiséget. A világnépesség növekedésével a közlekedés, az ipar, a mezőgazdaság és a háztartások egyre nagyobb nyomást gyakorolnak a természetre. A környezet részeként a felszíni és felszín alatti vizek szennyezettségének mértéke nagymértékben függ attól, hogy az azt körülvevő, annak



közeget biztosító talajt milyen káros terhelés éri, abba milyen mennyiségben és minőségben szivárog be a veszélyes anyag.

2.3. Technikai tényező

A technikai tényezők közé sorolhatók a mezőgazdaságban és az iparban bekövetkező változások. A felelőtlen agrotechnikai gyakorlat alkalmazásával a talajt túlzott terhelés éri. Ennek következtében a mezőgazdasági produktumok is szennyezésnek vannak kitéve. Továbbá az elavult eszközpark sem biztosítja a fenntartható talajművelés lehetőségét. Az ipar rohamos fejlődésével újabb és újabb potenciális veszélyforrások jelennek meg. Ezt támasztja alá a nemzetközi és a hazai szabályozási környezet, mint például a „2012/18/EU Irányelv a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek veszélyének kezeléséről, valamint a 96/82/EK tanácsi irányelv módosításáról és későbbi hatályon kívül helyezéséről”, a „2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról”, vagy a „219/2011. (X.20.) Korm. rendelet a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezéséről”.

2.4. Globális tényező

Ezen tényezők közé sorolható többek között a fokozatosan növekvő tendenciát mutató nemzetközi utazások, a nemzetközi kereskedelem, valamint az országok vezetőit és a szakembereket egyre inkább foglalkoztató problémakör, az éghajlatváltozás.

A fentiekben röviden bemutatott tényezők alátámasztják azt a hipotézist, miszerint a társadalom növekedésével, a technológia fejlődésével, a mezőgazdasági és ipari tevékenységek térnyerésével és nem utolsósorban a világpolitikai helyzet alakulásával az emberiségnek a jövőben is szembe kell néznie nagy áldozatokkal járó katasztrófa- és válsághelyzetekkel. Az ezekre való felkészülés egyik eszközét jelentik a preventív lépések megtétele, mint például hatékony szabályozási környezet biztosítása a gazdasági szereplők részére, illetve az előremutató településrendezési tervek megalkotása.

A publikációban feltételezett balesetek esettanulmányain keresztül vizsgálom a veszélyes anyag tároló tartályok sérülésével bekövetkező szivárgás hatásait.



3. JOGI SZABÁLYOZÁS KÖVETELMÉNYEINEK ELEMZÉSE

Elsőként szükséges megemlíteni, hogy Magyarország alaptörvénye rendelkezik arról, hogy a katasztrófavédelem nemzeti ügy; az állampolgároknak joguk van a környezetükben lévő, kialakuló katasztrófaveszély megismerésére, az azokkal kapcsolatos védekezési szabályok megismerésére és gyakorlására, valamint az ellenük történő védekezésben való közreműködésre.

Az előbbieket összefoglalása alapján az Országgyűlés megalkotta a fentiekben már említett „2011. évi CXXVIII. törvényt a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról” (továbbiakban: Kat.). A Kat. IV. fejezetének hatálya terjed ki a magyarországi területen működő veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemekre, a veszélyes anyagokkal foglalkozó létesítményekre, küszöbérték alatti üzemekre, továbbá a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek megelőzésében, az ellenük való védekezésben érintett közigazgatási szervekre és gazdálkodó szervezetekre, helyi önkormányzatokra, természetes személyekre. Emellett a törvényben rögzítésre kerülnek az egyes feladat és hatáskörök is. [5]

Az európai uniós Seveso III. Irányelvvel (továbbiakban: Seveso III.) összhangban került megalkotásra a Kat. végrehajtási rendelete a „219/2011. (X.20.) Korm. rendelet a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről” (továbbiakban: Vhr. 1.). A Vhr. 1. a II. fejezetében tér ki a veszélyes tevékenységek azonosítására, a biztonsági jelentés és biztonsági elemzés tartalmára, valamint a hatósági ellenőrzésre. A Vhr. 1. III. fejezete rendelkezik a védelmi tervekről, a településrendezési tervezésről, a lakossági tájékoztatás és a nyilvánosság biztosításáról. [6]

A „62/2011. (XII.29.) BM. rendelet a katasztrófák elleni védekezés egyes szabályairól” rendelkezik, melynek I. fejezete a belügyminiszter irányítása alatt álló szervek katasztrófavédelmi feladataira és a védekezés végrehajtásának egységes rendjére, a II. fejezete pedig a hivatásos katasztrófavédelmi szervek irányítási és működési rendjére tér ki. [7] A veszélyes folyadékok és anyagok tárolására szigorú előírások vonatkoznak. Ezeket „a veszélyes folyadékok vagy olvadékok tárolótartályainak, tároló-létesítményeinek műszaki biztonsági

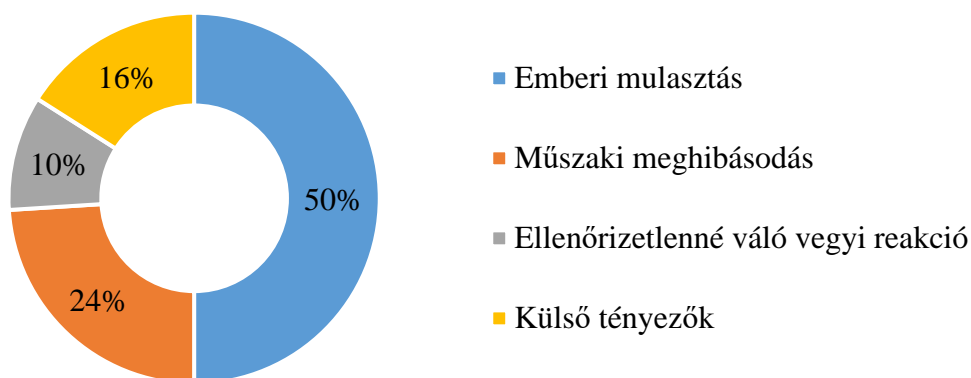


követelményeiről, hatósági felügyeletéről szóló 1/2016. (I.5.) NGM rendelet” tartalmazza. A rendelet 1. melléklete tartalmazza a veszélyes folyadékok és olvadékok tárolótartályainak műszaki biztonsági szabályzatával kapcsolatos előírásokat. [8] A környezeti elemek és ezáltal a felszíni és a felszín alatti vizek védelmét „*a környezet védelmének általános szabályairól szóló 1995. évi LIII. törvény*” [9], valamint „*a vízgazdálkodásról szóló 1995. évi LVII. törvény*” [10] szabályozza.

A fentiekben vizsgált jogszabályok a témakör teljes szabályozási környezetének csupán töredékét jelentik, azonban a publikáció szűkebb területre fókuszál, ebből az okból a fentiek ismertetése elegendőnek tekinthető.

4. AZ IPARI BALESETEK BEKÖVETKEZÉSÉNEK FŐBB OKAI ÉS HATÁSAI

Az ipari balesetek bekövetkezésének főbb okait és azoknak az egymáshoz viszonyított arányát a 3. ábra szemlélteti.



3. ábra: Az ipari balesetek gyakori okai. Forrás: [11], készítette: szerző

A 3. ábra alapján megállapítható, hogy az ipari balesetek leggyakoribb kiváltó okai között az emberi mulasztás szerepel. Ezen mulasztások alatt például a hibás tervezést, vagy a nem megfelelő kezelést, üzemeltetést kell érteni. A mulasztás következtében kontrollálhatatlan



vegyi reakciók mehetnek végbe, amelyek beavatkozás, illetőleg felügyelet nélkül súlyos baleseteket idézhetnek elő. A külső okok tekintetében jelentős szerepet töltenek be az egyre szélsőségesebben jelentkező időjárási viszonyok miatt bekövetkező katasztrófahelyzetek. A meteorológiai tényezők közül kiemelkedő veszélyforrást jelentenek a nagymennyiségű csapadék következtében jelentkező árvizek, a rendkívüli hideg hatására bekövetkező elfagyások és azok során keletkező törések. A törések, repedések kialakulásával veszélyes anyagok kerülhetnek a szabadba, melyek katasztrófális következményekkel járhatnak. Hasonló ellenőrizhetetlen folyamatok játszódhatnak le orkánszerű szélviharok, földrengések, szökőárak, cunamik következtében is.¹

A veszélyes anyagokat felhasználó üzemekben bekövetkező súlyos balesetknél elsősorban tűzre, robbanásra, valamint a mérgező anyagoknak a zárt technológiai rendszerekből történő kikerülésével kell számolni. Ezek kiváltójaként a gyúlékony, illetve mérgező anyagot tartalmazó tartály, vagy csővezeték sérülése tekinthető. Ekkor a veszélyes anyag keveredik a levegővel, a keletkező gyúlékony gáz- és gőzfelhő pedig meggyullad, toxikus anyag esetén mérgező felhő keletkezik, amely szétterjed a környező területen. A toxikus gáz- és gőzfelhő kapcsán további kockázatot jelent, ha nagymennyiségű csapadék zúdul le, hiszen ekkor a mérgező anyag beszivároghat a talajba ezáltal szennyezve azt. Gyúlékony, robbanásveszélyes anyag vonatkozásában az emberi életre, valamint az épületekre kockázatot jelent a hősugárzás és a túlnyomás is, ezek mellett a robbanás következtében szétrepülő repeszek, törmelékek is veszélyt jelentenek. A robbanások és tüzesetek jellemzően csak a káresemény pár száz méteres körzetében jelentenek veszélyt. Azonban a halálos koncentrációjú gőz-, vagy gázfelhő a káresemény gócpontjától számított néhány kilométeres körzetben is előfordulhat. Továbbá a csapadékkal beszivárgó veszélyes anyagok toxikus hatással lehetnek a talaj faunájára, a növényzetre, valamint a felszíni és felszín alatti vizek szennyezését is okozhatják. Az előzőekben leírtak alapján elmondható, hogy a kedvezőtlen időjárási viszonyok következtében a veszélyeztetett terület bővülésével kell számolni.

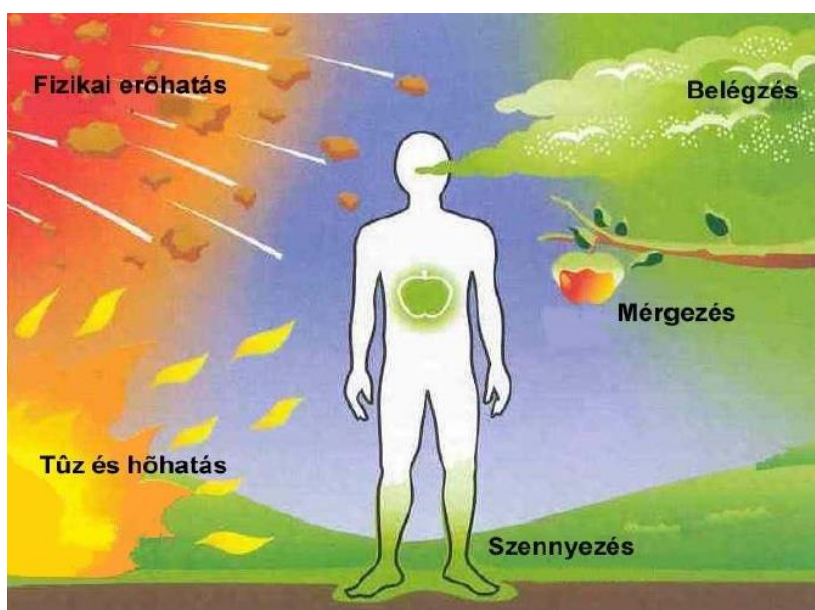
¹ Fukushima Daiichi atomerőmű 2011. március 11-én.



5. ESETTANULMÁNY – KÁROS HATÁSOK VIZSGÁLATA

5.1. Egészségügyi hatások

A veszélyes anyagokkal kapcsolatos káresemények során az embert érő lehetséges hatásokat a 4. ábra szemlélteti.



4. ábra: Az embert érő lehetséges hatások [12]

A 4. ábrán látható, embert érő lehetséges hatások külön-külön is súlyos következményeket jelentenek. A fizikai hatás alatt elsősorban a tüzek és az ellenőrizetlen vegyi reakciók robbanásait kell érteni. Azok lökéshullámai (dobhártya beszakadás), valamint a robbanás következtében a törmelékek több száz méteres hatósugáron belüli szétrepülése okozhatnak súlyos személyi sérüléseket. A veszélyes anyagokkal kapcsolatos balesetek gyakran kapcsolódnak össze nagy tűzzel, ami jelentős hőhatást okoz. Attól függően, hogy milyen anyagról van szó, hogy milyen mértékű a tartály sérülése, illetve, hogy van-e kármentő, igen változó lehet az a határvonal, amelyen a hőhatás az emberre veszélyt jelent. Tehát a káresemény kiindulási pontjától akár jóval nagyobb távolságban is jelentkezhet káros szintű hőhatás. Emellett a hőhatás miatt a környező területeken lévő tárgyak gyulladásával is szükséges számolni. A veszélyes anyagok emberi szervezetbe történő bejutása során három mód lehetséges. Az első a belégzés, mivel a toxikus anyagok több kilométeres távolságra is



eljuthatnak az atmoszférában. A második a mérgező anyag lenyelése, amikor az a szájon át jut be a szervezetbe (pl. szennyezett növény elfogyasztása). A harmadik pedig a veszélyes anyagnak a bőrrel való érintkezése, amely elsősorban maró, irritáló hatást válthat ki. A káresemények bekövetkezése során jellemzően veszélyes anyag kerül a szabadba, ekkor azok szennyezhetik a talajt, a felszíni és felszín alatti vízkészleteket.

A csapadék általi bemosódás is nagy jelentőséggel bír, hiszen a gázfelhők nagy kiterjedése révén, azok potenciális beszivárgási területe is jelentős méretű lehet. Ekkor a veszélyes anyagoknak a talajban történő felhalmozódásával is kalkulálni kell. Ennek oka, hogy az akkumulálódó anyagok veszélyességi kockázata növekedésnek indul. A talajok rendelkeznek úgynevezett puffer kapacitással, mely során bizonyos mértékig képesek mérsékelni, elnyelni az őt érő káros hatásokat. A felhalmozódás során viszont a talaj veszíti a puffer képességének hatékonyságából, illetve az időbomba mechanizmusa is beindulhat. Annak függvényében, hogy a veszélyes anyag milyen terhelő tulajdonságokkal rendelkezik, a káros hatások időbeni lefutása rendkívül elnyúlhat.

5.2. Veszélyes anyag terjedési modellezés

A veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem azonosítását követően, a fentiekben bemutatott jogszabályok jól meghatározott dokumentáció készítési kötelezettséget írnak elő. Ezen dokumentációk szerves részét képezi az üzemeltetésből adódó kockázatok elemzése. [13] Ilyen esetekben alkalmazható módszer például a légköri szennyezés kockázatelemzésére irányuló modellezés. A köztudatban a légszennyezés problémakörének megjelenése az ipari forradalom idejére tehető. A széntüzelésű gépek, berendezések terjedésével a szmoghelyzetek számos áldozatot követeltek. Bár napjainkban a tudományos eredmények gyakorlati adaptálásának következtében számos légszennyező anyag kibocsátása jelentősen visszaesett, más szennyezőanyagok légköri koncentrációja azóta is folyamatosan növekvő tendenciát mutat, továbbá a nem várt káreseményekből adódó szennyezéssel is kalkulálni kell.

Az egyesült-államokbeli NOAA és EPA által közösen fejlesztett ALOHA a gaussi eloszlások szélességét a Gauss-modelleknél alkalmazott Pasquill-féle stabilitási osztályok alapján adja meg. Mivel az ALOHA a közvetlen veszélyhelyzetek elhárítására készült program, ezért



egyszerű kezelőfelülettel, valamint rövidnek tekinthető futási idővel rendelkezik. A program által biztosított grafikus megjelenítésnek köszönhetően azonnali és közérthető információk nyerhetők az esetleges káresemény során a légkörbe kerülő veszélyes gázok terjedését illetően.

[14] A modell többek között az alábbi fő bemenő adatokat használja:

- kibocsátási hely (pl.: tengerszint feletti magasság, beépítettségi viszonyok),
- meteorológiai adatok (pl.: szélerősség, szélirány, felhőtakaró, relatív páratartalom),
- légköri stabilitás (sugárzási és szélviszonyok alapján Pasquill-féle stabilitási kategóriák),
- kibocsátás (pl.: anyag, kibocsátás milyensége és mennyisége, kikerülés földfelszíni magassága).

Az alábbiakban a röviden ismertetett ALOHA program segítségével a klór szivárgásának terjedési paraméterei kerülnek bemutatásra. A klór fontos szerepet tölt be például a műanyagiparban, mivel a PVC egyik alkotóeleme. Emellett az élet számos területén (pl. vízmű, strand) használják fertőtlenítésre, fehéritésre. Azonban fontos megjegyezni, hogy a klór erősen maró és mérgező hatású gáz. Az emberi szövetekkel érintkezve, a szövet víztartalmával sósavat képez, amely a nyálkahártyák ingerlését, esetleges nagyobb töménység esetén pedig maró sérülést okoz a vele érintkezésre kerülő területeken.

A feltételezett baleset során, a modellhez szükséges bemenő adatokat az 1. táblázat tartalmazza.

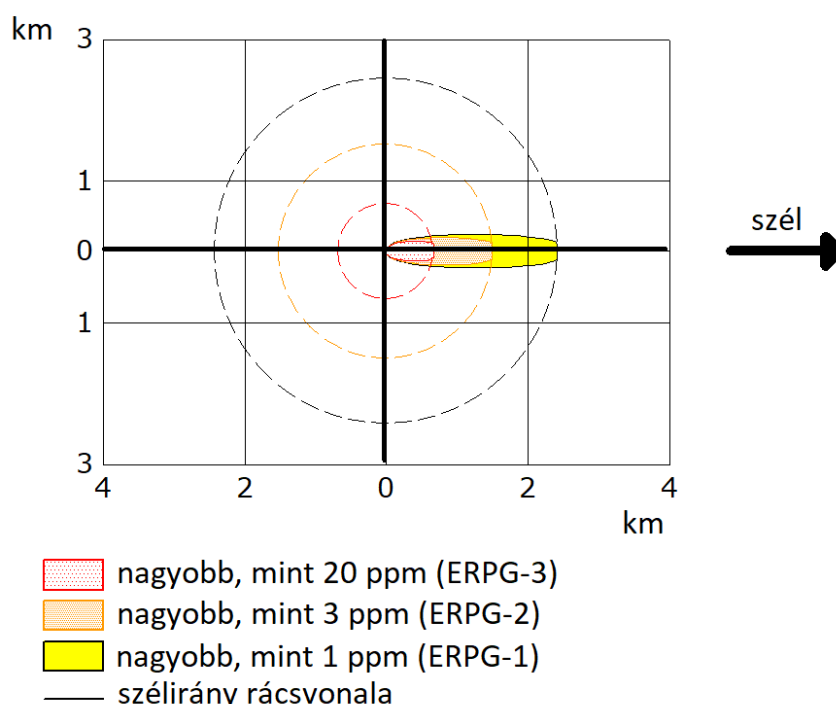
1. táblázat: A modellhez szükséges bemenő adatok, készítette: szerző

Anyag	klór
Szél erősség	2,22 m/s
Szélirány	ÉNY
A szél mérési magassága	10 m
Felszíni érdesség	város/erdő
Felhőtakaró	részben felhős
Hőmérséklet	8 °C
Stabilitási osztály	F



Inverziós réteg magassága	nincs inverzió
Páratartalom	80 %
Forrás	tartály (0,6 x 1,5 m; 0,42 m ³)
Anyag állapota	cseppfolyós
Tartály hőmérséklete	környezeti hőmérséklet
A gáz mennyisége	100 kg
Szivárgás módja	lyukon keresztül (d=0,1 cm)

Az 5. ábrán látható a modell grafikus megjelenítése. Tekintve, hogy a program nem alkalmas az időjárási elemekben bekövetkező változások lekövetésére, a modellezett idő maximum 1 óra terjedelmű, valamint a forrástól számított távolság legfeljebb 10 km lehet.

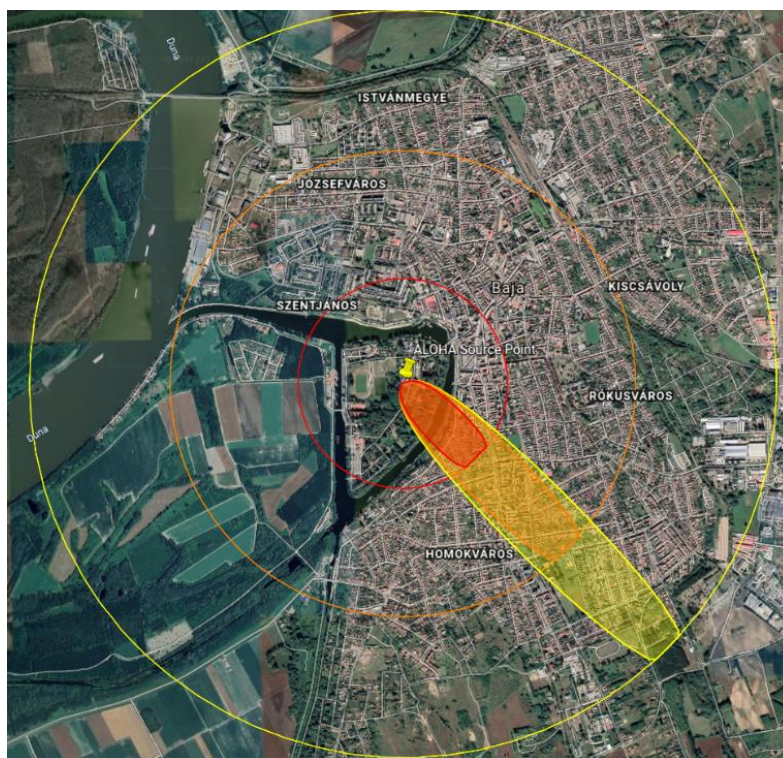


5. ábra: A terjedési modell grafikus megjelenítése, készítette: szerző

Az 5. ábra alapján elmondható, hogy az 1. táblázatban rögzített paraméterek mellett bekövetkező szivárgás, majd pedig a veszélyes anyagnak levegőben történő terjedése révén körülbelül 700 m-ig az ERPG-3; megközelítőleg 1,6 km-ig az ERPG-2; valamint nagyjából 2,4



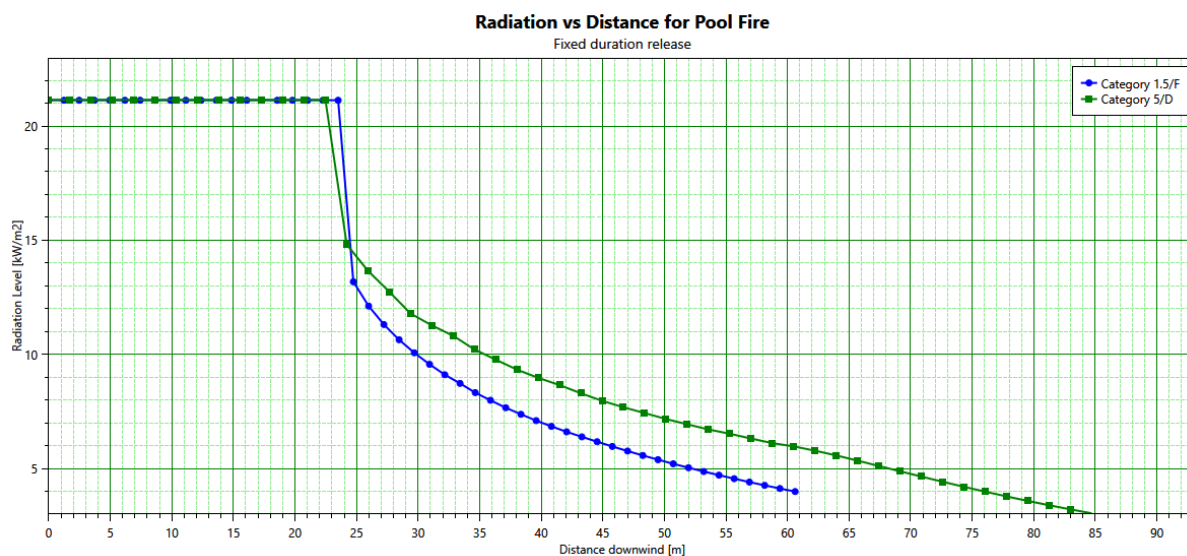
km-ig az ERPG-1 határértéket haladja meg a koncentráció. Az anyag terjedési távolsága, valamint az azzal összefüggő veszélyeztetett területek szemléletesebb megjelenítése a 6. ábrán látható.



6. ábra: A veszélyeztetett távolság Baja város vonatkozásában [15], készítette: szerző

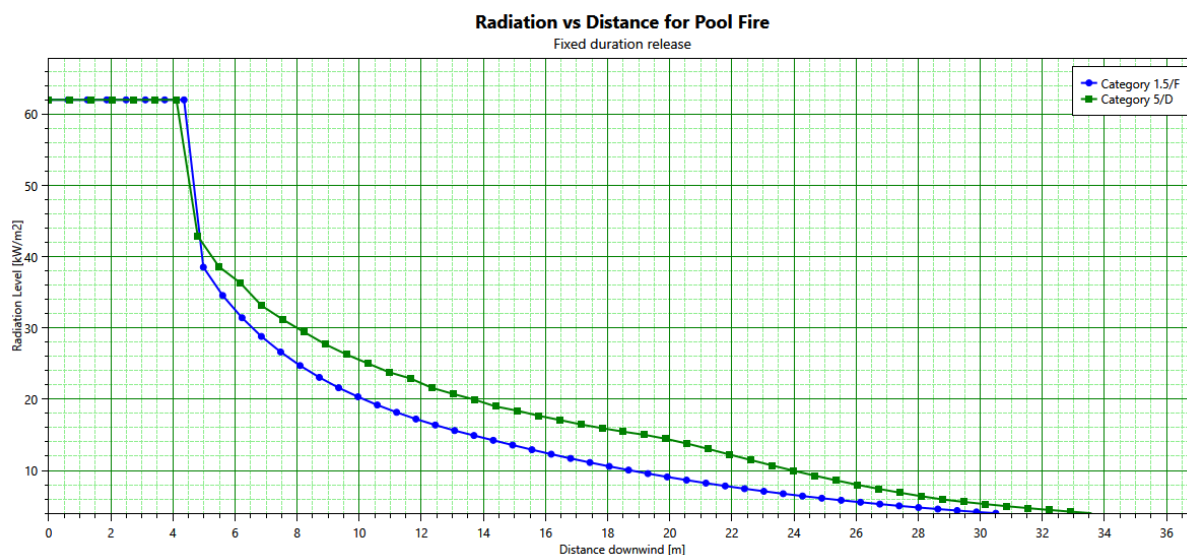
A 6. ábra alapján látható, hogy a feltételezett baleset esetében, például a bajai sportuszodát kiindulási pontnak véve, ÉNY-i szélirány esetén Szállásváros nagy részén és Rókusváros nyugati részén az ERPG-2 határértéket meghaladó koncentráció jelentkezne. Egy esetleges szélirány változás (D-i) során a terjedés a város sűrűn lakott újvárosi részére irányulna, ahol bevásárlóközpontok, lakótelepek, óvodák, általános és középiskolák is találhatóak.

Egy másik kockázat és következményelemző szoftverrel, a DNV Safeti Lite-tal elvégzett modellezést mutatja be a 7. (kármertő nélkül) és 8. ábra (kármertővel). A modell bemenő adataiként a következők lettek rögzítve: 100 m³-es, 3 m magas hexánt tartalmazó tartály; 10 °C-os átlaghőmérséklet; 10 perces szivárgási leürülés; 2 m magas és 60 m² területű kármertő.



7. ábra: A hőszugárzás és a távolság, kármentő nélkül, Forrás: [16], készítette: szerző

A 7. ábrán egy esetleges gyújtóforrás esetén kialakuló, kármentő nélküli tócsatűz hőszugárzási értékei láthatók a tócsától való távolság függvényében. Az ábráról leolvasható, hogy körülbelül 23-24 m távolságig 21 kW/m^2 -es hőszugárzás alakulhat ki, majd a távolság növekedésével a hőszugárzás mértéke lassú csökkenésbe vált.



8. ábra: A hőszugárzás és a távolság, kármentővel. Forrás: [16], készítette: szerző

A 8. ábrán egy olyan tócsatűz hőszugárzási értékei láthatók a forrástól számított távolság függvényében, amely során van kármentő. Megfigyelhető, hogy ekkor a hőszugárzás értéke a 7.



ábrán láthatóhoz képest jelentősen magasabb ($\approx 63 \text{ kW/m}^2$), azonban annak hatótávolsága számottevően ($\approx 4,3 \text{ m}$) kisebb. A távolság további növekedésével a hősugárzás értéke lassú csökkenésbe kezd.

A 7. és 8. ábra alapján elmondható, hogy a kármentő nélkül bekövetkező káresemény során kis mélységű, azonban nagy kiterjedésű tócsa alakul ki. Ennek következtében az esetleges gyújtóforrás esetén kialakuló tócsatűz rövid ideig tart, viszont nagy égési és párolgási felülettel. Kármentővel ellátott tartály sérülése esetén nagy mélységű, viszont kis kiterjedésű tócsa alakul ki. Így az esetleges gyújtóforrás során kialakuló tócsatűz sokáig tart majd, azonban jóval kisebb égési és párolgási felülettel. A fentiekhez szükséges megjegyezni, hogy a $3,5 \text{ kW/m}^2$ hősugárzási érték során elsőfokú égési sérüléssel, 8 kW/m^2 hősugárzási érték során pedig potenciális letális hatással kell számolni.

6. ÖSSZEGZÉS, ÉRTÉKELÉS

Összegzésként elmondható, hogy a fentiekben bemutatott feltételezett balesetek katasztrófavédelmi szempontból nagy kockázattal járnának. Az ilyen és ehhez hasonló káreseményekre való felkészülés kulcsfontosságú stratégiai lépés. Ennek hatékony eszköze a hatályban lévő jogszabályok és szabványok folyamatos felülvizsgálata, továbbá azok hatósági ellenőrzése. Másik fontos eszköz lehet a szakmailag átgondolt településrendezési tervezés.

Ahogy a nemzetközi káresemények (pl. Bejrút 2020.), úgy a fentiekben bemutatott esettanulmányok is igazolják, hogy a tervezés során kiemelt jelentőséggel bír a jövőbelátó, konzekvens látásmód.

HIVATKOZÁSOK

- [1] NAGY S.: A lakosságvédelmet érintő kockázatelemzés és kockázatkezelés fejlesztése, 2019. URL.: https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/12877/nagy_sandor_doktori_ertekezes_2019.pdf;jsessionid=5A4A8A3DCEFA423E43F025865D910119?sequence=5. (letöltés: 2020.12.02).



[2] TAKÁCS K.: Marcal folyó mikrobiális állapotának vizsgálata a vörösiszap katasztrófa tükrében, *Hadmérnök*, XIII. Évfolyam 3. szám, pp. 290-305, 2018.

[3] MUHORAY Á.: Kitelepítés a vörösiszap katasztrófánál, in *Katasztrófák, kockázatok, önkéntesek*, Habermayer T. (szerk.), Szekszárd, 2020.

[4] BM OKF: „Katasztrófatípusok, magatartási szabályok,” 2020. URL.: <https://www.katasztrofavedelem.hu/47/katasztrofatipusok-magatartasi-szabalyok>. (letöltés: 2020.12.06).

[5] Országgyűlés: „2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról,” 2011. URL.: http://njt.hu/cgi_bin/njt_doc.cgi?docid=139408.383737. (letöltés: 2020.12.02).

[6] Kormány: „219/2011. (X.20.) Korm. rendelet a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről,” 2011. URL.: http://njt.hu/cgi_bin/njt_doc.cgi?docid=139993.385560. (letöltés: 2020.12.02).

[7] Belügyminisztérium: „62/2011. (XII.29.) BM rendelet a katasztrófák elleni védekezés szabályairól,” 2011. URL.: http://njt.hu/cgi_bin/njt_doc.cgi?docid=142890.391028. (letöltés: 2020.12.02.).

[8] NGM: „1/2016. (I.5.) NGM rendelet a veszélyes folyadékok vagy olvadékok tárolótartályainak, tároló-létesítményeinek műszaki biztonsági követelményeiről, hatósági felügyeletéről,” 2016. URL.: http://njt.hu/cgi_bin/njt_doc.cgi?docid=193533.386686. (letöltés: 2020.12.02.).

[9] Országgyűlés: „1995. évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól,” 1995. URL.: http://njt.hu/cgi_bin/njt_doc.cgi?docid=23823.383661. (letöltés: 2020.12.02).

[10] Országgyűlés: „1995. évi LVII. törvény a vízgazdálkodásról,” 1995. URL.: http://njt.hu/cgi_bin/njt_doc.cgi?docid=23855.383662. (letöltés:2020.12.02).



- [11] SZAKÁL B. at. all.: Veszélyes anyagokkal kapcsolatos balesetek elleni védekezés I.: módszertani szakkönyv veszélyes anyagok és súlyos baleseteik az iparban és a közlekedésben. (2015)
- [12] KÁTAI-URBÁN L, at. all.: Módszertani segédlet a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos ipari balesetek elleni védekezés területi és helyi feladatainak ellátásához, Kátai-Urbán L. (szerk.), Akaprint Kft., 2005, p. 116.
- [13] KÁTAI-URBÁN L., VASS GY.: Safety of Hungarian Dangerous Establishments - Review of The Industrial Safety's Authority. (2014) HADMÉRNÖK 1788-1919 IX. 1 88-95.
- [14] ANDRÉ K. at. all.: Alkalmazott számszerű előrejelzés, Gyöngyösi és Weidinger T. (szerk.), Eötvös Loránd Tudományegyetem, 2013, p. 254.
- [15] Google Earth: A veszélyeztetett távolság Baja város vonatkozásában, .kml import, 2020.
- [16] BERGER Á., KÁTAI-URBÁN L.: A veszélyes anyagok beszivárgásának betontechnológiai kockázatai, in Iparbiztonsági és Hatósági Szakmai Nap, Paks, 2020.

Berger Ádám mérnök

Nemzeti Köszolgálati Egyetem Víz tudományi Kar Víz- és Környezetbiztonsági Tanszék

berger.adam@uni-nke.hu

Adam Berger, engineer, Department of Water and Environmental Security, University of Public Service

orcid.org/0000-0001-8964-3536