

Kátai-Urbán Maxim,¹  Mesics Zoltán,²  Pimper László,³ 
Cimer Zsolt⁴ 

Veszélyes anyagok tárolása a logisztikai raktárakban

Storage of Dangerous Substances in Logistics Warehouses

A veszélyes anyagok tárolására szolgáló logisztikai létesítmények biztonságának megteremtéséhez a telephely üzemeltetőjének számos katasztrófavédelmi, környezetvédelmi és kémiai biztonsági szabályt kell figyelembe vennie. A létesítményekben esetlegesen bekövetkező balesetek vagy események az ott tárolt veszélyes anyagok kiszabadulása révén súlyosan veszélyeztethetik a környezetet és a környezetben élőkét. Jelen tanulmányban a szerzők a logisztikai raktárakban tárolt veszélyes anyagok fogalmi értelmezését követően vizsgálják a súlyos baleseti esemény során kibocsátott veszélyes anyagok környezetre gyakorolt hatásait, különös tekintettel a környezetre veszélyes mérgező égéstermékekre, illetve a baleset-elhárításkor alkalmazott oltóhabokra. A cikk másik részében a szerzők áttekintik a súlyos balesetkor keletkező szennyezett oltóvíz mennyiségének számítására használt, nemzetközileg elfogadott eljárásokat.

Kulcsszavak: ipari balesetek, környezeti károk, veszélyes üzemek, oltóvízszennyezés megelőzése, Magyarország

For the safety of logistics facilities for the storage of dangerous substances, the operator of the site must take into account a number of disaster prevention, environmental protection and chemical safety rules. Serious accidents or events related to hazardous substances that may occur in the facilities can seriously endanger the environment and the people living in the environment after the release of the hazardous substances stored there. In the present study, the authors examine the environmental effects of hazardous substances released in the event of a serious accident,

¹ Osztályvezető, Semmelweis Egyetem Biztonságtechnikai Igazgatóság Biztonság szervezési Osztály, e-mail: katai.urban.maxim@semmelweis.hu

² Oktató, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola, e-mail: zoltan.mesics@katved.gov.hu

³ Oktató, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola, e-mail: lapimper@gmail.com

⁴ Oktatási dékánhelyettes, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Víz tudományi Kar, e-mail: cimer.zsolt@uni-nke.hu

following a conceptual interpretation of the hazardous substances stored in logistics warehouses, with particular regard to toxic combustion products that are dangerous to the environment, and the extinguishing foams used in the prevention of accidents. In the second part of the study, the authors review the internationally accepted procedures used to calculate the amount of contaminated extinguishing water produced in the event of a serious accident.

Keywords: industrial accidents, environmental impact, dangerous establishment, firewater pollution prevention, Hungary

Bevezetés

A logisztikai raktárakban tárolt veszélyes anyagok jelenlétében bekövetkezett események gyakran súlyos következményekkel járnak a baleset helyszínére és környezetére nézve, és a hatás az országhatárokon túlra is kiterjedhet. A jelen cikkben elvégzendő elemzés során a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény (Kat.) IV. fejezetének tárgyi hatálya alá tartozó veszélyes tevékenységekben jelen lévő veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek (súlyos baleset) környezetre gyakorolt hatásaival foglalkozunk. A logisztikai raktárbázisok védelmi képességeinek kialakítása, a környezet- és iparbiztonsági feltételek megteremtése – a szerzők véleménye szerint – jól tervezhető, és már a következmények felszámolására szolgáló felkészülési időszakban megvalósítható. Ehhez alapvetően ismerni kell a logisztikai raktárakban tárolt veszélyes anyagok és áruk tulajdonságait.⁵ A veszélyes tevékenységekben jelen lévő veszélyes anyagok kémiai és fizikai tulajdonságait a kémiai biztonsági szabályozás előírásai alapján készülő biztonsági adatlapok tartalmazzák.⁶ A hazai jogrendben a veszélyes anyagokkal kapcsolatos – az anyagok és keverékek osztályozásáról, címkézéséről és csomagolásáról szóló európai uniós szabályozásból átemelt – rendelkezéseket a kémiai biztonságról szóló 2000. évi XXV. törvény (Kbtv.) tartalmazza részletesen.

A szerzők jelen tanulmányukban a logisztikai raktárakban a külföldi és a hazai szakirodalom és jogi szabályozás áttekintő értékelése alapján vizsgálják a veszélyes anyagok környezeti elemekre gyakorolt hatásait. A legfontosabb kérdések között említhetjük a környezetre veszélyes mérgező égéstermékek hatásait. Hasonlóan aktuális tudományos problémát jelent a veszélyes anyagok jelenlétében végzett beavatkozások alkalmával felhasznált oltóhabok környezetszennyező hatása. Ugyancsak idetartozik a baleset-elhárítási tevékenységhez tervezett oltóvízszennyezés kérdése is, amelynek kiemelt tudományos eleme a súlyos balesetkor keletkező szennyezett oltóvíz mennyiségének számítása.

⁵ KÁTAI-URBÁN 2022.

⁶ NAGY 2023.

A logisztikai raktárakban tárolt veszélyes anyagok minőségi értékelése

A következőkben a szerzők a veszélyes anyag logisztikai raktárakban tárolt veszélyes anyagok környezeti jellemzőit és hatásait elemzik.

A veszélyes anyagok fogalmának értékelése

A logisztikai raktárakban tárolt veszélyes anyagok körét Magyarországon a Kbtv. tárgyi hatálya alá tartozó anyagok és keverékek alkotják. A környezeti veszélyek csoportjába a veszélyes anyag vagy keverék biztonsági adatlapjában megadott adatok szerint a „veszélyes a vízi környezetre” megnevezésű veszélyességi osztályba tartozó anyagokat sorolhatjuk azok akut vagy krónikus toxicitása alapján. A logisztikai raktárakban elsősorban a Kat. IV. fejezetének hatálya és az ENSZ Európai Gazdasági Bizottság által kidolgozott közúti veszélyesáru-szállítási szabályozás, az ADR hatálya alá tartozó veszélyes anyagokat és keverékeket találhatjuk meg. A Kat. IV. fejezetének hatálya alá eső veszélyes anyaggal foglalkozó üzemnek minősülő telephelyeken elsősorban a tűzveszélyes tulajdonságú veszélyes anyagok fordulnak elő jelentős mennyiségben.⁷

Meg kell állapítani, hogy a Kbtv. hatálya alá tartozó veszélyes anyagoknak és keverékeknek csak egy részére vonatkozik a veszélyes anyagok Kat. IV. fejezetében rögzített meghatározása. A Kat. 3. § 26. pontja szerinti definíció így szól: „veszélyes anyag: e törvény végrehajtását szolgáló kormányrendeletben meghatározott ismérveknek megfelelő anyag, keverék vagy készítmény, akár nyersanyag, termék, melléktermék, maradék, köztes termék, vagy hulladék formájában.” Számos, a Kbtv. hatálya alá tartozó veszélyes anyag, mint például a maró hatású savak és lúgok nem tartoznak a Kat. veszélyes anyag fogalmának alkalmazási körébe.

Ugyanez a megállapítás vonatkozik a veszélyesáru-szállítási alágazatok veszélyesáru-kategóriái közé sorolt veszélyes anyagokra is. A veszélyes áruk olyan anyagok és tárgyak, amelyek szállítását az ADR tiltja vagy a szabályzatban megadott biztonsági szabályokhoz köti.

A környezetre veszélyes mérgező égéstermékek hatásainak vizsgálata

A veszélyes anyagok nem csak a vízi környezetre jelenthetnek veszélyt. Kiemelt környezeti veszélyeztetettséget okozhat a veszélyes árun és a kereskedelmi célú raktárbázisok létesítményeiben jelen lévő veszélyes anyagokon kívül a tárolt veszélyes anyagnak nem minősülő termékek tüzeiből felszabaduló mérgező anyagok kérdésköre, amelyet a raktártüzek egyik fő, súlyos baleseti eseménysorozatnak kell kezelni.⁸ A szennyezett oltóvíz felfogásával foglalkozó német műszaki útmutató⁹ felhasználásával készült 1. táblázat bemutatja, hogy egyes szintetikus anyagokból milyen mérgező vagy környezetre veszélyes égéstermékek képződhetnek.

⁷ ÉRCES–VASS 2018.

⁸ KÁTAI–URBÁN 2023.

⁹ VdS 2557 2013.

1. táblázat: Szintetikus anyagokból keletkező mérgező és környezetre veszélyes anyagok

Szintetikus anyag (rövidítés)	CO, CO ₂ (mérgező/éghető)	HCl, HF (maró/mérgező)	HCN (mérgező/éghető)	PAH (mérgező/éghető)	PHDD/ PHDF (mérgező)	Nagyon kormozó
Polietilén	#					
Polipropilén	#					
Polisztirol	#			(#)		#
Polivinil-klorid	#	##		(#)	(#)	
Poliuretán	#		##	(#)		
Poliamid	#		##			
Polikarbonát	#					
Poli(tetrafluoretilén)	#	##				
Poli(oximetilén)	#					
Akrilnitril- butadién-sztirol	#		##			#
Polietilén- tereftalát	#			(#)		
Poli(metil-metakrilát)	#					
Fenol-formaldehid	#					
Telítetlen poliésztergyanta	#					
Szilikon	#					
Műgumi	#			(#)		#
Klórkaucsuk	#	##			(#)	

Forrás: Kátai-Urbán Maxim szerkesztése

Az 1. táblázatban a következő rövidítéseket alkalmaztuk:

- CO = szén-monoxid; CO₂ = szén-dioxid; HCl = sósav, hidrogén-klorid; HF = hidrogén-fluorid; HCN = cián-hidrogénsav, hidrogén-cianid; PAH = policiklusos aromás szénhidrogének; PCDD = poliklórozott dibenzodioxinok; PCDF = poliklórozott dibenzofuránok;
- (#) = kis mennyiségű veszélyes anyag képződése lehetséges;
- # = igencsak valószínű veszélyes anyagok képződése;
- ## = nagy mennyiségű veszélyes anyag képződése várható.

A táblázat adatainak elemzését követően megállapíthatjuk, hogy a természeti környezetre az egyik legnagyobb terhelést a műanyagok égése jelenti. Az égés során a veszélyes anyag összetételétől függően a vizsgált anyagokban jelen lévő arzén-, kén-, nitrogén-, klór-, fluor- és brómatomokból mérgező termékek keletkeznek. Ilyen anyag lehet például az arzén-oxid, a kén-dioxid, a nitrogén-dioxid, a sósavgáz, a hidrogén-fluorid, a bróm és a hidrogén-bromid.

A szennyezett oltóvíz felfogásával foglalkozó német útmutató a mellékletében rögzíti, hogy a veszélyes anyagnak nem minősülő termelési és építőanyagokból milyen vízi környezetre veszélyes anyagok keletkezhetnek. Így például halogéneket, nitrogént, ként vagy más aromás összetevőket tartalmazó műanyagokból (például a PVC-ből, azaz polivinil-kloridból, poliamidból, polisztirolból) sósav, cián-hidrogénsav, hidrogén-szulfid, esetleg dioxin/furán szabadul fel.

A veszélyes anyagok környezetre gyakorolt hatásainak áttekintése

A logisztikai raktárakban tárolt veszélyes anyagok a környezetre akkor gyakorolhatnak hatást, ha üzemszabart követően a szabadba kerülnek. A veszélyes anyagok kibocsátásakor különböző veszélyes anyaggal kapcsolatos súlyos baleseti eseménysorok bekövetkezése prognosztizálható, amelyek a tüzek, a robbanások, a mérgező anyagok terjedésével vagy mérgező égéstermék kibocsátásával járhatnak.¹⁰

Az 1. ábra sematikusan bemutatja a veszélyesanyag-raktározás során a környezetbe jutó veszélyes anyagok jelenlétében bekövetkezett súlyos balesetek folyamatát. A veszélyes anyag a környezetbe kerülve végső soron levegő-, talaj és vízszennyezéshez vezethet. A megelőzési műszaki, irányítási és vezetési intézkedések segítségével e hatások kiküszöbölhetők és csökkenthetők. A logisztikai raktárban esetlegesen keletkező tűz következtében a veszélyes anyagok vagy veszélyes áru csomagolási egységei sérülhetnek, aminek következtében azok a szabadba kerülhetnek.

A tűz oltása során használt oltóvíz a szabadba kerülő veszélyes anyagokkal vagy veszélyes áruval keveredik.¹¹ Veszélyes anyaggal szennyezett oltóvíznek (a továbbiakban: szennyezett oltóvíz) tekintek minden olyan keletkező oltóvizet, amely a környezetbe jutva jelentős környezeti állapotromlást és anyagi kárt okoz. A szennyezett oltóvíz tulajdonságai alapján elsődlegesen egészségi, valamint környezeti veszélyeket hordozhat magában. Nem tekintem szennyezett oltóvíznek az olyan oltóvizet, amely bár tartalmaz veszélyes anyagot vagy veszélyes árut, azok mennyisége az oltóvíz mennyiségéhez képest elhanyagolhatónak mondható. Ebben az esetben a veszélyes anyag vagy veszélyes áru koncentrációja nagyon alacsony, ezért a természeti és mesterséges környezetben jelentős környezeti állapotromlást vagy kárt nem okoz.

Az oltóvíz mennyiségére vonatkozóan az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról szóló 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet (OTSZ), valamint a *Beépített tűzoltó berendezések tervezése, telepítése* című tűzvédelmi műszaki irányelv¹² tartalmaz előírásokat és ajánlásokat. Az oltóvíz mennyisége nagymértékben befolyásolja a szennyezett oltóvíz hatásait. Elméleti szempontból két tényezőre van kihatással: egyrészt a szennyezett oltóvízben a veszélyes anyag vagy veszélyes áru koncentrációjára, másrészt pedig a szabadba – védelmi záron kívüli – kibocsátás esetén a terjedési távolságra. Az elméletileg optimális mennyiségű oltóvíz használata akkor valósulhatna meg, ha a tüzet eloltják, a veszélyes anyag vagy veszélyes áru koncentrációja alacsony, valamint a keletkező szennyezett oltóvíz mennyisége minimális. Az oltóvízmennyiség tervezése alapvetően az oltáshoz szükséges idő, azaz a beépített tűzoltó berendezések üzemeltetési idejének figyelembevételével történik.

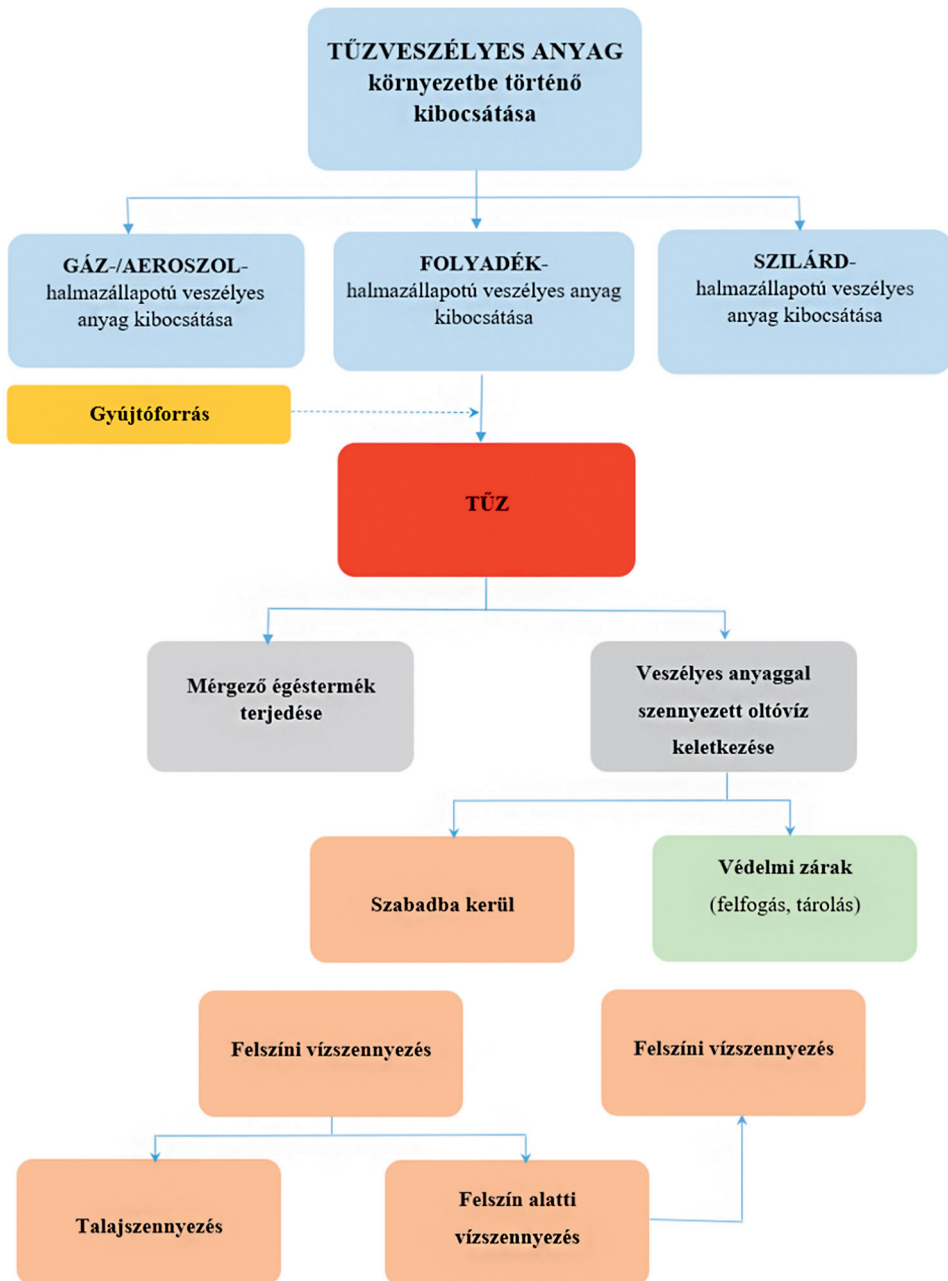
Fontosnak tartjuk megjegyezni, hogy a *Beépített tűzoltó berendezések tervezése, telepítése* című tűzvédelmi műszaki irányelv már tartalmaz az oltóvízfelfogásra vonatkozó előírásokat. Ilyen a 4.8.1.3.6 sorszámú rendelkezés, amely szerint „[m]eg kell fontolni az oltóvíz és az esetlegesen azzal keveredő, oldódó, vegyülő egyéb anyagok elvezetését, időleges

¹⁰ Ministry for Housing, Spatial Planning and the Environment 1997.

¹¹ UN ECE 2019.

¹² Tűzvédelmi Műszaki Irányelv 2020.

tárolását és kezelését”. A gyakorlati tapasztalatok szerint ugyanakkor a tervezésnél nagyobb mennyiségű oltóvizet szoktak felhasználni.



1. ábra: A környezetbe kikerülő veszélyes anyagok környezetszennyező hatásai

Forrás: Kátai-Urbán Maxim szerkesztése

Az oltóhab környezetkárosító hatásának bemutatása

A szerzők véleménye szerint a jelentős tüzesetek során keletkező szennyezett oltóvíz fel-fogása és kezelése mellett ki kell emelni a habképző anyagok környezetterhelő hatásait is. Nemzetközi¹³ és hazai¹⁴ tanulmányokból megismerhető, hogy a tűzveszélyes anyagok, különösen a szénhidrogének oltása – a PFOS- és PFAS-összetevőket tartalmazó habképző anyagok környezetszennyező volta miatt – összetett és megoldandó tudományos problémát jelent. A vizsgált témában keletkezett nemzetközi szakirodalom viszonylag széles körben elemzi a tudományos probléma megoldási lehetőségeit. Szakmai információt találhatunk a *PFAS Central* nevű honlapon,¹⁵ ahol a kapcsolódó európai uniós szabályozás kidolgozásával kapcsolatos ütemtervet¹⁶ is megtalálhatjuk. A 2020/784 európai bizottsági rendelet többek között a folyékony tüzelőanyagok tüzeinek az oltására 2025. július 4-ig engedélyezi az érintett vegyületek tűzoltási célra való felhasználását.¹⁷

A PFOS- és PFAS-összetevőket tartalmazó habképző anyag önmagában – a veszélyes anyag vagy áru nélkül – veszélyes a környezetre, mivel a toxikológiai vizsgálatok alapján rákkeltő hatása. A per- és polifluorozott alkil vegyületek határértékére az Európai Unió 2008-ban módosított szabályozása a 2006/60/EK Vízketirányelv a felszíni vizekre 0,00065 µg/l koncentrációt határoz meg. Az ivóvízre vonatkozó határérték kidolgozása folyamatban van, a szakmai javaslat szerint az összes PFA-vegyületre 0,50 µg/l, illetve a PFA-vegyületek összegére 0,10 µg/l koncentrációérték alkalmazandó. Tekintettel arra, hogy az oltóhab használata raktártűz esetén megelőző jellegű, külön az oltóhabok környezetre gyakorolt hatásaival nem foglalkozom, mivel nem tekintem veszélyes anyaggal szennyezett oltóvíznek. Ugyanakkor a veszélyes anyaggal szennyezett oltóvíz kezelésére adott megoldási javaslataink általános jelleggel alkalmazhatók az oltóhabok esetében is.

A habképző anyagok környezetszennyező hatása a jelen tanulmányban általunk vizsgált „veszélyes anyagok és áruk tárolásának” részterülete mellett valamennyi veszélyes anyaggal foglalkozó létesítményt vagy szállítási tevékenységet érinthet. A habképző anyagok PFOS-tartalma esetenként jelentősebb és hosszabb időtartamra kiterjedő környezeti kárt okozhat a felszíni és a felszín alatti vízkészletben, ilyenek például a mérgező égéstermékek környezeti hatásai. Ez egyúttal azt is jelenti, hogy az ilyen környezetkárosítások megelőzése más preventív és védekezési stratégiát, eljárásokat és módszereket igényel, mint más súlyos baleseti környezeti károk elkerülése. Meglátásom szerint a veszélyes anyag jelenlétében történő tűzoltásban a habképző anyagok „*minőségi zöldítése*”, a környezettudatos habanyag kiválasztása, továbbá a minimalizált és felügyelt felhasználás az egyik leghatásosabb környezetterhelés-csökkentő módszer lehet.

¹³ ALLCORN et al. 2018.

¹⁴ PIMPER 2016.

¹⁵ Lásd: <https://pfascentral.org/about/>

¹⁶ European Commission 2022.

¹⁷ SINKÓ 2020.

A környezetszennyező hatású oltóanyagkészletek felszámolásának, a fluormentes habanyagok bevezetésének kérdésköre szintén fontos határidőkhöz kötött jogi szabályozás kidolgozását is érintő nemzetközi törekvéseken nyugvó kutatásokat eredményezhet.

Összefoglalva megállapítható, hogy a habképző anyagokkal kapcsolatos környezetvédelmi hatások szakirodalmi viszonylag széles körű, azonban jelen kutatás témáját ez a jelentősnek mondható környezetbiztonsági probléma meghaladja, és önálló kutatási feladatot ad a szakterület kutatóinak.

Az oltóvízmennyiség számításához használt nemzetközi eljárások vizsgálata

A következőkben a szerzők az oltóvízmennyiség megállapítására nemzetközileg alkalmazott eljárásokat vizsgálják meg.

Az üzemeltetői gyakorlati tapasztalatokra épülő eljárások

A nemzetközi gyakorlatban elfogadott Sandos and Ciba (S&C) eljárás a tárolt veszélyes anyag tonnánkénti mennyiségéhez 3–5 m³ oltóvizet rendel a tűzveszélyes anyag mennyiségétől, veszélyességi osztályától és a tűz időtartamától függően.¹⁸

Az ún. Buncefield eljárást szintén külföldi üzemeltetői környezetben, az üzemanyag-bázis-telepek esetében alkalmazzák, amikor 1 tonna tárolt anyaghoz 1–3 m³ oltóvízzel számolnak.¹⁹ A számítási módszer elnevezését a 2005-ben az Egyesült Királyságban a buncefieldi üzemanyag-bázis-telepen bekövetkezett jelentős környezeti katasztrófa adta.

Az Imperial Chemical Industries (ICI) eljárást az adott gazdálkodó szervezet belső használatára dolgozták ki a vegyi üzemből keletkező tüzek jellemzésére. Ez különböző veszélyeztetettségű létesítmények tüzeihez eltérő oltóvízmennyiséget rendel a következő táblázatban²⁰ megadott módon.

2. táblázat: Oltóvízszükséglet az ipari létesítmény veszélyeztetése alapján

Sz.	Az ipari létesítmény által okozott veszélyeztetés mértéke	Oltóvízszükséglet köbméterben 4 órára számolva
1.	Nagyon súlyos	1620–3240
2.	Közepesen súlyos	1080–1620
3.	Alacsony	540–1080

Forrás: Kátai-Urbán Maxim szerkesztése

¹⁸ International Organization for Standardization 2012.

¹⁹ Energy Institute 2023.

²⁰ IChemE 1998.

Azok az ipari telephelyek tartoznak a nagyon súlyosan veszélyeztetett csoportba, ahol 500 tonnánál több tűzveszélyes anyagot tárolnak lobbanáspont felett, vagy 50 tonnánál több PB-gázt tárolnak forráspont és 50 bar felett, vagy 100 tonnánál több szilárd öngyulladó anyagot tárolnak. Az alacsony veszélyeztetettségi érték esetében a fenti mennyiségek sorrendben 5 tonna, 100 kg és 1 bar, 5 tonna. A két érték között helyezkedik el a közepes kategória.

A hőterhelés számítására épülő eljárás

A hőterhelésre épülő eljárás esetében először az összes hőterhelést számítják ki, amely a mobil (termékek, tárolt anyagok, berendezések) Q_m hőterhelésnek és a nem mobil (épület, burkolat stb.) hőterhelésnek Q_{im} az összege.²¹

$$Q_{total} [GJ] = Q_m [GJ] + Q_{im} [GJ] \quad (1)$$

Az oltóvíz szükséges mennyiségének megállapításához a hőterhelés összegét Q_{total} el kell osztani $2,6 \text{ GJ/m}^3$ értékkel, amely a víz hűtőtéljesítménye. A publikációban megadott tudományos vizsgálatok szerint az oltóvíznek csak a fele jut el az égett anyaghoz párolgás miatt. Ezért a szükséges számított mennyiségű oltóvíz kétszeresére van szükség. A modell egyenletét az alábbiakban részletezem.

$$R [m^3] = Q_{total} [GJ] / 2,6 [GJ/m^3] \quad (2)$$

Nemzetközileg alkalmazott útmutatókban előírt eljárások

A Német Szövetségi Köztársaság Hessen tartományában használt eljárást 312 tüzeset empirikus adatai alapján dolgozták ki. Ott a következő egyenletek szerint számolnak:

600 m^2 -t el nem érő tűzfelület esetében:

$$R [m^3] = \text{tűz felülete} (m^2) \times 0,135 \quad (3)$$

600 m^2 -t elérő tűzfelület esetében:

$$R [m^3] = \text{tűz felülete} (m^2) \times 0,18 \quad (4)$$

A svájci oltóvízszámítási útmutatót²² a 23 svájci önkormányzat hatóságai alkalmazzák. Az oltóvíz mennyisége a védelmi intézkedésektől, a tárolórendszerrel, a veszélyes anyagok tűzkockázatától és a tűzszakasz méretétől függ. Az alábbi egyenlet szerint számítják az oltóvíz mennyiségét:

$$R [m^3] = \text{elméleti térfogat} [m^3] \times \text{tárolási tényező}, \quad (5)$$

ahol az elméleti térfogatot empirikus adatok alapján, táblázatból lehet megkapni, míg a tárolási tényező függ a veszélyes anyag tömegének és a tárolóterület hányadosától, amely lehet 0,5; 0,8; 1,0 vagy 1,2.

²¹ IChemE 2012.

²² Kanton St. Gallen Amt für Umwelt 2017.

A VdS 2557 számú német útmutató eljárása alapján kidolgozott komplex formula több, főként empirikus úton, ipari tapasztalatok és tudományos megfigyelések útján meghatározott tényezőt vesz figyelembe. Az eljárás alapjául szolgálnak a következő jellemzők: a tűzveszélyes anyag mennyiségi és minőségi adatai, a jelzőrendszer rendelkezésre állása, a legnagyobb tűzszakasz mérete, a létesítményi tűzoltóság típusa és a tűzvédelmi infrastruktúra.

A tanulmány korábbi részében már említett ENSZ EGB-útmutató az oltóvíz mennyiségének számításához a következő képletet javasolja használni:

$$V = \{ (A * SWL * BAF * BBF) + M \} / BSF \quad (6)$$

$V [m^3]$: az oltóvízhez számított felfogott mennyisége,

$A [m^2]$: tényleges tűzszakasz terület,

$SWL [m^3 / m^2]$: fajlagos vízkidás,

BAF : tűzszakaszterületi tényező (mértékegység nélkül),

BBF : tűzterhelési tényező (mértékegység nélkül),

$M [m^3]$: az összes gyártási, üzemelési és tárolt folyadék mennyisége W GK-besorolással vagy anélkül az érintett tűzszakaszban,

BSF : tűzvédelmi tényező (mértékegység nélkül).

A képletben szereplő tényezők értékeit az útmutató táblázataiban található adatok alapján lehet kiválasztani. Az interneten hozzáférhető számító tábla segítséget nyújt a felhasználóknak.

Az ENSZ Európai Gazdasági Bizottságának ajánlása

A tanulmány korábbi részében már említett ENSZ EGB-útmutató szintén foglalkozik az oltóvíz mennyiségének megállapításával. Az ENSZ EGB szakértői munkacsoportja (Joint Expert Group, JEG) által kidolgozott úgynevezett JEG-eljárás alapján a védett terület legnagyobb tűzszakaszának minden négyzetméterére egy köbméter felfogó medence térfogatának megállapításához szükséges oltóvízmennyiséget számol.

$$R [m^3] = A_f [m^2] \quad (7)$$

ahol: A_f – a legnagyobb tűzszakasz területe $[m^2]$.

A számított oltóvízmennyiség a fenti mennyiség 10%-ára csökkenthető, amennyiben a létesítmény területén beépített automatikus tűzoltó berendezést alkalmaznak. Ezt nevezzük csökkentett JEG számítási eljárásnak.

$$R [m^3] = 0,1 \times A_f [m^2] \quad (8)$$

ahol: A_f – a legnagyobb tűzszakasz területe $[m^2]$.

Befejezés

A kutatásunk alapján az alábbi fontosabb következtetések vonhatóak le:

1. A veszélyes anyaggal foglalkozó gazdálkodó szervezetek telephelyein (raktáraiban) a tárolási tevékenység a jelen lévő veszélyes anyag mennyiségi és minőségi tulajdonságai, illetve a tevékenység jellege alapján vizsgálható.

2. Külön iparbiztonsági és környezetbiztonsági kutatási problémát jelent a környezetre veszélyes fluortartalmú összetevőket is tartalmazó habképző anyagok kiváltása úgynevezett „zöld habképző anyagokkal”, amelyek vonatkozásában számos tűzoltási, gazdaságossági és műszaki kérdést lehet meghatározni.
3. A szennyezett oltóvíz mennyiségének számítási műszaki eljárása tekintetében megállapítható, hogy az ENSZ EGB-útmutatóban részletezett módszertanok közül a német és a svájci útmutatókban használtak egyértelműen felhasználásra javasoltak a pontos számítások elkészítésére. Az eljárások közül a svájci útmutatóban szereplő módszer ajánlható hazai adaptálásra, annak kevésbé szofisztikált eljárása miatt. Véleményünk szerint az ENSZ EGB JEG-modellje – annak egyszerűsége miatt – alkalmas lehet a már üzemelő logisztikai raktárak esetében való felhasználásra.
4. A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek megelőzése a védelemben részt vevő nagyszámú szervezet együttműködését igényli, hiszen „ehhez folyamatos és időszzerű információcsere, valamint a feladatok időbeni és térbeli szinkronizálása szükséges, hogy elkerülhető legyen a partnerek párhuzamos (és ezáltal felesleges) munkája”.²³
5. A hazai iparbiztonsági felsőoktatásban, valamint a hagyományos iparbiztonsági tevékenységi területeken képzést kell biztosítani az ipari környezetszennyezés megelőzése érdekében.²⁴ Eredményeimet ajánlom továbbá oktatási segédletként való felhasználásra a katasztrófavédelmi felsőoktatásban.

Irodalomjegyzék

- ALLCORN, M. et al. (2018): *Fluorine-free Firefighting Foams (3F). Viable Alternatives to Fluorinated Aqueous Film-Forming Foams (AFFF)* Online: https://ipen.org/sites/default/files/documents/IPEN_F3_Position_Paper_POPRC-14_12September2018d.pdf
- BEREK Tamás – FÖLDI László – PADÁNYI József (2020): The Structure and Main Elements of Disaster Management System of the Hungarian Defence Forces, with Special Regard to the Development of International Cooperation. *AARMS*, 19(1), 17–26. Online: <https://doi.org/10.32565/aarms.2020.1.2>
- CIMER Zsolt – SZAKÁL Béla (2015): Control of Major-Accidents Involving Dangerous Substances Relating to Combined Terminals. *Science for Population Protection*, 7(1), 1–11. Online: www.population-protection.eu/prilohy/casopis/eng/21/98.pdf
- Energy Institute (2023): *Model Code of Safe Practice Part 19: Fire Precautions at Petroleum Refineries and Bulk Storage Installations*. Online: <https://publishing.energyinst.org/topics/process-safety/risk-assessment/model-code-of-safe-practice-part-19-fire-precautions-at-petroleum-refineries-and-bulk-storage-installations>
- ÉRCES Gergő – VASS Gyula (2018): Veszélyes ipari üzemek tűzvédelme, ipari üzemek fenntartható tűzbiztonságának fejlesztési lehetőségei a komplex tűzvédelem tekintetében. *Műszaki Katonai Közlöny*, 28(4), 2–22. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/1489/808>
- European Commission (2022): *Commission Staff Working Document Restrictions Roadmap Under the Chemicals Strategy for Sustainability*. Online: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/49734>

²³ BEREC–FÖLDI–PADÁNYI 2020.

²⁴ VASS 2017.

- ICHEMÉ. (1998): *A Methodology for Assessing and Minimising the Risks Associated With Firewater Run-off on Older Manufacturing Plants*. In *Advancing Chemical Engineering Worldwide*, IChemE, Symposium Series No. 144. Dublin. Online: <https://icheme.myshopify.com/products/hazards-xiv-cost-effective-safety-symposium-series-144>
- ICHEMÉ. (2012): *Fire Water Retention – Latest Guidance for Appropriate Design* Online: www.pmgroupp-global.com/news/un-firewater-retention-gu/Paper-37.pdf
- International Organization for Standardization (2012). *Environmental Damage Limitation From Fire-Fighting Water Run-off*. ISO/TR 26368. Online: www.iso.org/standard/43530.html
- Kanton St. Gallen Amt für Umwelt (2017): *Beurteilungshilfe zur Löschwasser-Rückhaltung*. Online: www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/umweltschutz/betrieblicher-umweltschutz/fachbereiche/leitfaden_loeschwasserrueckhaltung
- KÁTAI-URBÁN Maxim (2022): Examination of the Firewater Pollution Prevention Regulation in Hungary. *Hadmérnök*, 17(1), 57–66. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2022.1.4>
- KÁTAI-URBÁN Maxim (2023): Veszélyes anyagok és áruk tárolásának biztonsága, különös tekintettel a baleseti vízszennyezésre. *Hadmérnök*, 18(1), 29–41. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2023.1.3>
- Ministry for Housing, Spatial Planning and the Environment (1997): *Guidelines for Quantitative Risk Assessment – CPR 18E*. The Hague: VROM, PGS. Online: <https://content.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl/documents/PGS3/PGS3-1999-v0.1-quantitative-risk-assessment.pdf>
- NAGY Rudolf (2023): A munkahelyi kémiai ártalmak és az iparbiztonság. *Polgári Védelmi Szemle*, 15(19), 261–279.
- PIMPER László (2016): *A mobil tartálytűzoltás taktikáinak és alkalmazott technikai eszközeinek fejlesztése*. Budapest: NKE. Online: <https://tudasportal.uni-nke.hu/xmlui/handle/20.500.12944/12364>
- SÁROSI György (2006): *Veszélyes áru raktárlogisztika – korszerű követelmények*. Budapest: Complex.
- SINKÓ László (2020): Zöld tűzoltó habképző anyagok – új előírások a PFOS-t és PFOA-t tartalmazó tűzoltó habképző anyagokról. *Védelem Katasztrófavédelmi Szemle*, 27(6), 19–20.
- SZAKÁL Béla – CIMER Zsolt (2014): Major Disaster Recovery Plans. *The Science for Population Protection*, 6(1), 1–7. Online: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=7bb-da78dfdeea7e4b0d8c419c22053bc2ac90bfe>
- UN Economic Commission for Europe (2019): *Safety Guidelines and Good Practices for the Management and Retention of Firefighting Water*. Geneva: United Nations. Online: www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2019/TEIA/Publication/1914406E_web_high_res.pdf
- VASS Gyula (2017): Industrial Safety Training in Disaster Management Higher Education in Hungary. *Pozhary i Chrezvychnyie Situacii: Predotvrashenie Likvidacia*, 8(2), 80–84. Online: <https://doi.org/10.25257/FE.2017.2.80-84>
- VdS 2557. *Planning and Installation of Facilities for Retention of Extinguishing Water* (2013). Online: <https://shop.vds.de/publikation/vds-2557en>

Jogi források

2000. évi XXV. törvény a kémiai biztonságról
2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról
- 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról
- A Bizottság (EE) 2020/784 Felhatalmazáson Alapuló Rendelete (2020. április 8.) az (EU) 2019/1021 európai parlamenti és tanácsi rendelet I. mellékletének a perfluor-oktánsav (PFOA), a PFOA sói és a PFOA-rokon vegyületek felvétele tekintetében történő módosításáról
- Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road ADR

Az Európai Parlament és a Tanács 2000/60/EK irányelve (2000. október 23.) a vízpolitika terén a közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról

UN Economic Commission for Europe. Convention on Transboundary Effects of Industrial Accidents, done at Helsinki, on 17 March 1992