

36. Országos Tudományos Diákköri Konferencia
Had- és Rendészettudományi Szekció
Budapest, 2023. április 18-20.
Nemzeti Közzolgálati Egyetem
Rendészettudományi Kar

Kármentők tervezésénél felmerülő környezeti és műszaki problémák hatásvizsgálata

Jelige: KÁRMENTŐ514

Pályamunka lezárásának időpontja: 2023.11.

2024.

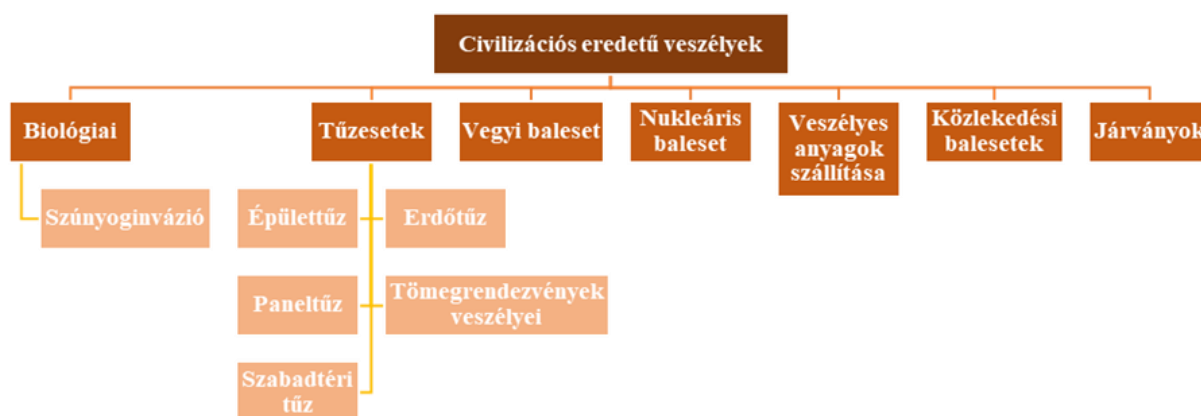
Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	3
2. Hipotézis, a kutatási terület lehatárolása	7
2.1. Hipotézis.....	8
2.2. A kutatási terület lehatárolása.....	8
3. Vonatkozó nemzetközi és hazai jogszabályok, ajánlások	8
3.1. Nemzetközi előírások, útmutatók	9
3.2. Hazai jogszabályi környezet, szabványok	13
3.3. Megállapítás	15
4. A kármentő méretezésével kapcsolatos anomáliák	15
4.1. A méretezési anomáliák.....	15
4.2. Hatásterület megállapítása szoftveres modellezéssel	19
4.2.1. DNV Phast szoftver bemutatása	19
4.2.2. Alapadatok.....	19
4.2.3. Modellezés eredményei	21
4.3. Gyakorlati tapasztalatok	25
5. Műszaki ajánlás megfogalmazása	25
6. Összefoglalás	26
7. Felhasznált irodalom	28
8. Jogszabályok jegyzéke	30
9. Szabványok jegyzéke	31
10. Ábrák jegyzéke	32
11. Táblázatok jegyzéke	33

1. BEVEZETÉS

Környezetmérnöki tanulmányaim során többször találkoztam már az iparbiztonság, illetve a környezetvédelem témaköreivel. Láttam azt, hogy számos környezetszennyezés köthető az iparhoz, illetve az ipari tevékenységekhez. Szerettem volna jobban megismerni az üzemekben használt környezetvédelmi előírásokat, módszereket és eljárásokat. Így találtam a kármentőkre, mint műszaki megoldásra, melyek az üzemi balesetek környezetkárosító hatásainak mérséklését hivatottak szolgálni.

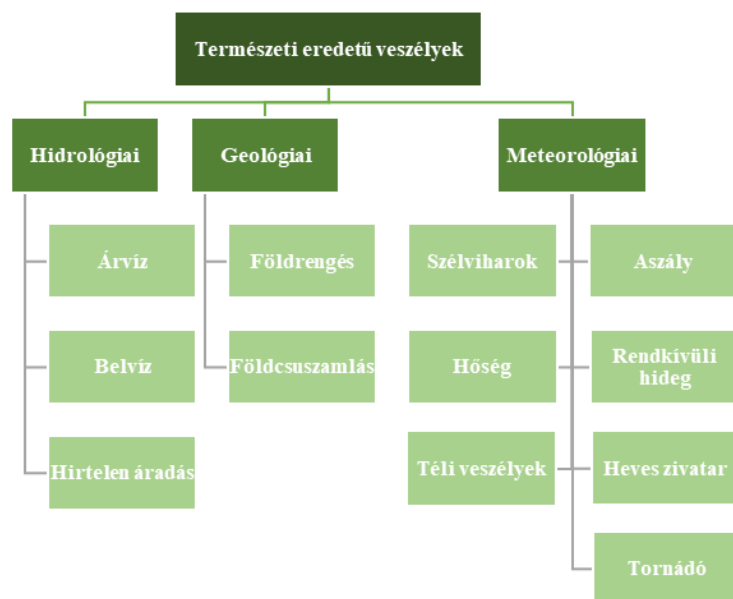
Az emberiség története során számos katasztrófával nézett szembe melyek kezdetben környezeti jellegűek voltak. Ide sorolhatók a földrengések (i.e. 464 Spárta), özönvizek (1838. Duna áradása). A társadalmak fejlődésével viszont megjelentek a civilizációs katasztrófák (1666. londoni tűzvész). A népesség növekedésével bővült a katasztrófák köre, így rendszerezésük szükségessé vált. Ezeket részletezi az 1. és a 2. ábra. Jól látható, hogy számos civilizációs veszélyt különböztetünk meg. Ezek közül több is a modern világhoz köthető, illetve vannak, melyek között szoros kapcsolat van (például: szúnyoginvázió – járvány).



1. ábra: Civilizációs eredetű veszélyek¹

A 2. ábra által szemléltetett természeti eredetű veszélyek is több különböző részre tagolhatók. Valamint megállapítható, hogy a civilizációs kockázatokhoz hasonlóan, több elem is kapcsolatban van egymással (például: heves zivatar – hirtelen áradás).

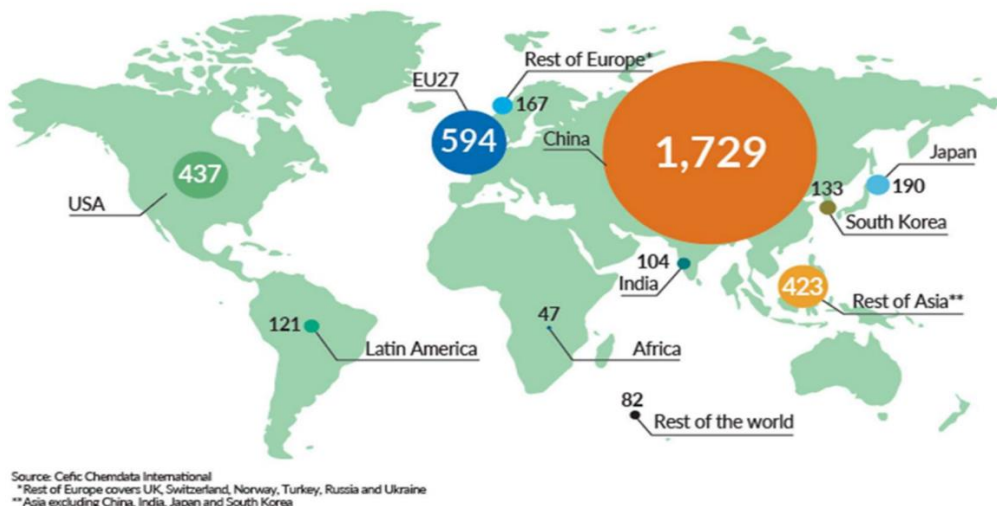
¹ Berger Á. (2021): Súlyos balesetek káros hatásainak vizsgálata. Védelem Tudomány – VI. évfolyam 2. szám, 2021. április. pp. 175-191. ISSN 2498-6194



2. ábra: Természeti eredetű veszélyek²

A mindennapjaink elképzelhetetlenek vegyi anyagok felhasználása nélkül. Ahhoz, hogy a kiskereskedelemben a vegyi termékek elérhetővé váljanak, vegyi anyagokat nagy mennyiségben gyártó és felhasználó ipari vállalkozásoknak kell működniük. Szakirodalmi források alapján a vegyianyag gyártás tekintetében Kína, EU és az USA a sorrend, mint az 3. ábra is mutatja.³

A világ vegyi anyag kereskedelme (2021, 4,026 milliárd euró)



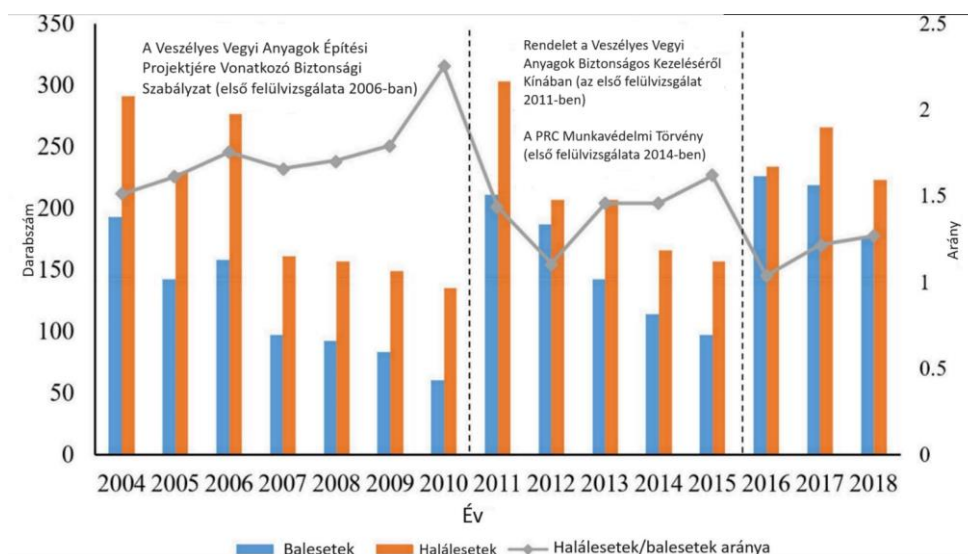
3. ábra: A világ vegyi anyag értékesítése (2021)⁴

² U.o. 1. l.j.

³ Chen C., Reniers G. (2020): Chemical industry in China: The current status, safety problems, and pathways for future sustainable development. Safety Science, 128, art. no. 104741

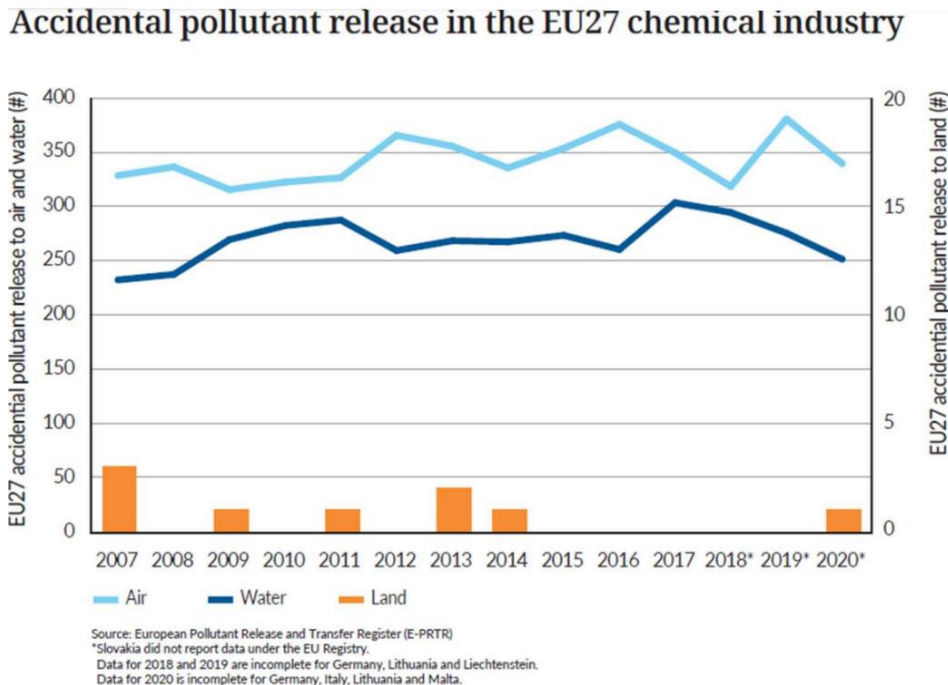
⁴ The European Chemical industry (2023): Facts and Figures 2023 – A vital part of Europe's Future. 23 February 2023. Elérhető: <https://cefic.org/app/uploads/2023/03/2023-Facts-and-Figures.pdf>

A vegyipari termelés volumenében éllóvas Kínában 2016-2018 között, a vegyi balesetek száma évente meghaladta a 150 esetet, azaz kétnaponta átlagosan egy vegyi baleset történt. (4. ábra)



4. ábra: Veszélyes anyagokkal kapcsolatos balesetek Kínában (2004-2018)⁵

Az EU-ban a véletlen szennyezőanyag-kibocsátások száma szintén magas, mint azt az 5. ábra is mutatja.

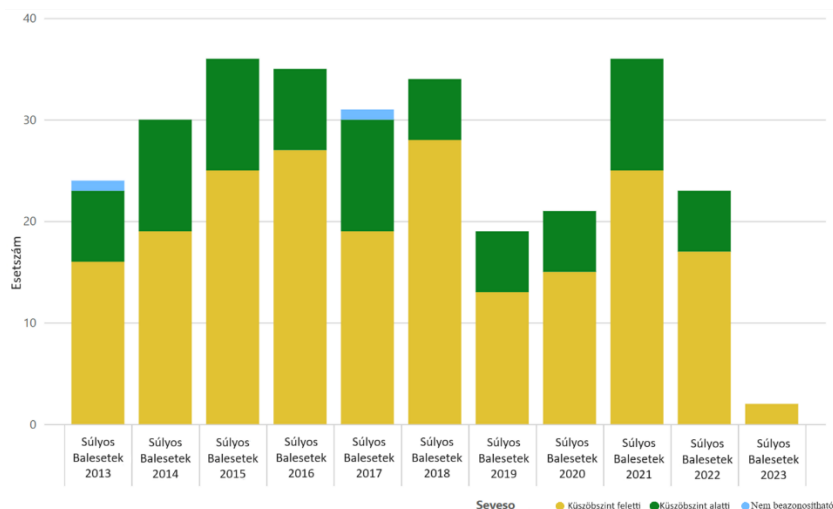


5. ábra: Véletlen szennyezőanyag-kibocsátás az EU-27 vegyiparából⁶

⁵ U.o. 3. l.j.

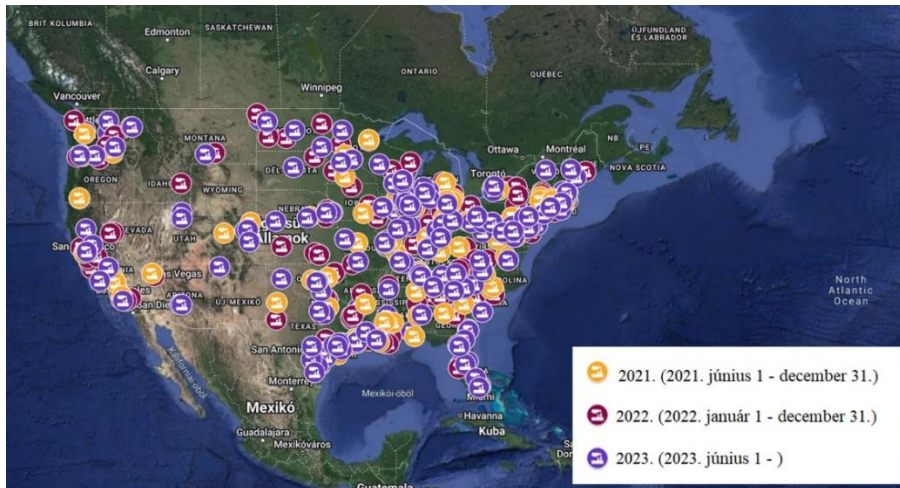
⁶ U.o. 3. l.j.

Az EU-ban bekövetkezett veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek száma átlagosan évente 20-40 eset közé tehető. Ezen események statisztikai gyűjtése külön adatbázisban történik, melyen követhető a számszerű alakulások az eltérő üzemszintek vonatkozásában. (6. ábra)



6. ábra: Súlyos balesetek az EU-ban (2013-2023)⁷

A vegyi balesetek vonatkozásában az USA-ban is hasonló statisztika figyelhető meg, mely szerint átlagosan kétnaponta történik egy vegyi baleset.⁸ (7. ábra)



7. ábra: Veszélyes anyagokkal kapcsolatos balesetek az USA-ban (2021-2023)⁹

⁷ European Commission, JRC Science Hub – MINERVA Portal. Elérhető: <https://emars.jrc.ec.europa.eu/en/emars/statistics/statistics>

⁸ EcoWatch (2023): U.S. Averages One Chemical Accident Every Two Days, Analysis Finds. Elérhető: <https://www.ecowatch.com/chemical-accident-frequency-us.html>

⁹ Google, INEGI Műholdképek ©2023 NASA, TerraMetrics: Was there a chemical incident in your area recently? Elérhető: https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1zCj2AS1ynDT__bvSw_NadCU5vaNdNuXW&ll=41.505414689407665%2C-101.77086942717371&z=4

Elvitathatatlan, hogy a környezet állapotának megóvása a fenntartható fejlődés egyik legfontosabb alapeleme. Ezért az EU-ban számos közös környezetvédelmi jogszabály – például környezeti hatásvizsgálat, Seveso Direktíva – foglalkozik a „veszélyes tevékenység” engedélyezésének kérdéskörével.

A gyakorlatban nagy mennyiségben vegyi anyagot gyártó, felhasználó ipari vállalkozásoknak már az építkezési eljárást megelőzően környezeti hatásvizsgálati eljárást kell lefolytatniuk. Az eljárás célja a tervezett beruházás környezeti hatásainak meghatározása és a környezethasználat feltételeinek megállapítása.

A környezeti hatásvizsgálati eljárás eredményeként meghatározott környezethasználati feltételek teljesítése – számos esetben – a kivitelezés során felemásan valósulnak meg, ezért a tervezett funkció nem teljeskörűen valósul meg, ezért a környezetszennyezés kockázata növekszik.¹⁰ A nem megfelelő üzemi működés a környezetszennyezés bekövetkezésének valószínűségét tovább növeli.¹¹

Kutatásaim során a vegyi anyag gyártás, felhasználás részszeletét vizsgálom: a vegyi anyag tárolás keretei között a kármentő kialakításának és üzemeltetésének témakörével foglalkozom.

A kármentő célja, hogy egy esetlegesen bekövetkező vegyi anyag tároló egység meghibásodásakor felfogja a szabadba kerülő vegyi anyagot, elkerülve a jelentős mértékű környezetszennyezés kialakulását. A kármentő méretezése látszólag egyszerű műveletnek tekinthető, ugyanakkor dolgozatomban rámutatok a tématerület komplexitására. Kutatásaim eredményeként olyan biztonsági javaslatot, módszertant fogalmazok meg, amelyek könnyen átültethetők akár a napi gyakorlatba is.

2. HIPOTÉZIS, A KUTATÁSI TERÜLET LEHATÁROLÁSA

Ezen fejezetben bemutatásra kerülnek a szakirodalmi kutatást követően meghatározásra került hipotézisek, valamint a kutatási terület lehatárolására kerül.

¹⁰ Berger Á. (2021): A veszélyesanyag-tárolótartályok tervezésének iparbiztonsági aspektusai. Hadmérnök. 16. évfolyam (2021) 3. szám 81-86. DOI: 10.32567/hm.2021.3.5

¹¹ Berger Á. (2021): Veszélyesanyag-tároló tartály üzemeltetésének iparbiztonsági feltételrendszere. Műszaki Katonai Közlöny. 31. évfolyam (2021) 3. szám 17-31. DOI: 10.32562/mkk.2021.3.2

2.1. Hipotézis

Mint ahogyan azt a bevezetőben is bemutatam, a technológiai és műszaki folyamatokban a „0” kockázati szint nem létezik. Ez azt jelenti, hogy a technológiai berendezések meghibásodása, rendkívüli esemény bekövetkezése nem zárható ki.

A megállapítás igaz a vegyi anyagot tároló csomagolóeszközökre, berendezésekre is, így egy rendkívüli esemény bekövetkezésekor a vegyi anyag szabadba kerülése sem zárható ki. A kockázatmenedzsment szerepe kettős:

- egyrészt prevenciós intézkedésekkel (például a tároló berendezés műszaki állapotának folyamatos ellenőrzése, karbantartása) a vegyi anyag szabadba kerülési valószínűségének minimalizálása,
- másrészt védelmi zárok (például kármentő) kialakításával a rendkívüli esemény bekövetkezése esetén, a károk minimalizálása.

Feltételezem, hogy megfelelő méretezéssel és technológiai használattal egy kármentő a védelmi zár szerepét önmagában be tudja tölteni. Feltételezem továbbá, hogy a méretezéssel és technológiai üzemeltetéssel kapcsolatos jogszabályi előírások csak szükséges, de nem elégséges feltétele a kármentő védelmi zárként való funkcionálásának.

2.2. A kutatási terület lehatárolása

A TDK dolgozatomban kizárólag a folyadék halmazállapotú vegyi anyagok másodlagos felfogására szolgáló, „hagyományos”, vasbetonból készült kármentő méretezési és üzemeltetési feltételrendszerével foglalkozom.

Kutatásom nem terjed ki a védőgyűrűs – tartály a tartályban – tartályok, a duplafalú tartályok és a mobil kármentők témakörére.

3. VONATKOZÓ NEMZETKÖZI ÉS HAZAI JOGSZABÁLYOK, AJÁNLÁSOK

A bevezetőben már több esetben is utaltam a nemzetközi és a nemzeti jogszabályok és előírások jelentőségére a vegyi anyagokkal kapcsolatos ipari tevékenységeket illetően. Ezen fejezetben ismertetésre kerül – a lehatárolt kutatási terület szerinti – jogszabályi környezet.

3.1. Nemzetközi előírások, útmutatók

A kármentők méretezésével, kialakításával számos szakirodalom foglalkozik. Az angol munkabiztonságért felelős hatóság, a Health and Safety Executive (HSE) a témakörben tett ajánlásában¹²

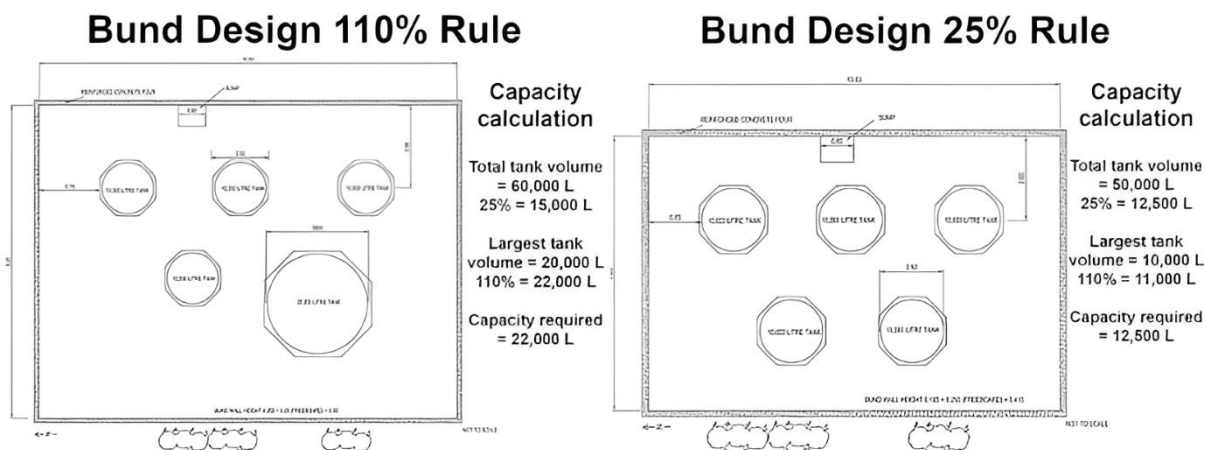
- az egy kármentőben lévő tartályok számát 60 000 m³ összkapacitásra korlátozza;
- a kármentőben összeférhetetlen anyagok tárolását tiltja;
- a kármentőt úgy kell méretezni, hogy a legnagyobb tartály kapacitásának 110%-a beleférjen, ezzel az esetleges oltóvizet, oltóhabot veszi figyelembe;
- megfelelő figyelmet kell fordítani a kármentőben összegyülekező csapadékvíz elvezetés kialakítására.

A szakanyagban az alapterület és a falmagasság arányára vonatkozóan nem jelenik meg ajánlás. Az alacsony falmagasság (1-1,5 m) előnye a könnyebb tűzoltás, hátránya viszont, hogy a veszélyes anyag a falon kívülre terjedhet.

Magas falú tartály esetében hátrány lehet, hogy amennyiben a kármentő folyadékkal megtelik, a benne lévő tartály „felúszhat”, ami katasztrofális töréshez vezethet.

Az ipari szabványok alapján a 110%-os és a 25%-os szabály alkalmazandó a kármentő tervezésénél. A 110%-os szabály akkor alkalmazható, ha csak 1 konténert (tároló egységet) tárolnak a kármentőben. Így a számítás egyszerű: a kármentőnek a tárolt konténment térfogatának legalább 110%-át kell felfognia. Ez azt jelenti, hogy ha egy tartály űrtartalma 10 000 liter, akkor a kármentőnek 11 000 liter felfogó képességűnek kell lennie. Több konténer esetében a kármentőnek olyan kapacitással kell rendelkeznie, hogy az vagy a legnagyobb konténer 110%-át, vagy a konténerek teljes térfogatának 25%-át képes legyen felfogni. Ha a konténerek össze vannak kapcsolva, ezeket egyként kell értelmezni a számítások szempontjából. A számítást a 8. ábra szemlélteti.

¹² Health and Safety Executive (2023): Secondary containment. Elérhető: <https://www.hse.gov.uk/comah/sragtech/techmeascontain.htm>



8. ábra: Példa a kármentő kapacitásának meghatározására¹³

A 8. ábra esetében, a bal oldalon a legnagyobb tartály mérete 20 000 liter, a 110%-os szabály szerint a kármentőnek 22 000 liter befogadóképességűnek kell lennie. A kármentőben lévő tartályok összkapacitása 60 000 liter, a 25%-os szabály szerint a kármentő befogadóképességének 15 000 liternek kell lennie. A kármentő mérete – ezért a nagyobb – 22 000 liter. A 8. ábra jobb oldalán látható, hogy ha a legnagyobb tartály térfogatát 10 000 literre csökkentjük, akkor a teljes térfogat 50 000 liter lesz. A 110%-os szabályt alkalmazva a kármentő szükséges befogadóképessége 11 000 liter, a 25%-os szabály alkalmazása esetén $50\,000 \times 0,25 = 12\,500$ liter. Ebben az esetben tehát a kármentő mérete a nagyobb, 12 500 literes térfogat. Az extra 10%-os kapacitás további folyadékok például az esővíz, a tűzoltó közeg és a tartályok túltöltésének lehetővé tételére szolgál.¹⁴

A kármentők felfogóterének méretezésével foglalkozik a VdS 2557. *Planning and Installation of Facilities for Retention of Extinguishing Water. Guidelines for Loss Prevention by the German Insurers* szabvány is, mely már figyelembe veszi az esetlegesen keletkező szennyezett tűzoltóvíz mennyiségét is.¹⁵

A német szakirodalomban foglaltak szerint a szennyezett oltóvíz az alábbi képlettel számolható ki:

$$V = \frac{\{(A_{act} \times SWL \times BAF \times BBF) + M\}}{BSF}, \text{ ahol}$$

¹³ GPT Environmental Management Services (2021): Bund Design, Construction, Maintenance and Repair. Elérhető: <https://gptenvironmental.co.uk/bunds>

¹⁴ U.o. 11. l.j.

¹⁵ VdS 2557. Planning and Installation of Facilities for Retention of Extinguishing Water. Guidelines for Loss Prevention by the German Insurers, VdS Schadenverhütung GmbH., Köln, Germany, 2013. Elérhető: <https://shop.vds.de/publikation/vds-2557en>

V [m ³]:	a kármentő térfogata
A _{act} [m ²]:	tényleges tűztér terület
SWL [m ³ /m ³]:	fajlagos vízteljesítmény. Feltételezhető, hogy a megadott oltási idővel meghatározott SWL vízkimenet kerül felhasználásra a tűztérben.
BBF:	tűzterhelési tényező (dimenzió nélküli).
BAF:	a tűztér területének tényezője (dimenzió nélküli).
M [m ³]:	a gyártáshoz, üzemeltetéshez és tároláshoz használt összes folyadék mennyisége.
BSF:	tűzvédelmi tényező (dimenzió nélküli) A BSF tűzvédelmi dimenzió nélküli tényezőjét a tűztérre vonatkozó tűzvédelmi szabvány határozza meg.

A svájci útmutató alkalmazásával kapcsolatban általánosságban elmondható, hogy az előző német útmutatóhoz (VdS 2557) képest egyszerűbb. A szakirodalom alapján az elméleti felfogó térfogat függ:

- a tűzvédelmi koncepciótól,
- a tárolás módjától,
- a tárolt anyagok, készítmények és tárgyak tűzveszélyességétől,
- valamint a tűzterület méretétől.¹⁶

A GHS szerint a veszélyes anyagokból és készítményekből eredő különféle veszélyeket, tulajdonságaiktól függően, úgynevezett H-mondatokkal (H = hazard) azonosítják. Az anyagok és készítmények tűzveszélyességének meghatározására szolgáló besorolás különböző kritériumokon alapul. A veszélyes anyagokra és készítményekre vonatkozó tűzveszélyességi tulajdonságokat a biztonsági adatlapok 2. pontjai tartalmazzák. A fokozottan tűzveszélyes és tűzveszélyes folyadékok tűzveszélyességét az 1. táblázat foglalja össze.

¹⁶ Kanton St.Gallen Amt für Umwelt. Beurteilungshilfe zur Löschwasser-Rückhaltung. St. Gallen. 2017. Elérhető: https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/umweltschutz/betrieblicher-umweltschutz/fachbereiche/leitfaden_loeschwasserrueckhaltung

1. táblázat: A fokozottan tűzveszélyes és tűzveszélyes folyadékok tűzveszélyessége¹⁷

Anyagok és készítmények tulajdonságai	Osztály	LP-lobbanáspont FP-forráspont	H-mondat	Osztályozás a térfogat meghatározásához
Fokozottan tűzveszélyes folyadék és gőz	Tűzveszélyes folyadék 1.	LP.<23°C, FP.≤35°C	H224	F1/F2
Tűzveszélyes folyadék és gőz	Tűzveszélyes folyadék 2.	LP.<23°C, FP.>35°C	H225	F1/F2
Mérsékelt tűzveszélyes folyadék és gőz	Tűzveszélyes folyadék 3.	LP.<23°C, FP.≤35°C	H226	F1/F2
Tűzveszélyes anyagok	–	LP.>60 °C -100 °C	–	F3/F4
	–	LP.>100 °C	–	F3/F4
	–	LP. Nem határozható meg / nem tűzveszélyes	–	F5/F6

Az 1. táblázat alapján a tárolt vegyi anyagok „F” osztálya meghatározható. A 2. táblázat alapján a tűzszakasz területe és az „F” osztály adja meg a kármentő kapacitásának méretét.

2. táblázat: Kármentő kapacitásának meghatározása (felfogási mennyiség m³)¹⁸

Tűzszakasz területe	Szerkezeti tűzvédelmi koncepciók Tűzvédelmi koncepciók tűzjelző rendszerrel			Tűzvédelmi koncepciók sprinkler rendszerekkel						
				Raktározási magasság <6m			<12m		>12m	
				Egység	Állványos tárolás					
m²	F1/F2	F3/F4	F5/F6	F1-F4	F1-F4	F5/F6	F1-F4	F5/F6	F1-F4	F5/F6
50	50	25	10	25	15	5	25	5	25	10
100	100	50	20	45	30	10	50	15	50	20
150	180	90	40	70	50	30	80	20	80	30
200	290	140	60	90	60	40	120	40	120	50
250	390	200	80	110	80	50	170	50	170	70
300	530	270	110	160	110	50	260	90	260	110
400	790	400	160	180	120	60	280	100	280	120
500	990	500	200	210	140	70	300	110	300	130
600	1190	590	240	240	160	80	320	110	320	140
700		690	280	260	180	80	320	120	320	140
800		790	320	290	190	90	320	130	320	140
900		890	360	320	210	100	320	140	320	140
1000		990	400	340	230	110	320	140	320	140
1100		1090	440	370	250	110	320	140	320	140
1200		1180	480	390	260	110	320	140	320	140
1300		1290	510	390	260	110	320	140	320	140
1400		1390	550	390	260	110	320	140	320	140
1500		1490	590	390	260	110	320	140	320	140
1600		1580	630	390	260	110	320	140	320	140
1700		1680	670	390	260	110	320	140	320	140
1800		1780	710	390	260	110	320	140	320	140
1900		1880	750	390	260	110	320	140	320	140
2000		1980	790	390	260	110	320	140	320	140
2100		2080	830	390	260	110	320	140	320	140
2200		2180	870	390	260	110	320	140	320	140
2300		2280	910	390	260	110	320	140	320	140
2400		2380	950	390	260	110	320	140	320	140
3600		3560	1430	390	260	110	320	140	320	140
3700		3660	1470	390	260	110	320	140	320	140
4800				390	260	110	320	140	320	140
4900				390	260	110	320	140	320	140

¹⁷ U.o. 14. l.j.

¹⁸ U.o. 14. l.j.

3.2. Hazai jogszabályi környezet, szabványok

A veszélyes anyagokkal kapcsolatos tevékenységek és a súlyos balesetek veszélyének kezeléséről szóló EU-s jogszabályok átültetésre kerültek a magyar jogi környezetbe. A Seveso III. Irányelv előírásait a *2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról (Kat. törvény)*, továbbá ennek végrehajtási rendelete a *234/2011. (XI. 10.) Korm. rendelet a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény végrehajtásáról* tartalmazza. A Kat. törvény alapvetően a lakosság biztonságának és biztonságérzetének növelésére irányul. Továbbá fontos célja a természeti és civilizációs katasztrófák elleni védekezés hatékonyságának fokozása, a katasztrófavédelmi szervezetrendszer és intézkedések eredményességének növelése is. A *234/2011. (XI. 10.) Korm. rendelet* a területet érintő értelmező rendelkezések mellett rögzíti a katasztrófák elleni védekezési feladatokat és hatásköröket, továbbá meghatározza a települések katasztrófavédelmi besorolásának szabályait és a védelmi követelményeket. A *219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről* tartalmazza az azonosítási, értékelési elveket és szabályokat, valamint a biztonsági rendszer elemeit. Az *1/2016. (I. 5.) NGM rendelet a veszélyes folyadékok vagy olvadékok tárolótartályainak, tároló-létesítményeinek műszaki biztonsági követelményeiről, hatósági felügyeletéről* szól. Ezen rendelet 19. § (1) pontja előírja, hogy a tárolótartályt, illetve a tároló-létesítményt úgy kell megtervezni, létesíteni, telepíteni, üzembe helyezni, üzemeltetni és rendszeresen karbantartani, hogy az mind a műszaki biztonságra vonatkozó követelményeknek, mind a jogszabályokban előírtaknak megfeleljenek. Továbbá ezen rendelet 1. melléklete foglalja magába a veszélyes folyadékok és olvadékok tárolótartályainak műszaki biztonsági szabályzatát. A hatósági felügyelet mind katasztrófavédelmi, mind műszaki biztonsági szempontból kiemelt fontossággal bír. A *216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet a veszélyes folyadékok vagy olvadékok tárolótartályainak, tároló-létesítményeinek műszaki biztonsági felügyeletéről* szóló rendelet az értelmező rendelkezések mellett általános szabályokat is tartalmaz a létesítés, üzembe helyezés, javítás, átalakítás, ellenőrzés és megszüntetés vonatkozásában. A *246/2014. (IX. 29.) Korm. rendelet az egyes hulladékgazdálkodási létesítmények kialakításának és üzemeltetésének szabályairól* szóló rendelet 6. § pontjában rögzíti, hogy ha hulladékudvarban veszélyes hulladékot tárolnak, akkor a gyűjtőtér burkolatát olyan anyagból (folyadékzáró, szükség szerint vegyszerálló felületi

védelemmel, illetve kármentővel ellátott aljzattal) kell kialakítani, amely a veszélyes hulladékkal történő esetleges kapcsolat esetén ellenáll a bekövetkező kémiai reakcióknak.

Az 1/2016. (I. 5.) NGM rendelet előírja, hogy a mértékadó műszaki biztonsági szint eléréséről, fenntartásáról a tervezőnek, a kivitelezőnek, a tárolótartály üzemeltetőjének, a tároló-létesítménnyel rendelkezni jogosultnak a hatósági eljárás során nyilatkozatot kell tennie. Ebből kifolyólag a terület vonatkozásában releváns szabványok előírásait és ajánlásait kell alkalmazni. Az MSZ-05-94.0024:1979 szabvány a tűzveszélyes folyadékok tárolására szolgáló, föld feletti, álló, hengeres tartály fő méreteit, míg az MSZ-05-95.0450:1982 a tároló tartályok általános műszaki követelményeit (például: szerkezeti anyagok, kialakítás, szilárdsági méretezés) rögzíti. Az MSZ 15633:1992 szabványsorozatban az éghető folyadékok és olvadékok tároló- és kiszolgálólétesítményeinek, -berendezéseinek tűzvédelmi előírásai kerültek meghatározásra. A föld feletti, álló, hengeres acéltartályok éghető folyadékok és olvadékok tárolására szerelvényezési, biztonságtechnikai és környezetvédelmi előírások az MSZ 9910-2:1993 szabvány tartalmaz. Ezen szabvány értelmében a felfogótér befogadóképességét úgy kell méretezni, hogy veszély esetén a tárolt anyag a felfogótérből ne folyhasson ki. Tartalmaz előírást arra az esetre, ha egy felfogótérben több tartály elhelyezése történik. Ebben az esetben a tartálycsoport névleges űrtartalma nem haladhatja meg

- nyers olaj és nyerstermelvény esetén a 10 000 m³-t,
- 1-2. tűzveszélyességi fokozatú anyag esetén a 20 000 m³-t
- 3. tűzveszélyességi fokozatú anyag esetén 100 °C nyílt téri lobbanáspontig a 30 000 m³-t,
- és 100 °C nyílt téri lobbanáspont felett a 120 000 m³-t.

A szabvány a felfogótér folyadékkal tölthető térfogatára is ad iránymutatást, mely a következők szerint történhet:

- egy tartály esetén a tartály névleges űrtartalmának 100%-a,
- több tartály esetében a felfogótérben elhelyezett tartályok névleges össz-űrtartalmának 50%-a, illetve ha valamelyik tartály ennél nagyobb, akkor annak a névleges űrtartalma,
- nyers olaj és nyerstermelvény esetén a felfogótérben elhelyezett tartályok névleges össz-űrtartalmának a 75%-a.

A szabvány értelmében a felfogótérek építési előírásai a következők:

- A felfogótéreknek nem éghető anyagúnak, kellő szilárdságúnak és tömörnek kell lennie úgy, hogy a folyadékot tűz esetén se engedje át.

- A felfogótereket földbe süllyesztéssel, körül sáncolással, vagy stabil falakból kell kialakítani. Szomszédos felfogóterek esetében lehet közös faluk.
- A felfogótér méreteinek megállapításakor ügyelni kell arra, hogy a tartály törése/kilyukadása esetén a sugárban kiömlő folyadék minden esetben a felfogótérbe kerüljön.
- A felfogótérben összegyűlt oltó- és csapadékvizet kettős elzárószerveléssel ellátott csővezetékkel el lehet vezetni, illetve a felfogótérben kialakított aknával is össze lehet gyűjteni.

A felfogótérben elhelyezhető például az üzemeltetéshez szükséges út, szállítópálya, párolgási veszteséget csökkentős berendezés, tűzvédelmi és a tartállyal szorosan összefüggő egyéb berendezés. Azonban egyéb berendezés nem lehet a felfogótérben belül, illetve afölött sem haladhat át.

Összességében elmondható, hogy a jogszabályok és az előírások alapvető célja a veszélyes anyagokkal kapcsolatos balesetekkel szembeni prevenció.

3.3. Megállapítás

A vonatkozó nemzetközi és hazai jogszabályok és ajánlások előírják a kármentő alkalmazását. A kármentő méretezése kizárólag a befogadóképesség meghatározására terjed ki, az alapterület és a falmagasság arányára, valamint az üzemeltetési előírásokra a jogszabályok, ajánlások nem tartalmaznak útmutatást.

4. A KÁRMENTŐ MÉRETEZÉSÉVEL KAPCSOLATOS ANOMÁLIÁK

Ezen fejezetben gyakorlati példák és számítógépes modellezés segítségével kerül ismertetésre a kármentő szerepe és helyes kialakítás/méretezés jelentősége.

4.1. A méretezési anomáliák

A gyakorlatban a folyadék halmazállapotú vegyi anyagok küldeménydarabos formában vagy szimpla falú tartályban való tárolása jellemzően kármentőben történik. Amennyiben a kármentő a funkcióját megfelelően tölti be, egy esetleges rendkívüli esemény következtében szabadba kerülő vegyi anyag teljes mennyiségét képes felfogni.

A gyakorlatban alapvetően talajba süllyesztett (9. ábra), illetve a földfeletti kialakítású kármentőket (10. ábra) alkalmazzák.



9. ábra: Talajba süllyesztett kármentő¹⁹

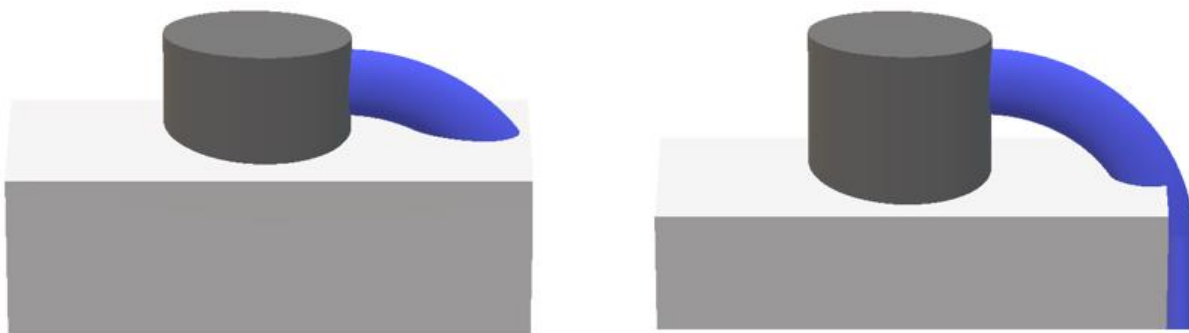


10. ábra: Földfeletti kialakítású kármentő²⁰

Amennyiben a kármentőt alul méretezik, úgy a funkcióját nem tudja betölteni. A nemzetközi ajánlásokban és a hazai szabályozásban is egyértelműen megjelenik, hogy a kármentő befogadóképességét tervezni kell. Ökölszabályként elfogadható, hogy amennyiben egy vegyi anyag „tároló (tartály, IBC, stb.)” helyezkedik el a kármentőben, úgy a kármentő hasznos térfogata a „tároló” térfogatának legalább 110%-a. Ugyanakkor a kármentő méretezésekor a befogadó képesség figyelembe vétele szükséges de nem elégséges feltétele a tervezésnek, tehát a kármentő magasságát is tervezni kell. Amennyiben a kármentő falának magassága nem megfelelő, úgy a kiáramló folyadék a kármentőn kívülre kerül, melyet a 11. ábrával szemléltetnek.

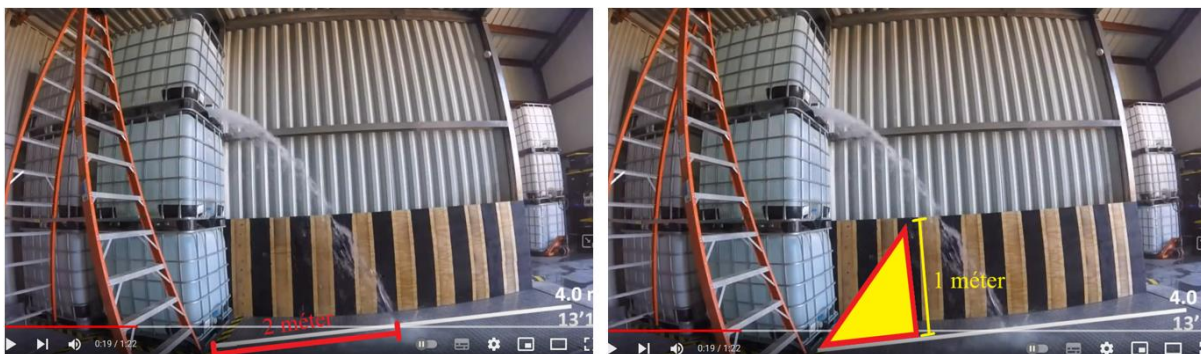
¹⁹ 32 Bau Kft. (2017): Kármentő tálca műgyantás védelme. Elérhető: <https://mugyantazunk.hu/karmento-talca-mugyantas-vedelme/>

²⁰ OMEGAPLAST: Borsodchem – Kármentő tartály. Elérhető: <http://omegaplast.hu/borsodchem-karmento-tartaly>



11. ábra: IBC sérülése a csapnál (saját készítés)

Az állítást a Safespill System által készített kisfilm is egyértelműen igazolja. Amennyiben három, egymáson elhelyezett IBC tartályban történik a tárolás és a legfelső IBC csapja megsérül, akkor a kísérlet alapján a kiáramló folyadék kb. 2 méter távolságban éri el a talajt, valamint a kiömlés hatásterülete kb. 4 méter. Abban az esetben, ha a kármentő oldalfalának magassága 1 méter és az IBC csoportot a kármentő falától 1 méter távolságban helyezük el, akkor a kármentő nem fogja tudni betölteni a funkcióját (12. ábra).²¹



12. ábra: IBC sérülése a csapnál (saját szerkesztés ²²alapján)

Tehát a legmagasabban lévő IBC tartály csapjának sérülésekor a vegyi anyag a kármentő oldalfalán kívül éri el a talajszintet.

Amennyiben targoncával történik az IBC felsértése – a targonca villája átszúrja az IBC falát – akkor a lyukadás mérete és alakja is más lesz, mely során a kifolyás képe is változik. (13. ábra)

²¹ Safespill Systems (2018): IBC Lateral Discharge Test. Elérhető: <https://www.youtube.com/watch?v=PdIOpTCEbBo>
²² U.o. 19. l.j.



13. ábra: Targonca villája általi IBC lyukadás (saját szerkesztés ²³alapján)

Abban az esetben, ha a második IBC sérül a csapnál (14. ábra, bal oldali kép) az 1 méter magas oldalfal már képes a kiáramló folyadékot felfogni. Ezzel elérhető, hogy a 3 méteres hatásterület helyett a kármentő területén, ún. korlátolt tócsafelület alakuljon ki. Ha targonca szúrja át az IBC-t (14. ábra, jobb oldali kép), akkor az 1 méter magas kármentő a funkcióját csak részlegesen tudja betölteni, így a folyadék a kármentő területén kívülre is kerülhet.



14. ábra: IBC sérülése a csapnál és targonca általi lyukadás (saját szerkesztés ²⁴alapján)

Ha az alsó IBC sérül – függetlenül a sérülés okától (csapnál történő -, vagy targonca általi sérülés), az 1 méter magas oldalfallal ellátott kármentő maradéktalanul be tudja tölteni a funkcióját, így a kármentő területének megfelelő, ún. korlátolt tócsafelület alakulhat ki. (15. ábra)



15. ábra: IBC sérülése 1 szint esetén, a csap vonalában (saját szerkesztés ²⁵alapján)

²³ U.o. 19. l.j.

²⁴ U.o. 19. l.j.

²⁵ U.o. 19. l.j.

4.2. Hatásterület megállapítása szoftveres modellezéssel

A 4.1. alfejezetben bemutatott kármentő modellezési anomáliák jelentőségét, a hatásterület méretére gyakorolt hatását szoftveres modellezéssel igazolom. A modellezéshez a DNV Phast következményelemző szoftvert alkalmaztam.

4.2.1. DNV Phast szoftver bemutatása

A DNV Phast kibocsátás, terjedés, tüzek, robbanások és toxikus hatások modellezésére alkalmas szoftver. A szoftvert a DNV szakemberei 40 éve fejlesztik és hitelesítik. Jelenleg hozzávetőlegesen 1000 szervezet és több mint 10 000 felhasználó által folyamatosan használatban van. A szoftver főbb jellemzői a következők:

- 40+ forgatókönyv-típus.
- Állandó és időben változó modellek, beleértve a hatásokat is.
- Időjárás figyelembevétele (szélsebesség, légkör, felületi érdesség).
- 2000+ anyag.
- Térkép importálási lehetőség.
- GIS koordinátarendszerek alkalmazása.
- Eredmények: diszperziós eredmények (koncentráció függvények), hőszugárzás, gőztűz, robbanási túlnyomás és impulzus, mérgező anyag dózis, halálozási valószínűség a távolság függvényében. Az eredmények jelentésekben, 2D-s és 3D-s grafikonokon, valamint táblázatos formában is megjeleníthetők.²⁶

4.2.2. Alapadatok

A modellezés célja, hogy azonos környezeti és technikai feltételek mellett megvizsgáljam a kármentő méretezés és a lehetséges következmények közötti kapcsolatot.

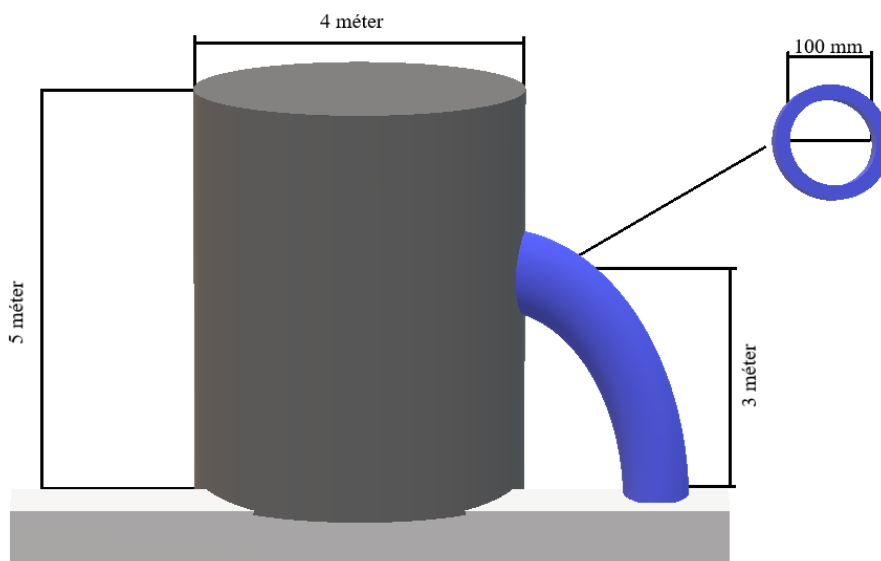
Referenciaanyagként tűzveszélyes folyadékot választok, így a hatásterületet komplexen tudom elemezni. Ez azt jelenti, hogy a hatásterület nem csupán a keletkező tócsa felülete lesz, hanem az esetlegesen kialakuló tűz által okozott hőszugárzás által behatárolt terület. Tűzveszélyes folyadékként a mindennapokban, nagy mennyiségben használt szerves oldószert, az acetont választottam. Az aceton színtelen, édeskék szagú, normál környezeti körülmények között folyadék halmazállapotú anyag. Az olvadáspontja kb. -95°C, forráspontja kb. 56°C,

²⁶ DNV Phast (2023): Save lives by understanding fire, explosion and toxic effects. Elérhető: <https://www.dnv.com/Publications/phast-69908>

lobbanáspontja -17°C . A gőznyomása 20°C -on 240 hPa. Fokozottan tűzveszélyes (H225), súlyos szemirritációt (H319), álmoságot vagy szédülést okozó anyag (H336).

Tekintettel arra, hogy a meteorológiai adatok és a felületi érdesség a modellezés célját tekintve indifferens, így $1,5\text{ m/s}$ szélsébséggel, „F” Pasquali-féle stabilitási indexszel, valamint 10°C átlagos környezeti hőmérséklettel számoltam.

A modellezés során feltételeztem, hogy a 60 m^3 hasznos térfogatú tartályon – amely teljesen töltött állapotban van – 3 méter magasságban 100 mm átmérőjű lyukadás keletkezik. Az eseményt a 16. ábra szemlélteti.



16. ábra: Modellezett eseménysor (saját szerkesztés)

A nemzetközi ajánlások szerint, a kármentőnek legalább a hasznos térfogat ($V=60\text{ m}^3$) 110%-ának kell lennie. Ebben az esetben ez 66 m^3 .

A 16. ábra alapján látható, hogy a lyukadás feletti tárolótérnek megfelelő térfogatú folyadék fog a szabadba kerülni, mely mennyiség az alábbi képlettel számolható:

$$V = r^2 \times \pi \times h, \text{ ahol}$$

V: térfogat (m^3)

r: tartály sugara (m)

h: a lyukadás feletti folyadék magassága (m)

A lyukadás alakját a számításnál figyelmen kívül hagytam, mivel az csak elhanyagolható eltérést eredményezne. A fenti képlet alkalmazásával a szabadba kerülő folyadék térfogata a következő:

$$V = r^2 \times \pi \times h = 2^2 \times 3,14 \times 2 = 25,12\text{ m}^3$$

A vizsgálat során az alábbi eseménysorokat modelleztem:

1. eseménysor: nincs kármentő, korlátlan felületű tócsa keletkezik.
2. eseménysor: a tartály 33 m² alapterületű, 2 méter magas kármentőben van.
3. eseménysor: a tartály 66 m² alapterületű, 1 méter magas kármentőben van.

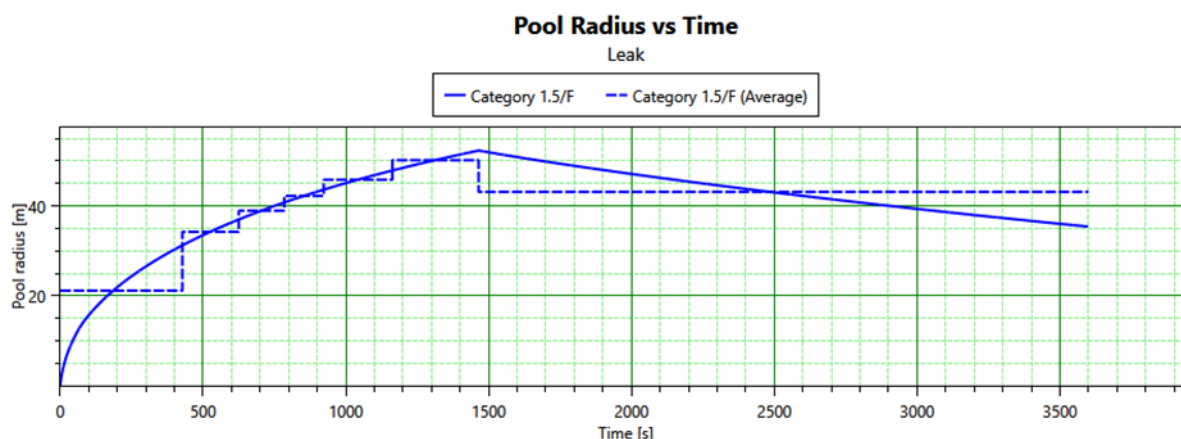
4.2.3. Modellezés eredményei

Ezen alfejezetben bemutatásra kerülnek a vizsgálat során modellezett eseménysorok eredményei.

Az 1. eseménysor vizsgálata:

Feltételeztem, hogy a 60 m³ hasznos térfogatú acetontartályon – amely teljesen töltött állapotban van – 3 méter magasságban 100 mm átmérőjű lyukadás keletkezik. A kiáramlás iránya horizontális. Kármentő nincs.

Az esemény során kialakuló tócsa sugarának változását az idő függvényében a 17. ábra mutatja. Megállapítható, hogy az esemény során akár 50 méter sugarú tócsa is kialakulhat.

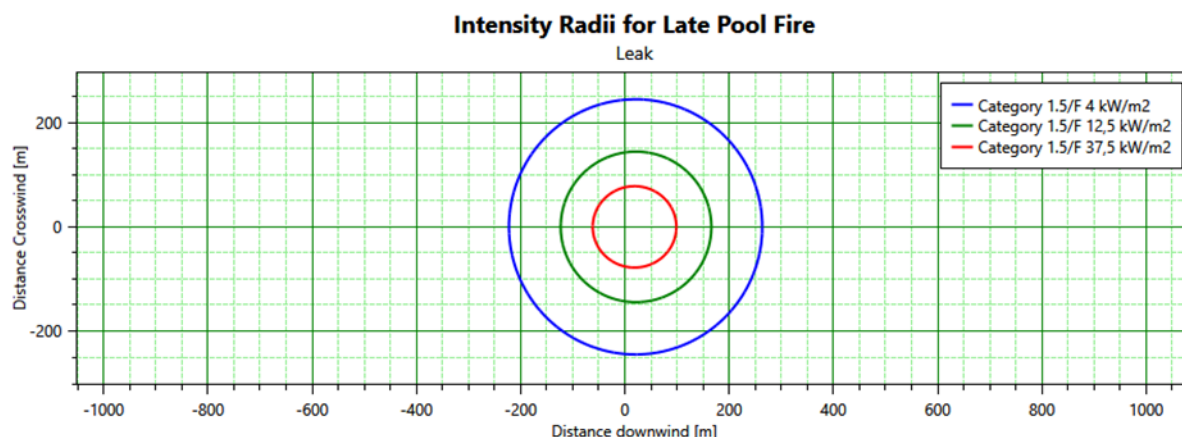


17. ábra: A tócsa sugarának változása az idő függvényében, amikor nincs kármentő
(saját szerkesztés, DNV Phast modellezés alapján)

Amennyiben a területen gyújtóforrás van jelen, tócsatűz következhet be, mely hőszugárzással jellemezhető. Ha a hőszugárzás mértéke meghaladja a 37,5 kW/m² értéket, akkor az acélszerkezetek károsodnak, az épületek összedőlnek. Amennyiben az emberi szervezetet 12,5 kW/m² értéknél nagyobb hőszugárzás éri, akkor halálos, ha pedig 4 kW/m² értéknél nagyobb, akkor pedig másodfokú égési sérülés alakul ki.²⁷

A vizsgált eseménysornál, hozzávetőlegesen 250 méter sugarú hatásterületen belül kell a másodfokú égési sérülés kialakulásával számolni. (18. ábra)

²⁷ Kátai-Urbán L, Vass Gy. (2014): Kézikönyv: veszélyes üzemek, tevékenységek és technológia az iparban. NKE Katasztrófavédelmi Intézet, Budapest. 120 p. ISBN 978-615-5491-74-0

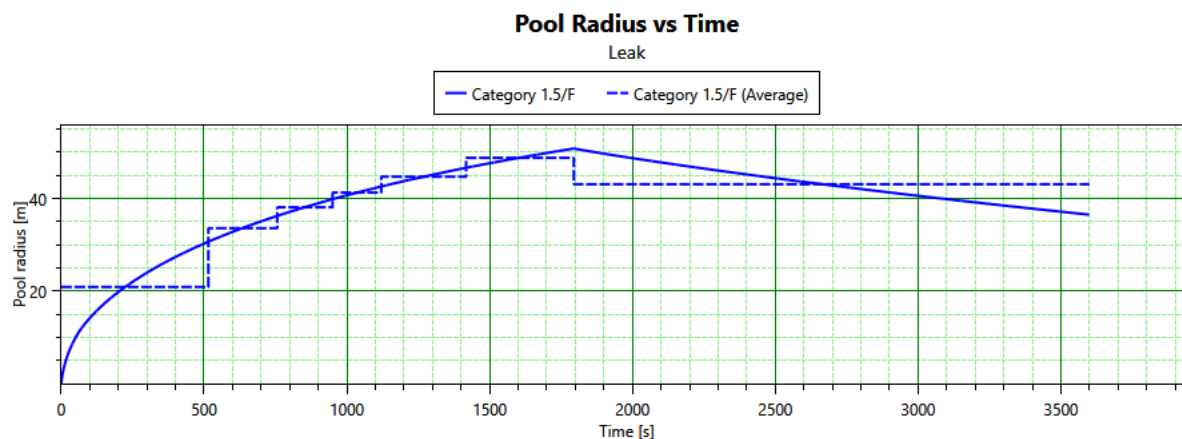


18. ábra: Hőszugárzás változása a távolság függvényében, amikor nincs kármentő
(saját szerkesztés, DNV Phast modellezés alapján)

A 2. eseménysor vizsgálata:

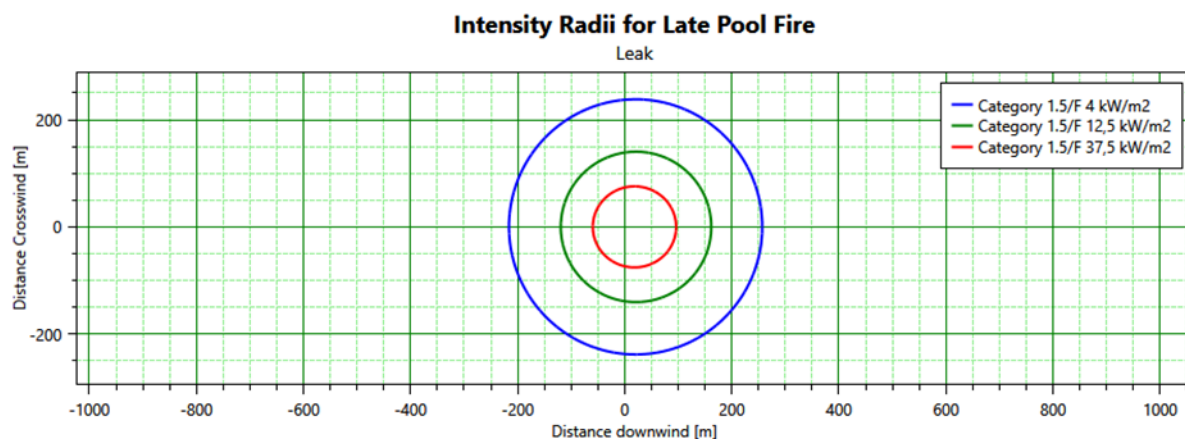
Feltételeztem, hogy a 60 m^3 hasznos térfogatú acetontartályon – amely teljesen töltött állapotban van – 3 méter magasságban, 100 mm átmérőjű lyukadás keletkezik. A kiáramlás iránya horizontális. Van kármentő, melynek alapterülete 33 m^2 , oldalmagassága 2 m.

A tócsa sugarának változását az idő függvényében a 19. ábra mutatja be, mely alapján megállapítható, hogy az esemény során – hasonlóan az 1. eseménysorhoz – akár 50 méter sugarú tócsa is kialakulhat. Ez azt jelenti, hogy a kármentő oldalfalán a folyadékáram túlnyúlik, a kármentő nem tudja betölteni a funkcióját.



19. ábra: Tócsa sugarának változása az idő függvényében, kármentő esetén, melynek mérete $33 \text{ m}^2 \times 2 \text{ m}$ (saját szerkesztés, DNV Phast modellezés alapján)

A 20. ábra szerinti következmények – annak ellenére, hogy a tartály körül megfelelő befogadóképességű kármentő van – hasonlóak az 1. eseménysornál bemutatotthoz. A 2. eseménysor esetében másodfokú égési sérülés kialakulásával kell számolni, hozzávetőlegesen 250 méter sugarú hatásterületen belül.

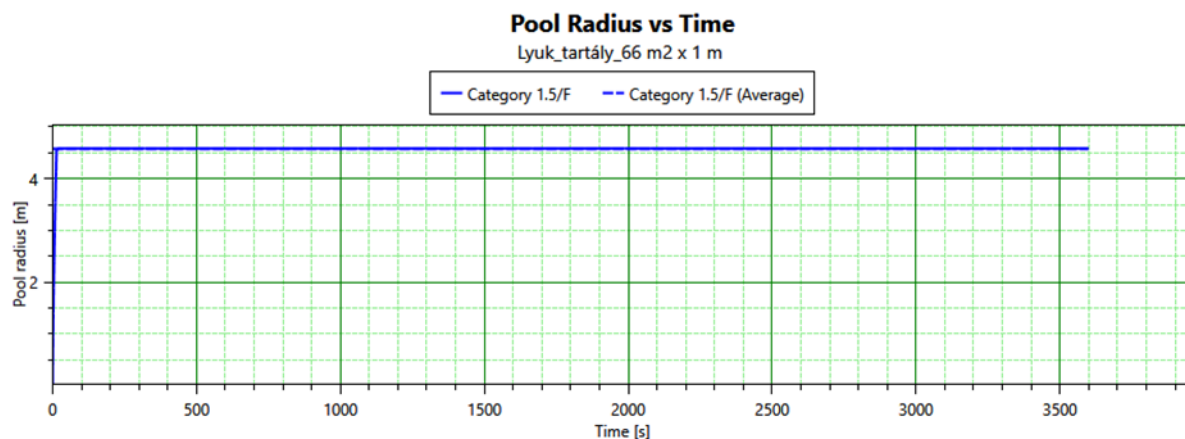


20. ábra: Hőszugárzás változása a távolság függvényében, kármentő esetén, melynek mérete $33 \text{ m}^2 \times 2 \text{ m}$ (saját szerkesztés, DNV Phast modellezés alapján)

A 3. eseménysor vizsgálata:

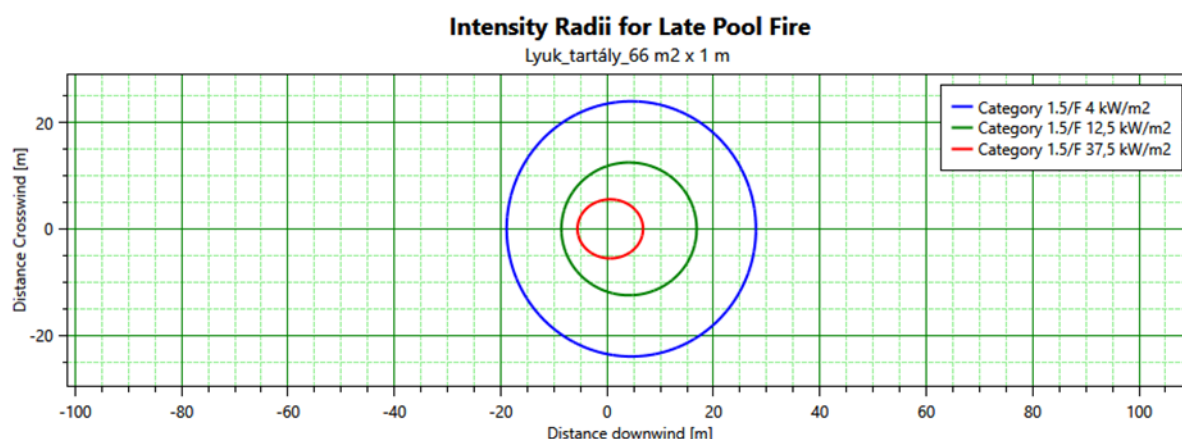
A 60 m^3 hasznos térfogatú acetontartályon – amely teljesen töltött állapotban van – 3 méter magasságban 100 mm átmérőjű lyukadás keletkezik. A kiáramlás iránya horizontális. Kármentő van, melynek alapterülete 66 m^2 , oldalmagassága 1 m.

A 21. ábra – tócsa sugarának változása az idő függvényében – alapján megállapítható, hogy a kármentő teljeskörűen betölti a funkcióját (~4,6 méter ekv. sugarú tócsa alakul ki). Tekintettel arra, hogy a tócsafelület a kármentő által korlátozott méretű, így az kisebb méretű, mint az 1. és 2. eseménysornál. Így esetleges tűz esetén a hatásterület is kisebb lesz.



21. ábra: Tócsa sugarának változása az idő függvényében, kármentő esetén, melynek mérete $66 \text{ m}^2 \times 1 \text{ m}$ (saját szerkesztés, DNV Phast modellezés alapján)

A 3. eseménysor esetén a 22. ábra szemlélteti a másodfokú égési sérülés kialakulásával járó hatásterület méretét, mely ez esetben hozzávetőlegesen 30 méter sugarú területet érint.



22. ábra: Hősugárzás változása a távolság függvényében kármentő esetén, melynek mérete $66 \text{ m}^2 \times 1 \text{ m}$ (saját szerkesztés, DNV Phast modellezés alapján)

Modellezés eredményeinek összefoglalása és értékelése:

A modellezés eredményeit a 3. táblázatban foglaltam össze, mely jól tükrözi, hogy a tartály alá hiába alakítok ki megfelelő befogadó képességű kármentőt, ha az nem megfelelően van méretezve. Tehát ha az oldalfal magasságának méretezését figyelmen kívül hagyom, akkor a kármentő nem fogja tudni betölteni a funkcióját.

A korábbiakban bemutatott számítások alapján az 1. és a 2. eseménysorok vonatkozásában, 150 méter ekv. sugarú hatásterületen belül alakulhat ki olyan mértékű hősugárzás, amely az épületszerkezetben visszafordíthatatlan károsodást okoz. Ez azt jelenti, hogy ezen a hatásterületen belül más létesítmény építését tiltani kellene. 250 méter ekv. sugarú hatásterületen belül alakulhat ki másodfokú égési sérülést okozó hatás, tehát ezen területen belül védelmi intézkedések meghozatala szükséges.

3. táblázat: A modellezés eredményeinek összefoglalása

Eseménysor szám	1	2	3
Kármentő befogadó képessége (m^3)	-	66 m^3	66 m^3
Kármentő alapterülete (m^2)	-	33 m^2	66 m^2
Kármentő magassága (m)	-	2 m	1 m
Tócsa ekv. sugara (m)	~ 50 m	~ 50 m	~ 4.5 m
Másodfokú égési sérülés hatásterületének sugara (m)	~ 250 m	~ 250 m	~ 25 m
Halálos égési sérülés hatásterületének sugara (m)	~ 125 m	~ 125 m	~ 15 m
Épületszerkezetben visszafordíthatatlan károsodás hatásterület sugara (m)	~ 75 m	~ 75 m	~ 6 m

Látható, hogy amennyiben megfelelően méretezett kármentőt alkalmazok, akkor a hatásterületek mérete minimalizálható: az építési korlátot 6 méter sugarú, a személyi védelemre vonatkozó intézkedéseket pedig ~ 30 méter sugarú hatásterületen belül kell megtenni.

4.3. Gyakorlati tapasztalatok

A 4.2. alfejezetben modellezéssel igazoltam a megfelelően méretezett kármentő létjogosultságát. A gyakorlatban számos olyan tartály üzemel – alábbiakban nyílt forrású képeket mutatok be – ahol a kármentő megfelelősége kérdéses.

A 23. ábrán gázolaj tartályok kialakítása látható, ahol a kármentők befogadóképessége vélelmezhetően megfelelő, kisebb csepegések, esetleg folyások felfogására alkalmas, ugyanakkor egy rendkívüli esemény bekövetkezése során funkciójukat már nem tudják betölteni.



23. ábra: Példák gázolaj tartály kialakítására²⁸

5. MŰSZAKI AJÁNLÁS MEGFOGALMAZÁSA

Kutatásom eredményeként általánosságban megállapítható, hogy a magyar jogszabályok, szabványok a témakört nem vizsgálják komplexitásában. A kármentőkkel kapcsolatos legrészletesebb szabályozást a még hatályos, de több, mint 20 éves szabvány tartalmazza. A technológia azonban folyamatosan fejlődik, a szabvány(ok) felülvizsgálata e szempont miatt is elengedhetetlen. A felülvizsgálat során javaslok kitérni:

- a külső externáliák változására, például a mértékadó csapadékmennyiség növekedésére,
- a kármentő befogadóképességének meghatározására,
- a kármentő méreteinek – alapterület, magasság – tervezésére,
- a szennyezett oltóvíz felfogásának kérdéskörére.

²⁸ Three Sinha Industries (Pvt) Ltd (2022): Diesel Tank. Elérhető: <https://threesinha.lk/products/diesel-tank/>

A telepített atmoszférikus tartályok esetében, a tartály engedélyezési dokumentációnak a kármentő engedélyezési terve is része kell, hogy legyen. A tervezőnek számításokkal, modellezéssel kell igazolnia, hogy az alapterület, a kármentő magassága és a tartály elhelyezése úgy van megtervezve, hogy a kármentő minden körülmény között be tudja tölteni a funkcióját. A küldeménydarabos – IBC, hordó, stb. – egységek kármentőben történő tárolására az üzemeltetőnek ki kell dolgozni a belső eljárásrendjét, melyben rögzíteni kell a következőket:

- mennyi küldeménydarab tárolható a kármentőben,
- milyen magasságban – hány sor magasan – tárolhatók a küldeménydarabok,
- milyen távolságban tárolhatók a küldeménydarabok a kármentő szélétől,
- IBC esetében a csapnak milyen irányba kell nézni.

A kármentőben javasolt felfestéssel a küldeménydarabok elhelyezési lehetőségét, a kármentőn kívül pedig figyelmeztető/emlékeztető tábla segítségével a tárolás legfontosabb szabályait jelölni.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A mindennapjaink elképzelhetetlenek vegyi anyagok felhasználása nélkül. A gyártási volumen folyamatosan növekszik, amelyhez az ipari létesítményekben egyre több és több vegyi anyag tárolása szükséges. A műszaki biztonság területén a „0” kockázati szint nem érhető el, vegyi baleset és ezzel párhuzamosan környezetszennyezés bekövetkezése nem zárható ki.

A környezet állapotának megóvása a fenntartható fejlődés egyik legfontosabb alapeleme, ezért is van kiemelt szerepe a környezeti hatásvizsgálatoknak. A környezeti hatásvizsgálati eljárás eredményeként meghatározott környezethasználati feltételek teljesítése a kivitelezés során számos esetben felemásan valósulnak meg, melynek következtében a tervezett funkció teljeskörűen nem jön létre. A nem megfelelő kivitelezés, üzemi működés a környezetszennyezés bekövetkezésének valószínűségét tovább növeli.

Kutatásom során vegyi anyag tárolás keretei között a kármentő kialakítás, üzemeltetés témakörrel foglalkoztam. A kármentő célja, hogy egy esetlegesen bekövetkező elsődleges vegyi anyag tároló meghibásodásakor felfogja a szabadba kerülő vegyi anyagot, ezáltal elkerülve a jelentős mértékű környezetszennyezés kialakulását.

A kármentő méretezése, kialakítása látszólag egyszerű művelet, ugyanakkor dolgozatomban rámutattam a tématerület komplexitására, valamint a kapcsolódó jogszabályi és egyéb műszaki ajánlások hiányosságaira. A rosszul megtervezett, vagy üzemeltetett kármentő

funkcióját teljeskörűen nem tudja betölteni, így az előírt kockázatsökkentő szerepet nem tudja ellátni.

Kutatásaim eredményeként megfogalmazott műszaki ajánlásokkal garantálható, hogy még a tervezés, üzemeltetés megkezdése előtti fázisban az esetleges hiányosságok feltárhatók, orvosolhatók, ezzel hozzájárulva a környezeti biztonság növekedéséhez.

7. FELHASZNÁLT IRODALOM

- 32 Bau Kft. (2017): Kármentő talca műgyantás védelme. Elérhető: <https://mugyantazunk.hu/karmento-talca-mugyantas-vedelme/> (Letöltés ideje: 2023.11.15.)
- Berger Á. (2021): A veszélyesanyag-tárolótartályok tervezésének iparbiztonsági aspektusai. *Hadmérnök*. 16. évfolyam (2021) 3. szám 81-86. DOI: 10.32567/hm.2021.3.5
- Berger Á. (2021): Súlyos balesetek káros hatásainak vizsgálata. *Védelem Tudomány – VI.* évfolyam 2. szám, 2021. április. 175-191. oldal. ISSN 2498-6194
- Berger Á. (2021): Veszélyesanyag-tároló tartály üzemeltetésének iparbiztonsági feltételrendszere. *Műszaki Katonai Közlöny*. 31. évfolyam (2021) 3. szám 17-31. DOI: 10.32562/mkk.2021.3.2
- Chen C., Reniers G. (2020): Chemical industry in China: The current status, safety problems, and pathways for future sustainable development. *Safety Science*, 128, art. no. 104741
- DNV Phast (2023): Save lives by understanding fire, explosion and toxic effects. Elérhető: <https://www.dnv.com/Publications/phast-69908> (Letöltés ideje: 2023.11.17.)
- EcoWatch (2023): U.S. Averages One Chemical Accident Every Two Days, Analysis Finds. Elérhető: <https://www.ecowatch.com/chemical-accident-frequency-us.html> (Letöltés ideje: 2023.11.14.)
- European Commission, JRC Science Hub – MINERVA Portal. Elérhető <https://emars.jrc.ec.europa.eu/en/emars/statistics/statistics> (Letöltés ideje: 2023.11.13.)
- Google, INEGI Műholdképek ©2023 NASA, TerraMetrics: Was there a chemical incident in your area recently? Elérhető: https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1zCj2AS1ynDT__bvSw_NadCU5vaNdNuXW&ll=41.505414689407665%2C-101.77086942717371&z=4 (Letöltés ideje: 2023.11.13.)
- GPT Environmental Management Services (2021): Bund Design, Construction, Maintenance and Repair. Elérhető: <https://gptenvironmental.co.uk/bunds> (Letöltés ideje: 2023.11.14.)
- Health and Safety Executive (2023): Secondary containment. Elérhető: <https://www.hse.gov.uk/comah/sragtech/techmeascontain.htm> (Letöltés ideje: 2023.11.14.)
- Kanton St.Gallen Amt für Umwelt. Beurteilungshilfe zur Löschwasser-Rückhaltung. St. Gallen. 2017. Elérhető: <https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/umweltschutz/betrieblicher->

umweltschutz/fachbereiche/leitfaden_loeschwasserrueckhaltung (Letöltés ideje: 2023.11.15.)

Kátai-Urbán L, Vass Gy. (2014): Kézikönyv: veszélyes üzemek, tevékenységek és technológia az iparban. NKE Katasztrófavédelmi Intézet, Budapest. 120 p. ISBN 978-615-5491-74-0

OMEGAPLAST: Borsodchem – Kármentő tartály. Elérhető: <http://omegaplast.hu/borsodchem-karmento-tartaly> (Letöltés ideje: 2023.11.17.)

The European Chemical industry (2023): Facts and Figures 2023 – A vital part of Europe's Future. 23 February 2023. Elérhető: <https://cefic.org/app/uploads/2023/03/2023-Facts-and-Figures.pdf> (Letöltés ideje: 2023.11.14.)

Three Sinha Industries (Pvt) Ltd (2022): Diesel Tank. Elérhető: <https://threesinha.lk/products/diesel-tank/> (Letöltés ideje: 2023.11.17.)

Safespill Systems (2018): IBC Lateral Discharge Test. Elérhető: <https://www.youtube.com/watch?v=PdIOpTCEbBo> (Letöltés ideje: 2023.11.17.)

VdS 2557. Planning and Installation of Facilities for Retention of Extinguishing Water. Guidelines for Loss Prevention by the German Insurers, VdS Schadenverhütung GmbH., Köln, Germany, 2013. Elérhető: <https://shop.vds.de/publikation/vds-2557en> (Letöltés ideje: 2023.11.17.)

8. JOGSZABÁLYOK JEGYZÉKE

2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról (Kat. törvény) (Letöltés dátuma: 2023.11.15.)
- 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről (Letöltés dátuma: 2023.11.15.)
- 234/2011. (XI. 10.) Korm. rendelet a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény végrehajtásáról (Letöltés dátuma: 2023.11.15.)
- Az Európai Parlament és a Tanács 2012/18/EU Irányelve a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek veszélyének kezeléséről, valamint a 96/82/EK tanácsi irányelv módosításáról és későbbi hatályon kívül helyezéséről (Letöltés dátuma: 2023.11.15.)
- 246/2014. (IX. 29.) Korm. rendelet az egyes hulladékgazdálkodási létesítmények kialakításának és üzemeltetésének szabályairól (Letöltés dátuma: 2023.11.15.)
- 1/2016. (I. 5.) NGM rendelet a veszélyes folyadékok vagy olvadékok tárolótartályainak, tároló-létesítményeinek műszaki biztonsági követelményeiről, hatósági felügyeletéről (Letöltés dátuma: 2023.11.15.)
- 216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet a veszélyes folyadékok vagy olvadékok tárolótartályainak, tároló-létesítményeinek műszaki biztonsági hatósági felügyeletéről (Letöltés dátuma: 2023.11.15.)

9. SZABVÁNYOK JEGYZÉKE

- MSZ-05-94.0024:1979 Földfeletti, álló, hengeres tartály tűzveszélyes folyadék tárolására. Fő méretek (Megtekintés dátuma: 2023.11.15.)
- MSZ-05-95.0450:1982 Tároló tartályok általános műszaki követelményei (Megtekintés dátuma: 2023.11.15.)
- MSZ 15633-1:1992 Éghető folyadékok és olvadékok tároló- és kiszolgálólétesítményeinek, - berendezéseinek tűzvédelmi előírásai. Általános követelmények (Megtekintés dátuma: 2023.11.15.)
- MSZ 15633-2:1992 Éghető folyadékok és olvadékok tároló- és kiszolgálólétesítményeinek, - berendezéseinek tűzvédelmi előírásai. Tárolási módok és eszközök (Megtekintés dátuma: 2023.11.15.)
- MSZ 15633-5:1999 Éghető folyadékok és olvadékok tároló- és kiszolgálólétesítményeinek, - berendezéseinek tűzvédelmi előírásai. Telepítés (Megtekintés dátuma: 2023.11.15.)
- MSZ 9910-2:1993 Föld feletti, álló, hengeres acéltartályok éghető folyadékok és olvadékok tárolására. Szerelvényezési, biztonságtechnikai és környezetvédelmi előírások (Megtekintés dátuma: 2023.11.15.)

10. ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra: Civilizációs eredetű veszélyek.....	3
2. ábra: Természeti eredetű veszélyek.....	4
3. ábra: A világ vegyi anyag értékesítése (2021).....	4
4. ábra: Veszélyes anyagokkal kapcsolatos balesetek Kínában (2004-2018)	5
5. ábra: Véletlen szennyezőanyag-kibocsátás az EU-27 vegyiparából	5
6. ábra: Súlyos balesetek az EU-ban (2013-2023)	6
7. ábra: Veszélyes anyagokkal kapcsolatos balesetek az USA-ban (2021-2023)	6
8. ábra: Példa a kármentő kapacitásának meghatározására	10
9. ábra: Talajba süllyesztett kármentő	16
10. ábra: Földfeletti kialakítású kármentő	16
11. ábra: IBC sérülése a csapnál (saját készítés)	17
12. ábra: IBC sérülése a csapnál (saját szerkesztés alapján)	17
13. ábra: Targonca villája általi IBC lyukadás (saját szerkesztés alapján).....	18
14. ábra: IBC sérülése a csapnál és targonca általi lyukadás (saját szerkesztés alapján)	18
15. ábra: IBC sérülése 1 szint esetén, a csap vonalában (saját szerkesztés alapján)	18
16. ábra: Modellezett eseménysor (saját szerkesztés)	20
17. ábra: A tócsa sugarának változása az idő függvényében, amikor nincs kármentő (saját szerkesztés, DNV Phast modellezés alapján).....	21
18. ábra: Hősugárzás változása a távolság függvényében, amikor nincs kármentő (saját szerkesztés, DNV Phast modellezés alapján).....	22
19. ábra: Tócsa sugarának változása az idő függvényében, kármentő esetén, melynek mérete 33 m ² x 2 m (saját szerkesztés, DNV Phast modellezés alapján)	22
20. ábra: Hősugárzás változása a távolság függvényében, kármentő esetén, melynek mérete 33 m ² x 2 m (saját szerkesztés, DNV Phast modellezés alapján)	23
21. ábra: Tócsa sugarának változása az idő függvényében, kármentő esetén, melynek mérete 66 m ² x 1 m (saját szerkesztés, DNV Phast modellezés alapján)	23
22. ábra: Hősugárzás változása a távolság függvényében kármentő esetén, melynek mérete 66 m ² x 1 m (saját szerkesztés, DNV Phast modellezés alapján)	24
23. ábra: Példák gázolaj tartály kialakítására	25

11. TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat: A fokozottan tűzveszélyes és tűzveszélyes folyadékok tűzveszélyessége.....	12
2. táblázat: Kármentő kapacitásának meghatározása (felfogási mennyiség m ³).....	12
3. táblázat: A modellezés eredményeinek összefoglalása	24