

Doktori (PhD)
értékezés

Berger Ádám

2024

**NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM
KATONAI MŰSZAKI DOKTORI ISKOLA**

Berger Ádám

**A veszélyes anyag üzemi kármentők és nagyműtárgyak
irreverzibilis baleseti hatásokkal szembeni ellenállási
képességének fejlesztése**

Doktori (PhD) értekezés

Tudományos témavezető:

.....

Dr. habil. Kátai-Urbán Lajos t. ezredes PhD.

Tudományos társ-témavezető:

.....

Dr. Cimer Zsolt PhD.

BUDAPEST, 2024.

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS	5
1. A kutatási téma aktualitása.....	5
2. A tudományos probléma megfogalmazása.....	7
3. Kutatási hipotézisek	10
4. Kutatási célkitűzések.....	11
5. Kutatási módszerek	11
6. Releváns szakirodalom áttekintése.....	12
7. Az értekezés felépítése, elhatárolások.....	28
1. A FELFOGÓTEREK BIZTONSÁGOS ÜZEMELTETÉSÉHEZ KAPCSOLÓDÓ JOGI SZABÁLYOZÁS FEJLESZTÉSE.....	30
1.1. A létesítéssel kapcsolatos eljárásrend elemzése	30
1.1.1. A létesítési engedélyezési eljárás bemutatása	35
1.1.2. A tervezésre vonatkozó általános előírások bemutatása	38
1.1.3. A tervezés során felmerülő iparbiztonsági feladatok értékelése	41
1.2. Az üzembe helyezéssel kapcsolatos eljárásrend elemzése.....	43
1.2.1. A katasztrófavédelmi-iparbiztonsági engedélyeztetés folyamatának bemutatása	43
1.2.2. A műszaki biztonsági és a kapcsolódó engedélyeztetési eljárások folyamatának bemutatása	46
1.2.3. Az üzembe helyezést megelőzően alkalmazandó biztonságtechnikai ellenőrzések értékelése	48
1.3. Az üzemeltetéssel kapcsolatos eljárásrend elemzése	51
1.3.1. A katasztrófavédelmi-iparbiztonsági aspektusok értékelése	51
1.3.2. A műszaki biztonsági aspektusok bemutatása.....	54
1.4. A szüneteltetéssel és megszüntetéssel kapcsolatos eljárásrend elemzése	55
1.4.1. A katasztrófavédelmi-iparbiztonsági aspektusok bemutatása	55
1.4.2. A műszaki biztonsági aspektusok bemutatása.....	56

1.5. Összegzés és részkövetkeztetések az 1. fejezethez	57
2. A FELFOGÓTEREK BIZTONSÁGOS ÜZEMELTETÉSÉHEZ KAPCSOLÓDÓ MÉRETEZÉSI MÓDSZEREK VIZSGÁLATA.....	60
2.1. A méretezéssel kapcsolatos hazai szabályozás elemzése.....	60
2.2. A méretezéssel kapcsolatos külföldi szabályozás elemzése.....	62
2.2.1. Health and Safety Executive szerinti módszer bemutatása	63
2.2.2. VdS 2557 szerinti módszer bemutatása.....	64
2.2.3. SPCC szerinti módszer bemutatása	64
2.2.4. HSNOCOP 47 szerinti módszer bemutatása	65
2.3. A felfogóterek méretezésével kapcsolatos tapasztalatok, valamint a rossz gyakorlat bemutatása.....	66
2.4. A felfogóterek új méretezési módszertanának kifejlesztése.....	67
2.4.1. SPCC szerinti méretezési módszer elemzése	68
2.4.2. HSNOCOP 47 szerinti méretezési módszer elemzése	68
2.4.3. Az új méretezési módszer bemutatása.....	69
2.4.4. Az új méretezési módszer elemzése	77
2.4.5. Az SPCC, HSNOCOP 47 és az új méretezési módszer értékelése	77
2.4.6. Az új méretezési módszer vizsgálata következményelemző szoftverrel.....	79
2.4.7. A következményelemző szoftverrel végzett vizsgálat eredményeinek értékelése	80
2.5. Összegzés és részkövetkeztetések a 2. fejezethez	82
3. A FELFOGÓTEREK BIZTONSÁGOS ÜZEMELTETÉSÉHEZ KAPCSOLÓDÓ KARBANTARTÁSI- ÉS ANYAGHASZNÁLATI AJÁNLÁSOK FEJLESZTÉSE	86
3.1. Az üzemi felfogóterek csoportosítási lehetőségeinek elemzése.....	87
3.1.1. A főbb csoportosítási módok bemutatása.....	87
3.1.2. A felfogóterek alkalmazási lehetőségeinek bemutatása	89
3.1.3. A felfogóterekkel kapcsolatos előnyök és hátrányok értékelése	92
3.2. A vasbeton szerkezeteket károsító hatások vizsgálata	93

3.2.1. A vasbeton szerkezeteket gyengítő környezeti hatások és a vonatkozó műszaki előírások bemutatása	93
3.2.2. Az alkalmazott betonkeverék jelentőségének értékelése a tárolt anyag vonatkozásában	101
3.2.3. A biztonságos üzemeltetés megvalósítását célzó karbantartási modell kifejlesztése	104
3.3. A vasbeton felfogóterek ellenállóképességének fejlesztése	106
3.3.1. A beton kémiai ellenállóképessége, valamint a fokozási lehetőségeinek bemutatása	106
3.3.2. A kutatás során elvégzett laboratóriumi vizsgálat bemutatása.....	107
3.3.3. A vizsgálat során végrehajtott mérések bemutatása	114
3.3.4. A próbatestek méret és tömeg visszamérésével kapcsolatos eredmények értékelése	115
3.3.5. A próbatestek roncsolásmentes nyomószilárdság mérésével kapcsolatos eredmények értékelése.....	118
3.3.6. A próbatestek roncsolásos nyomószilárdság mérésével kapcsolatos eredmények értékelése.....	120
3.4. Összegzés és részkövetkeztetések a 3. fejezethez	123
ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK	128
ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	132
AZ ÉRTEKEZÉS AJÁNLÁSAI	134
AZ EREDMÉNYEK GYAKORLATI FELHASZNÁLHATÓSÁGA	135
HIVATKOZOTT IRODALOM	136
A TÉMAKÖRBŐL KÉSZÜLT PUBLIKÁCIÓIM	151
MELLÉKLETEK	153
1. melléklet: Fogalomjegyzék	154
2. melléklet: Jogszabályok jegyzéke	160
3. melléklet: Szabványok jegyzéke	161
4. melléklet: Ábrák jegyzéke.....	163

5. melléklet: Táblázatok jegyzéke	166
6. melléklet: 1. kísérlet bemenő adatai, a meghatározott x és y paraméterek, valamint az eredmények	167
7. melléklet: 2. kísérlet bemenő adatai, a meghatározott x és y paraméterek, valamint az eredmények	169
8. melléklet: 3. kísérlet bemenő adatai, a meghatározott x és y paraméterek, valamint az eredmények	170
9. melléklet: Szabvány szerinti környezeti osztályok és határértékeik	171
10. melléklet: Az alkalmazott cement teljesítménynyilatkozata	173
11. melléklet: Az elvégzett laboratóriumi vizsgálat ütemterve	174
12. melléklet: Az első turnus mérési eredményeit összefoglaló táblázat	175
13. melléklet: A második turnus mérési eredményeit összefoglaló táblázat.....	176
14. melléklet: A harmadik turnus mérési eredményeit összefoglaló táblázat	177
15. melléklet: A hipotézisek, kutatási célkitűzések és tudományos eredmények egymásra épülése, valamint gyakorlati alkalmazhatósága	178

BEVEZETÉS

1. A kutatási téma aktualitása

Alapvető társadalmi törekvésnek tekinthető a fejlődés iránti igény, valamint annak folyamatos kielégítése. Ennek megfelelően a társadalom, a gazdaság és a technológia is szüntelenül fejlődik, teszi mindezt egyre gyorsuló ütemben. [1] Mindennapjaink már elképzelhetetlennek tekinthetők a különböző vegyi anyagok felhasználása nélkül, hiszen számos termék (pl.: polipropilén, polietilén, polikarbonát) alapanyagául szolgálnak. Annak érdekében, hogy ezen alapanyagok elérhetővé váljanak, vegyi anyagokat nagy mennyiségben gyártó és felhasználó ipari vállalkozásoknak kell működniük. [2]

A vegyi anyagok és azok keverékeinek száma, illetve – az ipar bővülése miatt – az előállított tömegük is folyamatosan nő. Míg a kereskedelmi forgalomban lévő vegyi anyagok száma 1965-ben körülbelül 60 ezer, 1985-ben pedig hozzávetőlegesen 90 ezer volt, addig napjainkban számuk már meghaladja a 130 ezret. Azonban a részben ismert vegyi anyagok száma 60 ezer, az átfogóan ismert vegyi anyagok száma pedig 2 ezer. Ezen vegyi anyagok, illetve keverékek számának és előállítási tömegének exponenciális növekedése – a pozitív hatások mellett – jelentős mértékben megnövelte a nem kívánatos hatások kockázatának mértékét. Ilyen például az adott anyaggal érintkezők egészségkárosodása, az anyaggal szennyezett területen bekövetkező környezetkárosítás, továbbá az ipari baleseteket kiváltó tényezők révén bekövetkező kémiai balesetek/katasztrófák. [3]

A veszélyes anyagokkal összefüggő tevékenységek szigorú követelményekhez kötöttek. [4] Ennek ellenére az elmúlt évtizedekben több veszélyes anyaggal kapcsolatos káresemény is bekövetkezett a világon. [5] A 2019-es évben világszerte körülbelül 11 ezer ember vesztette életét, vagy tűnt el különböző természeti-, illetve civilizációs katasztrófa következtében. [6]

Tehát a súlyos káresemények katasztrófális hatással lehetnek többek között a környezetre és az emberekre. Így azok előfordulásának hatékony megelőzése érdekében számos ország és szervezet végzett kutatásokat a súlyos veszélyt jelentő létesítmények azonosításával és értékelésével kapcsolatban. Továbbá a bekövetkezett káresemények nemzeti és nemzetközi adatbázisokban történő rendszerezése képezi alapját a hatósági és a műszaki előírások felülvizsgálatának. [7]

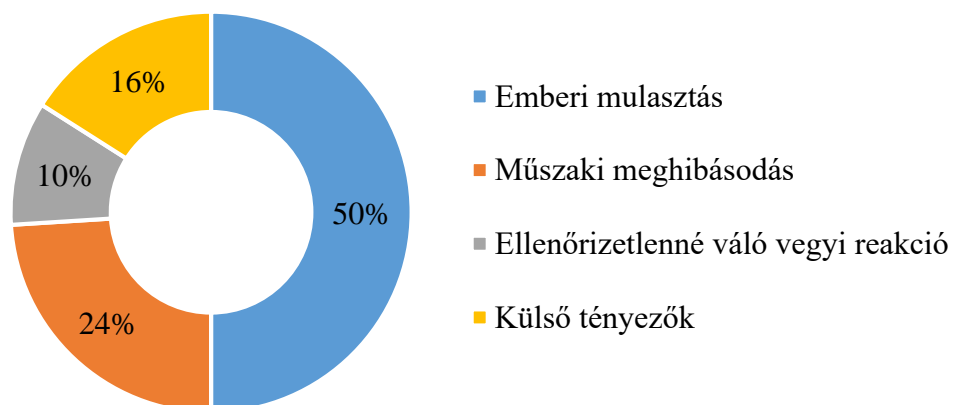
A gazdasági és a társadalmi fejlődés mellett a környezet állapotának megóvása is a fenntartható fejlődés alapelemei közé tartozik. Emiatt nemzetközi és nemzeti szinten számos előírás és jogszabály foglalkozik a veszélyes üzemi tevékenységekkel, így a tervezési-,

engedélyezési-, létesítési és üzemeltetési kérdésekkel is. A vegyi anyagot gyártó, illetve felhasználó üzemekben már az építkezési eljárást megelőzően környezeti hatásvizsgálatot kell lefolytatni. Ennek célja, hogy meghatározásra kerüljenek a beruházás környezeti hatásai, valamint megállapításra kerüljenek a környezethasználat feltételei. [3]

Azonban a környezeti hatásvizsgálati eljárás eredményeként meghatározott környezethasználati feltételek a kivitelezés során – számos esetben – nem, vagy nem teljes egészében kerülnek teljesítésére. Ez magában hordozza a nem megfelelő üzemi működést és így a környezetszennyezés bekövetkezésének kockázatát. [8] Valamint szükséges megjegyezni az üzemeltetés alatt és a karbantartások alkalmával, illetve a megfelelő karbantartási munkálatok hiánya miatt bekövetkező baleseteket is, melyek jelentős káresemények forrásai lehetnek. [9] Ennek oka, hogy a veszélyes anyagokkal összefüggésbe hozható balesetek alapvetően két fő okra vezethetők vissza, ezek a műszaki meghibásodások és/vagy az emberi mulasztások. [1] (1. ábra)

Ezzel összefüggésben elmondható, hogy mind a tervezés és kivitelezés, mind az üzemeltetés és karbantartási tevékenységek során prioritásként kell kezelni az emberi és szervezeti tényezőket, valamint a megfelelő karbantartási gyakorlatokat. Ezáltal megvalósíthatóvá válik az üzem biztonságos és megbízható működési teljesítménye. [10]

A mulasztások között például a hibás tervezést/kivitelezést, illetve a helytelen üzemeltetési tevékenységeket kell érteni. [11] Míg a műszaki meghibásodások alatt jellemzően az anyagfáradás, illetve a nem megfelelő fenntartási munkálatok miatt bekövetkező repedések, törések kialakulását értjük. [12] A súlyos ipari baleseteknek sok esetben jelentős következményei vannak, melyek gyakran országhatáron átnyúlóan is éreztetik hatásaikat. [13]



1. ábra: Az ipari baleseteket kiváltó okok megoszlása

Forrás: [14] alapján saját szerkesztés

A megelőzés érdekében az Európai Bizottság a veszélyes tevékenységek végzését szigorú előírásokhoz köti. Ezen előírásokat többek között *a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek veszélyének kezeléséről, valamint a 96/82/EK tanácsi irányelv módosításáról és későbbi hatályon kívül helyezéséről szóló 2012/18/EU irányelv* (továbbiakban: Seveso III.) tartalmazza. [15] A Seveso III. magyarországi jogrendszerbe történő átültetése *a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény* [16] (továbbiakban: Kat.), annak végrehajtási rendelete a *234/2011. (XI. 10.) Korm. rendelet a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény végrehajtásáról* [17] (továbbiakban: 234/2011. (XI. 10.) Korm. rendelet), valamint *a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről szóló 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet* [18] (továbbiakban: 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet) révén történt meg.

A fentiekben leírtak összegzéseként kijelenthető, hogy a veszélyes anyagokkal kapcsolatos káreseményekkel szemben támasztott elsődleges cél – nemzeti és nemzetközi szinten – a prevenció. Ennek megfelelően kutatásom az ipari felfogótterekkel kapcsolatos olyan főbb tényezőkre irányul, mint a létesítési-, üzemeltetési-, karbantartási-, méretezési- és anyagszerkezeti összefüggések feltárása, valamint a felmerülő kérdések megválaszolása.

2. A tudományos probléma megfogalmazása

A felgyorsult gazdasági és technológiai verseny révén folyamatosan bővülő ipari tevékenységek következtében szükségszerű a már meglévő tárolókapacitások bővítése, valamint újak létesítése. Emellett a világjárvány, majd az azt követő energiaválság egyértelműen bebizonyította, hogy az ipar jelentős mértékben ki van szolgáltatva az alapanyag készletekkel szemben. Ezen kiszolgáltatottságot meghatározza az adott ország, illetve gazdaság lokalizáltsága is. Az egyre inkább növekvő társadalmi igények kielégítését biztosító technológiai és gazdasági fejlődés „kéz a kézben jár” a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek körének bővülésével. Ezen üzemek a megnövekedett alapanyag igényt az alábbi két módon tudják kezelni:

- alapanyag(ok) beszállítási gyakoriságának növelése;
- új alapanyag tároló(k) létesítése.

Azonban mindkét mód esetén szükséges a kockázatok újbóli azonosítása és értékelése. „A kutatás aktualitása” részben leírtak alapján elmondható, hogy a technológiai és műszaki folyamatok esetében nem beszélhetünk „zero” kockázati szintről. [19] Ennek oka, hogy a

technológiai berendezések meghibásodása, a külső/belső rendkívüli események bekövetkezése, valamint az emberi mulasztás nem zárható ki, mint kiváltó ok(ok). [20] Emellett meg kell említeni azon kockázati faktort is, amikor egy adott létesítményben bekövetkező káresemény más közeli létesítményekre is áttérjed (dominóeffektus). Az iparban, különösen a petrokémiai szektorban, számos súlyos káresemény járt dominóeffektussal. Ilyen volt például a 2005-ben bekövetkezett buncefield-i, illetve a 2009-ben megtörtént puerto rico-i veszélyes anyaggal kapcsolatos baleset. [21]

A világon több kockázatértékelési technikát és módszert is alkalmaznak, melyek vonatkozásában többek között Carter et al. (2003), Marhavihas et al. (2011) és Khan et al. (2015) adtak átfogó rendszerezést. [22] Az ipar területén a kockázatmenedzsment kettős szerepét kell megemlíteni, melyek a következők:

- vegyi anyag környezetbe történő kikerülési valószínűségének minimalizálása prevenciós intézkedésekkel;
- rendkívüli esemény során a károk minimalizálása védelmi záruk kialakításával.

Mivel a tartályokban nagy mennyiségű veszélyes folyadék kerül tárolásra, így azok ki vannak téve a tüzek, robbanások és kiömlések kockázatának. Ez esetben a kockázatmenedzsment elemei között az aktív és a passzív védelem, valamint a biztonságirányítási rendszer megfelelő működtetése szerepel. [23] A veszélyes folyadékot tároló tartályok esetében előírás, hogy azokat másodlagos elzárással kell ellátni, mely egyik módja a tárolótartály felfogótérben történő elhelyezése. Ennek oka, hogy ahol fennáll annak a veszélye, hogy bizonyos események hatására a tárolt anyag a környezetbe juthat, ezáltal károsíthatja az emberi egészséget, vagy a környezetet, ott a tárolt anyag felfogására alkalmas teret kell létesíteni. [24] A szakirodalomban a „bund”, azaz felfogótér többféleképpen került definiálásra, mint például:

- A tárolótartályt jelentős távolságban körülvevő alacsony föld- vagy betonszerkezet a kiömlött folyadék felfogására. [25]
- Egy olyan terület köré épített visszatartó létesítmény (beleértve a falakat és a talapzatot), ahol potenciálisan szennyező anyagokat kezelnek, feldolgoznak vagy tárolnak és a célja, hogy visszatartsa a területről véletlenül kiszabaduló anyagokat, amíg a helyreállító intézkedések megtételére sor nem kerül. [26]
- Egy olyan terület köré épített létesítmény (beleértve a falakat és az alapot), ahol potenciálisan szennyező anyagokat kezelnek, feldolgoznak vagy tárolnak, és a

területről véletlenül kiszabaduló anyagokat a helyreállítási intézkedések megtételéig visszatartja. A felfogóterek szerkezetileg függetlenek az elsődleges tároló tartálytól. [27]

A fentiekben ismertetett definíciók összegzéseként elmondható, hogy a felfogótér a tárolótartály meghibásodása esetén a kiáramló veszélyes folyadék felfogására szolgáló tér / létesítmény. Szakirodalmi adatok alapján megállapítható, hogy a környezeti kár és az egészségügyi károsodás mellett, jelentős anyagi károk is keletkezhetnek. Emiatt kiemelt figyelmet kell fordítani a tároló tartály meghibásodásának megelőzésére, illetve a megfelelő felfogótér kialakítására. [28-31]

A veszélyes folyadékok, anyagok tárolására szigorú szabályok vonatkoznak nemzetközi és nemzeti szinten is. Hazánkban többek között *a veszélyes folyadékok vagy olvadékok tárolótartályainak, tároló-létesítményeinek műszaki biztonsági követelményeiről, hatósági felügyeletéről* szóló 1/2016. (I. 5.) NGM rendelet (továbbiakban: 1/2016. (I. 5.) NGM rendelet) tartalmaz előírásokat. [32] A jelenlegi jogi szabályozás szerint a tartály eleme a felfogótér, így arra a tartályokra vonatkozó létesítési, üzemeltetési, karbantartási és felülvizsgálati előírások vonatkoznak. A tartálytervezés és építés komplex folyamat, melynek engedélyezési feltételei, műszaki előírásai hazánkban jogszabályokban, mint például az 1/2016. (I. 5.) NGM rendeletben, illetve a 216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet *a veszélyes folyadékok vagy olvadékok tárolótartályainak, tároló-létesítményeinek műszaki-biztonsági hatósági felügyeletéről* szóló rendeletben (továbbiakban: 216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet) kerültek rögzítésre. [33] A tartálytervezés során azonban a jogszabályi előírások nem terjednek ki minden területre, ezért a tervezők jellemzően a hazai (és nemzetközi) szabványokat alkalmazzák. Ugyanakkor a szabványok egyik nagy hiányossága lehet, hogy túlzottan általános jellegűek, illetve a tervező felelősségi körébe tartozik a területi és környezeti sajátosságoknak megfelelő adaptáció.

A felfogótereket zömében a legnagyobb tartályra méretezik, ebből következik, hogy a tartályok együttes sérülését sok esetben nem veszik figyelembe. Ahhoz, hogy a felfogótér megfelelően be tudja tölteni a funkcióját, nem elegendő az előírt térfogattal rendelkeznie, amellet a kiáramló folyadék felfogótér falán történő átbukása ellen is védelmet kell nyújtania. Ugyanis ezáltal tudja csak biztosítani az üzemeltetői és hatósági szempontból is elvárt korlátolt „tőcsafelületet”.

A tartályok biztonságos üzemeltetéséhez elengedhetetlen a rendszeres ellenőrzés, karbantartás és felülvizsgálat, melynek feltételrendszere szintén jogszabályokban [például: 1/2016. (I. 5.) NGM rendelet; 216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet] rögzített. A tartály

karbantartására vonatkozó jogszabályi előírások számos pontban szintén általános és reaktív jellegűnek tekinthetők. Ilyen például a kockázatalapú karbantartás helyett preferált idő alapú karbantartás. Azonban ahhoz, hogy a felfogótér biztonságosan be tudja tölteni a szerepét további tényezők figyelembevételére is szükség van. Ilyen például, hogy a tervezés során a felfogótér alapanyagait a tartályban tárolt folyadék tulajdonságaihoz mérten választják meg, valamint a kivitelező a vonatkozó műszaki előírásoknak megfelelően végzi el az építési tevékenységet. Ennek jelentősége azzal magyarázható, hogy a szerkezeti gyengülés során kialakuló sérülések révén szivárgás következhet be, mely esetben veszélyes anyag kerülhet a környezetbe.

Az elmúlt években számos olyan veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos ipari baleset következett be (pl.: 2020. május 7. Visakhapatnam, sztirol szivárgás okozta mérgezés [34], 2005. december 11. Buncefield, tárolótartály túlsordulása miatti tűz és robbanás [35]), melyek kiváltó oka, meghibásodásra, tartálysérülésre, illetve a nem megfelelően kialakított felfogótérre vezethető vissza. A tartályok elemét képező felfogótérek meghibásodási okainak vizsgálata időszzerűvé vált, tekintettel arra, hogy a megváltozott környezeti tényezők miatt egyre több gazdasági szereplő – az üzemfolytonosság biztosítása érdekében – kezdett bele a meglévő tárolókapacitásainak bővítésébe, illetve újak létesítésébe. A fenti két példa is jól szemlélteti, hogy a tárolótartályok esetleges sérülése során nagy mennyiségű veszélyes anyag kerülhet a szabadba. Ez amellet, hogy humánegészségügyi problémákat vet fel, veszélyeztetheti az üzem területén lévő és szomszédos létesítményeket, a környező lakott területeket, valamint az egyes környezeti elemeket.

A kutatási hipotéziseimet és célkitűzéseimet a fentiekben bemutatott tudományos problémák megoldása érdekében dolgoztam ki.

3. Kutatási hipotézisek

Az értekezés kidolgozását megelőzően az alábbi hipotéziseket állítottam fel:

1. Feltételezem, hogy a külső környezeti tényezők változása miatt a tartályok elemét képező felfogótérek létesítésénél figyelembe vett jogszabályi és műszaki előírások felülvizsgálata indokolt.
2. Feltételezem, hogy a felfogótér méretezésére felállítható egy a gyakorlatban alkalmazható számítási rendszer, mellyel meghatározhatók a felfogótér azon paraméterei, melyek garantálják a megfelelő biztonsági szintet, ugyanakkor nem jelent aránytalan létesítési és fenntartási terhet az üzemeltető részére.

3. Feltételezem, hogy a tartály- és felfogótér sérülések fő oka a nem megfelelő létesítési és üzemeltetési tevékenységek. A tartály/felfogótér beton- és acélszerkezetei olyan hatásoknak vannak kitéve, amelyek fokozott terhelést jelentenek, ezért azok mértékétől függően a szerkezetek akár rövid távon is károsodhatnak. Továbbá feltételezem, hogy laborkörülmények között, kísérleti úton megállapíthatók és rendszerezhetők azon anyagtani alapelvek és javaslatok, amelyek alkalmazásával biztosítható a tartályból kiszivárgott folyadék biztonságos visszatartását nyújtó felfogótér megépítése.

4. Kutatási célkitűzések

A kutatási célkitűzéseimet „A tudományos probléma megfogalmazása” részben leírtak és a felállított kutatási hipotézisek alapján fogalmaztam meg, melyek a következők:

1. A felfogóterek létesítésével összefüggésben meghatározom azon jogszabályi és műszaki előírások körét, amelyek felülvizsgálata szükséges a külső környezeti tényezők változása miatt.
2. Kidolgozom a felfogóterek méretezésére vonatkozó metodikát, mely üzemeltetői és hatósági szempontból is hatékonyan alkalmazható.
3. Felmérem a tartályok és felfogóterek sérüléseinek főbb kiváltó okait, mind rövid-, mind hosszútávra vonatkozóan, ezáltal azonosítom és rendszerbe foglalom a műszaki- és hatósági üzemeltetés/karbantartás ellenőrzési szempontjait. Valamint laboratóriumi körülmények között, kísérleti úton kidolgozom azokat az anyagtani alapelveket és ajánlásokat a vasbeton felfogóterek vonatkozásában, melyek alkalmazásával biztosítható a tartályból kiszivárgott folyadék biztonságos felfogása.

5. Kutatási módszerek

A négyéves kutatási tervben rögzített kutatási feladatoknak megfelelően és a fentiekben megfogalmazott célkitűzések teljesítése érdekében, az alábbi kutatási módszereket használtam fel:

1. Szakirodalom- és jogszabálykutatás, a releváns nemzetközi és hazai dokumentumok tanulmányozásával és feldolgozásával.
2. Elemző-logikai tevékenység, melynek szerves részét képezi a jelenlegi jogi és belső szabályozási környezet értékelése, illetve az ebből eredő következtetések levonása.
3. Konzultáció a kutatott témában elismert hatósági és üzemeltetői szakemberekkel.
4. Terepkutatás során kutatási adatok gyűjtése, elemzése, értékelése.

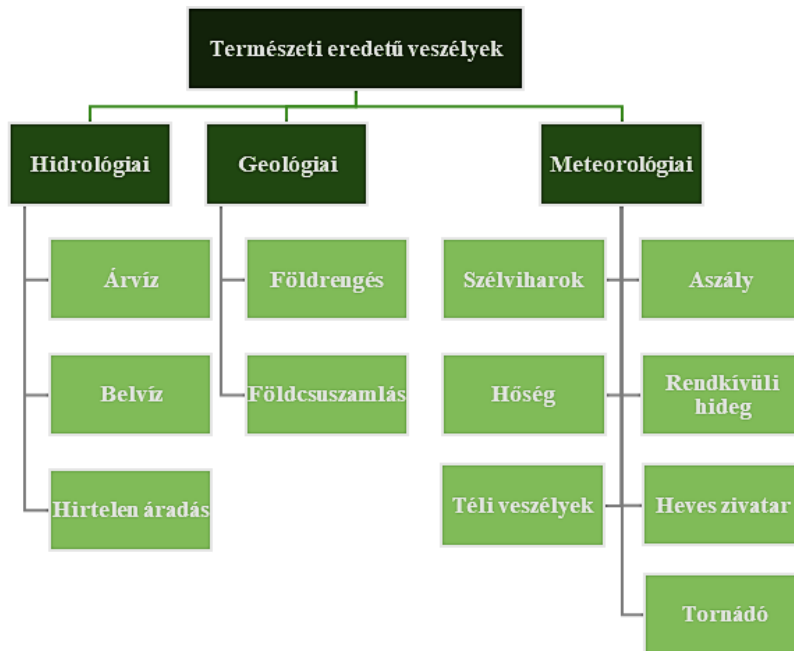
5. Kísérlettervezés, az elvégzett laborvizsgálatok eredményeinek elemzése, értékelése, illetve az ebből eredő következtetések levonása, valamint publikálása.
6. Részvétel nemzetközi és hazai szakmai konferenciákon, ezeken a disszertáció elkészítéséhez is szükséges adatok gyűjtése.
7. Külföldi műszaki megoldások, illetve jó ipari gyakorlatok tanulmányozása, azoknak a hazai megoldásokkal és gyakorlatokkal történő összehasonlító elemzése.
8. A saját kutatási eredményeknek a hazai és a nemzetközi tudományos közösség számára történő közzététele. A publikációkra érkezett érdemi észrevételek és visszajelzések részben megerősítették, részben pedig módosították a kutatás részterületeit, ezáltal is segítve a téma szűkítését és konkretizálását.

6. Releváns szakirodalom áttekintése

Az emberiség történelme során jelentős számú katasztrófa következett be, melyek többségében természeti eredetűek voltak. Ilyen természeti eredetű katasztrófa volt például a Spártát i.e. 464-ben súlytó földrengés, a Pest-Budánál végig söprő 1838-as dunai árvíz, illetve a Szegedet érő 1879-es tiszai árvíz. Ugyanakkor a civilizációs eredetű katasztrófákat is meg kell említeni, melyek előfordulása az emberi populáció növekedésével, valamint a tudományos és gazdasági fejlődéssel összhangban gyarapszik. A civilizációs eredetű katasztrófára példa az i.u. 64-es római, az 1666-os londoni és az 1910-es szatmárökörítői tűz. De a járványok okozta katasztrófák is jelentősek, melyek közül a malária és a pestis volt a legveszélyesebb. Például a pestis 1347-1353 között több, mint 60 millió ember halálát okozta. [36]

Továbbá az emlékezetünkben még élénken élő világméretű járvány, a SARS-CoV-2 több millió ember halálát okozta, valamint több száz millió ember fertőződött meg. Emellett a COVID-19-nek jelentős károsító hatása volt a világ gazdaságára, illetve az emberiség mentálhigiénés állapotának alakulására is. A hazánkban eddig bekövetkezett civilizációs eredetű katasztrófák közül a legjelentősebbnek a 2010-es vörösiszap-katasztrófa tekinthető, mely a nemzetközi figyelmet is felkeltette. [37] A katasztrófa következtében 10 ember vesztette életét, illetve 150-en sérültek meg. Emellett az anyagi és természeti értékekben bekövetkezett kár hatalmas méreteket öltött, a helyreállítás hozzávetőlegesen 38 milliárd forintba került. [38]

A katasztrófatípusok beazonosíthatósága érdekében, ezáltal pedig az ellenük való prevenciók tevékenységek és a káreseményt követő mentesítési és helyreállítási lépések biztosítására, megtörtént a különböző típusok rendszerbe foglalása. A 2. ábra a természeti eredetű veszélyeket, a 3. ábra pedig a civilizációs eredetű veszélyeket szemlélteti.



2. ábra: A természeti eredetű veszélyek összefoglaló ábrája

Forrás: [39]

A 2. ábra jól szemlélteti, hogy a természeti eredetű veszélyek alapvetően három fő csoportra oszthatók, melyek a hidrológiai, a geológiai és a meteorológiai katasztrófák. Ezen csoportok elemei számos esetben egymás kiváltói is lehetnek, így dominóhatás következhet be. Erre lehet példa egy heves zivatar és szélvihar által kiváltott hirtelen áradás, illetve a zivatar és eróziós hatások révén bekövetkező földcsuszamlás.



3. ábra: A civilizációs eredetű veszélyek összefoglaló ábrája

Forrás: [39]

A 3. ábra alapján elmondható, hogy a civilizációs eredetű veszélyeken belül számos csoportot különböztetünk meg. A természeti eredetű veszélyekhez hasonlóan a civilizációs

eredetű veszélyek esetében is beszélhetünk dominóhatásról. Ilyen esetre lehet példa a veszélyes anyag szállítása során bekövetkező közlekedési baleset, mely tüzesetet, illetve toxikus szennyezést okozhat.

A katasztrófák, illetve a válsághelyzetek kiváltó okaira több befolyásoló tényező is hat, melyek a következők:

- Szociális tényező: például a társadalmi változások, az emberek higiéniai szokásai és egészségügyi állapota, az adott ország szociális hálójának fejlettsége.
- Biológiai és kémiai tényező: például a kórokozók evolúciója, a vízkészletek és élelmiszerek tisztasága, újonnan kifejlesztett és alkalmazott anyagok hatása a környezetre.
- Technikai tényező: például mezőgazdaságban, iparban és a tudományban bekövetkező változások.
- Globális tényező: például éghajlatváltozás, nemzetközi kereskedelem és szállítás/szállítmányozás.

Az ipari baleseteket kiváltó okok közé az emberi mulasztás, a műszaki meghibásodás, az ellenőrizetlenné váló vegyi reakció és a külső tényezők tartoznak. (1. ábra) Ezen kiváltó okok közül legjelentősebbnek az emberi mulasztások tekinthetők. Például emberi mulasztás következtében olyan kontrollálhatatlan vegyi reakciók mehetnek végbe, melyek azonnali és szakszerű beavatkozás, illetve további kontroll nélkül súlyos ipari baleseteket idézhetnek elő az üzem területén és annak környékén. Ugyanakkor a befolyásoló tényezők közül a külső okokat is meg kell említeni, mely azzal magyarázható, hogy az egyre szélsőségesebben jelentkező időjárási viszonyok kiváltotta katasztrófák száma folyamatosan gyarapszik (pl.: Pápua-Új-Guinea – földcsuszamlás, 2024. május 24.; Kína – árvíz, 2023. július 29.; Líbia – áradások, 2023. szeptember 9.; Észak-Amerika – erdőtüzek, 2023. október 30.). [40]

Ahogy a példák alapján is látszik, a meteorológiai veszélyek közül a nagymennyiségű csapadékhullás eredményeként bekövetkező árvizek és áradások kiemelt veszélyforrást jelentenek. Emellett a rendkívüli hideg okozta elfagyások, valamint azok eredményezte repedések és törések kialakulásával veszélyes anyagok kerülhetnek a szabadba, melyeknek súlyos környezetkárosító hatása lehet. Ehhez hasonló következményei lehetnek az orkánszerű szélviharoknak, földrengéseknek és tüzeseteknek is.

A veszélyes anyagokat felhasználó és tároló üzemek esetében a súlyos balesetek jellemzően tűz, robbanás, illetve mérgező anyagoknak a zárt technológiai rendszerből történő

kikerülése révén következnek be. Általánosságban elmondható, hogy a kiváltó okok között az anyagot tároló tartály, a betápláló/lefejtő csővezeték sérülése, illetve a műszaki, biztonsági rendszer meghibásodása szerepel. Egy ilyen esemény során a tárolt anyag elfolyhat, beszivároghat a talajba, illetve gyúlékony anyag esetén a levegővel keveredve a gázfelhő begyulladhat. Toxikus gáz esetén a gázfelhő terjedhet, mely szétterjed a környező területen, illetve további veszélyt jelenthet a nagymennyiségű csapadékhullás során a szennyező anyagnak talajba történő beszivárgása. A robbanásveszélyes, illetve gyúlékony anyag a keletkező hősugárzás és túlnyomás révén veszélyt jelent az emberi életre, valamint a környező építményekre. Ezen felül a robbanás következtében szétrepülő repeszek és törmelékek további kockázatot jelentenek. [36]

A fentiek alapján elmondható, hogy mind a természeti-, mind a civilizációs eredetű veszélyek igen jelentős kockázattal bírnak az emberi élet, a természet és az épített környezet épségének vonatkozásában.

Az ipar és ezáltal a társadalom, valamint a gazdaság működőképességéhez elengedhetetlen a vegyi anyagok használata. A technológiai fejlődéssel a vegyi anyagok és keverékek száma folyamatosan növekszik, mely éves szinten hozzávetőlegesen 400-1000 új tételt jelent. A vegyi anyagok és keverékek számának növekedését szemlélteti az 1. táblázat. Az előzőekben leírtakkal és az 1. táblázattal összefüggésben megállapítható, hogy a vegyi anyagok és keverékek előállított tömege is exponenciálisan növekedik, mely a nem kívánatos hatások (pl.: egészségkárosítás, kémiai balesetek) kockázatát jelentős mértékben növelte. [3]

1. táblázat: A vegyi anyagok körének bővülése

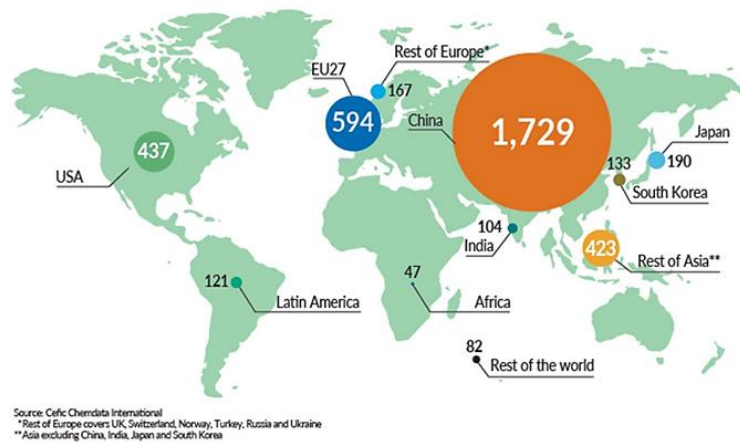
Forrás: [3] alapján saját szerkesztés

Év	A kereskedelmi forgalomban lévő vegyi anyagok száma	A regisztrált vegyi anyagok száma
1965	60 ezer	6 millió
1975	70 ezer	7 millió
1985	90 ezer	9 millió
1990	100 ezer <	10 millió <
Ma: évenként	+ 400-1000 tétel	13 millió <

Szakirodalmi források alapján a legnagyobb mennyiségben vegyi anyagot gyártó és értékesítő országok, illetve egyesülések között 2021-ben a következő sorrend alakult ki: Kína, Európai Unió, Amerikai Egyesült Államok. Ezt szemlélteti a 4. ábra, amelyen az is jól látható,

hogy Kína a vegyi anyagok értékesítése terén nagyobb volumennel bír, mint az öt követő másik két kibocsátó együttvéve.

World chemicals sales (2021, €4,026 billion)

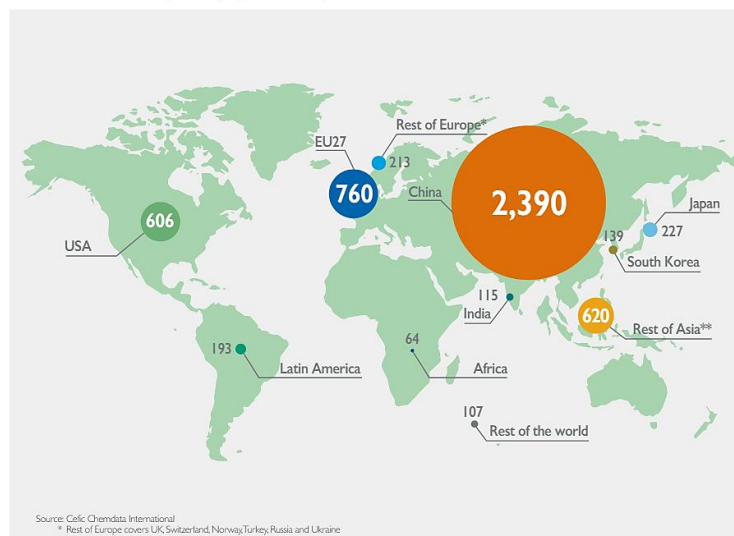


4. ábra: A világ vegyi anyag értékesítése 2021-ben

Forrás: [41]

A 4. ábrához hasonlóan, az 5. ábra a világ vegyi anyag értékesítését szemlélteti a 2022-es évre vonatkozóan. Valamennyi kibocsátó ország, illetve egyesülés kapcsán elmondható, hogy emelkedett a kibocsátási volumen. Ez a növekedés egyes esetekben jelentős mértékű volt (pl.: Kína, Európai Unió). Valamint az is látható, hogy a többi ázsiai ország vegyi anyag értékesítését egybevéve olyan mértékű növekedés következett be, hogy ezen paraméter vonatkozásában megelőzték az Amerikai Egyesült Államokat. Továbbá az is megállapítható, hogy Kína dominanciája a vegyi anyag értékesítést tekintve a 2022-es évben is fennállt.

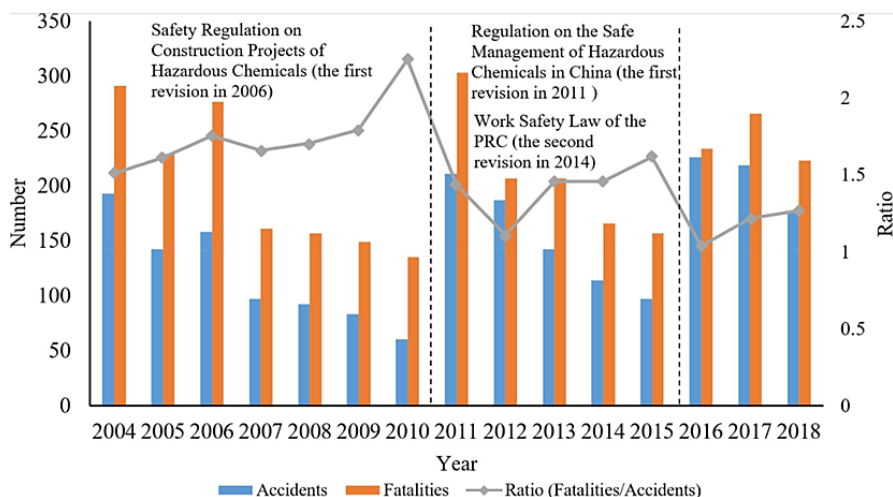
World chemical sales, 2022 (€5,434 billion)



5. ábra: A világ vegyi anyag értékesítése 2022-ben

Forrás: [42]

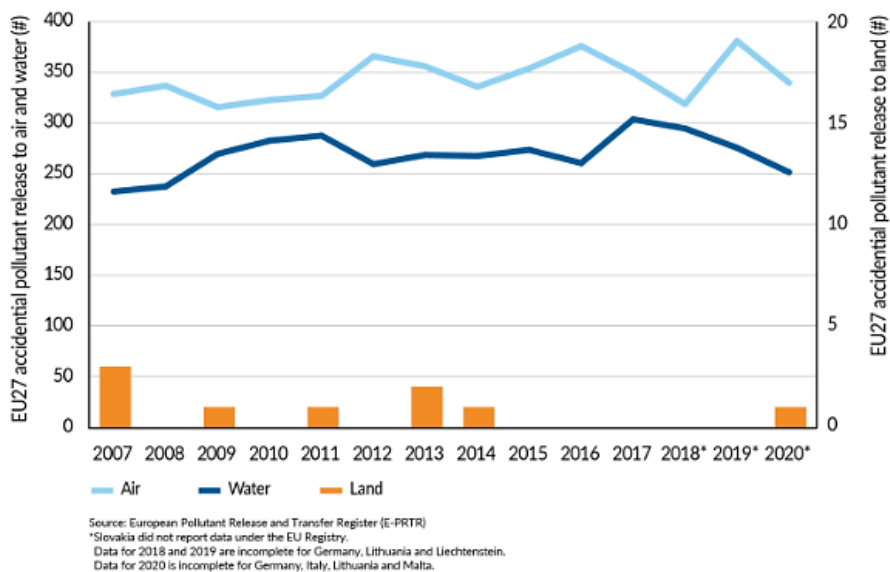
A vegyipari kibocsátás tekintetében vezető Kínában, a 2016-2018 közötti időszakot tekintve a vegyi anyagokkal kapcsolatos balesetek száma meghaladta a 150 esetet. Ez azt jelenti, hogy hozzávetőlegesen kétnaponta történt egy káresemény. A 6. ábra szemlélteti a Kínában 2004-2018 között bekövetkezett veszélyes anyagokkal kapcsolatos balesetek alakulását.



6. ábra: Veszélyes anyagokkal kapcsolatos balesetek alakulása Kínában a 2004-2018 közötti időszakban

Forrás: [43]

Az Európai Unió területén bekövetkezett káresemények során történő szennyezőanyag-kibocsátások száma egyaránt magas szinten van, melyet a 7. ábra szemléltet.

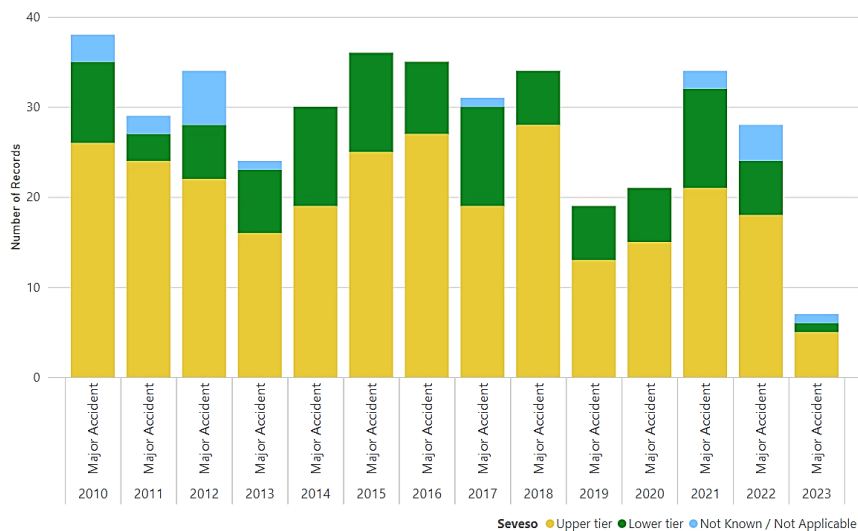


7. ábra: Az EU-27 vegyiparából származó véletlen szennyezőanyag-kibocsátás

Forrás: [44]

Szakirodalmi adatok alapján elmondható, hogy a 2007-es évet megelőzően a vízbe és levegőbe jutó szennyezőanyag-kibocsátások száma meghaladta a 2007-2019-es időszakban rögzített értékeket. Azonban a víz és levegő vonatkozásában még mindig igen magas szinten van a véletlen szennyezőanyag-kibocsátás. A talajt érő szennyezés tekintetében stagnálás látható, mely során egy-egy kiugró év figyelhető meg (pl.: 2007, 2013). [44]

A káresemények statisztikai adatbázisba történő gyűjtése lehetővé teszi, hogy az eltérő üzemszintek tekintetében nyomon követhető és elemezhető legyen az esetek számszerű alakulása. Az Európai Bizottság Közös Kutatóközpontja (*Joint Research Centre*) gondozásában lévő Súlyos Baleseti Jelentési Rendszer (*Major Accident Reporting System*) adatai alapján megállapítható, hogy az elmúlt két évtizedben jelentős számú veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleset történt. A 8. ábra alapján az Európai Unióban bekövetkezett veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek száma évente $\approx 18-40$ közé tehető.

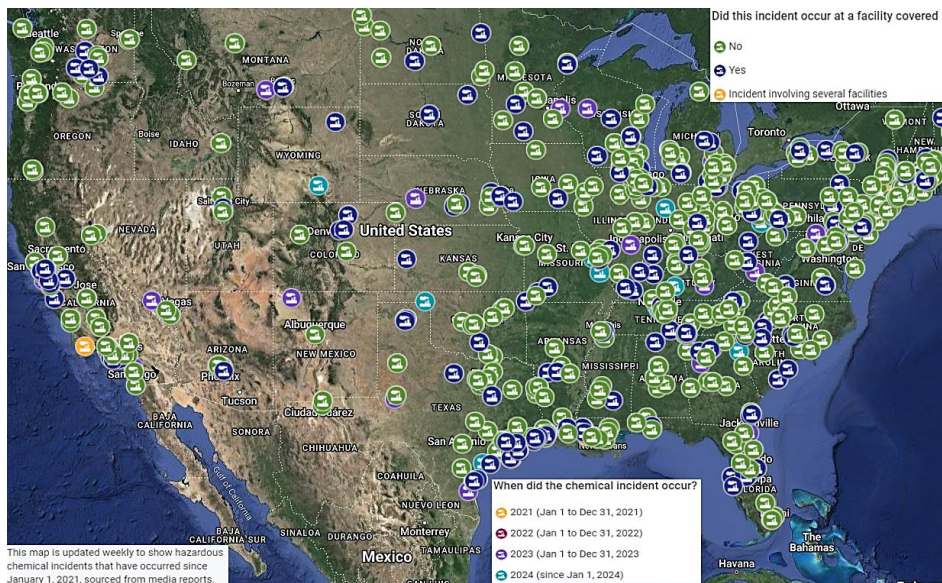


8. ábra: A bekövetkezett káresemények évenkénti megoszlása az adott Seveso-szint szerint

Forrás: [45]

A 8. ábra alapján elmondható továbbá az is, hogy az Európai Unió területén bekövetkezett súlyos balesetek száma szűk intervallumon belül változik, tehát stagnálónak tekinthető. A 2019-es és a 2020-as évek alacsonyabb volumenű súlyos baleseteinek száma vélhetően a SARS-CoV-2 világjárvány során bevezetett üzemkorlátozásokkal magyarázható. Mind hazai, mind nemzetközi szinten elmondható, hogy a jogi szabályozás harmonizációja és fejlesztése folyamatos, valamint a műszaki korszerűsítés és fejlődés mértéke is számottevő. Azonban a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos káresemények számában nem figyelhető meg jelentős mértékű csökkenés. Valamint az is szembevetendő, hogy a bekövetkezett balesetek döntő része jellemzően a felső küszöbértékű üzemekben történt.

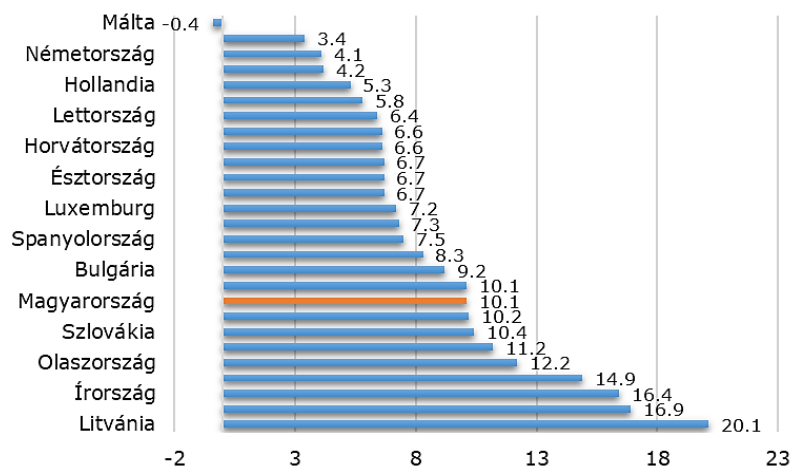
A kínai és az európai uniós tendenciához hasonlóan alakul a vegyi anyagokkal kapcsolatos balesetek száma az Amerikai Egyesült Államokban is. A 9. ábrán jól látható, hogy a vizsgált időszakban bekövetkezett káresemények jellemzően az ország keleti felére, illetve a nyugati partra koncentrálnak. Ezen térségek képezik az Amerikai Egyesült Államok fő ipari és kereskedelmi színtereit.



9. ábra: Vegyi anyagokkal kapcsolatos balesetek az Amerikai Egyesült Államokban (2021-2023)

Forrás: [46]

Az ipar termelési volumenének és értékének növekedését támasztják alá a nemzetközi és hazai statisztikai adatok is. Az Európai Unió ipari termelésének volumenváltozását szemlélteti a 10. ábra.



10. ábra: Az ipari termelés volumenváltozása az előző évhez (2021) képest az EU-ban [%]

Forrás: [47] alapján saját szerkesztés

Bár 2019-ben és 2020-ban csökkent az EU ipari termelése (főként a SARS-CoV-2 világjárvány hatásaként), 2021-ben számottevő növekedés (8,1%-os EU27 átlag) következett be, mellyel a tagállamok többsége esetén elmondható, hogy az ipari teljesítmény már meghaladta a járvány előtti csúcspontját is. [47]

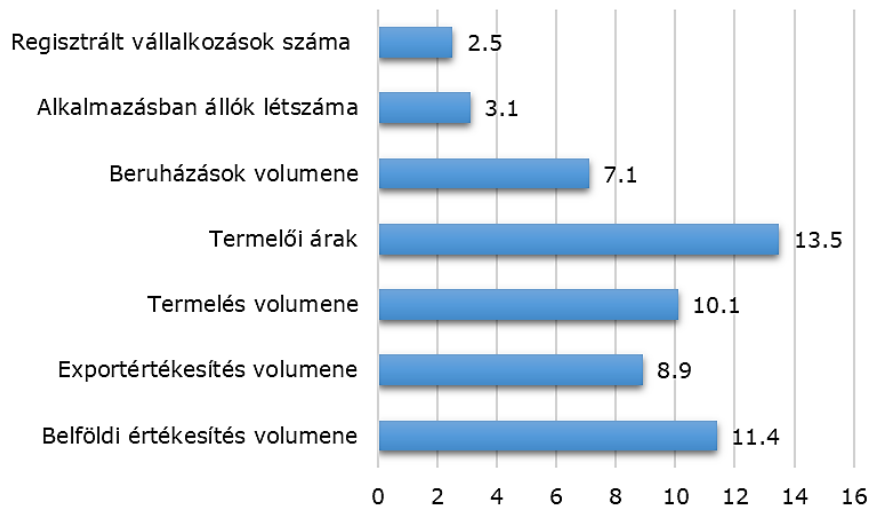
Az EU27 ipari termelés volumenének sokéves adatainak alakulását szemlélteti a 2. táblázat, melynek adatsorai alapján valamennyi tagállam ipari termelési volumenének változásában megfigyelhető bizonyos fokú hektikuság. Emellett a világszintű válságok hatásai is jól láthatók, mint például a 2008-2009-es gazdasági világválság, a 2019-2020 közötti SARS-CoV-2 világjárvány). Ugyanakkor a 2. táblázat alapján egyértelműen megállapítható az ipar fokozatos bővülése, valamint hatása a társadalomra, továbbá a nemzetközi és nemzeti gazdaságra.

2. táblázat: Az EU27 tagállamainak ipari termelési volumenének alakulása az előző évhez képest [%] (kék: előzetes adat, zöld: revideált adat)

Forrás: [48] alapján saját szerkesztés

Kód	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
AT	5,8	1,3	-11,3	6,7	6,6	0,2	0,5	0,9	2,1	2,1	5,9	4,9	0,0	-5,9	11,2
BE	7,7	3,7	-11,0	9,1	4,8	-1,8	0,0	1,3	-1,2	4,5	2,9	1,1	4,9	-3,8	16,8
BG	9,5	0,6	-18,2	2,0	5,8	-0,5	0,0	2,0	2,8	2,5	4,0	0,4	0,5	-6,1	9,2
CY	4,9	4,5	-9,0	-2,1	-7,7	-10,0	-13,0	-0,5	5,0	9,1	8,6	7,3	4,5	-7,3	6,4
CZ	10,0	-2,4	-12,9	8,5	5,6	-0,9	0,1	5,2	4,5	3,1	6,7	3,1	-0,4	-7,2	6,6
DK	-3,3	-2,7	-14,1	1,9	1,1	0,0	0,0	0,6	0,0	3,7	2,3	2,4	2,7	-5,9	8,3
EE	6,5	-5,0	-23,7	22,8	19,8	1,2	4,5	4,3	-0,2	3,0	4,2	4,8	7,1	-2,8	6,7
FI	4,5	1,0	-17,8	5,6	1,9	-2,2	-3,1	-1,8	-0,9	4,1	3,4	3,4	1,6	-3,3	4,1
FR	1,2	-2,8	-12,6	4,3	2,8	-2,4	-0,6	-1,1	1,4	0,5	2,3	0,7	0,6	-11,0	5,9
EL	2,3	-4,2	-9,7	-6,1	-5,8	-2,1	-3,3	-2,0	1,0	2,6	4,2	1,8	-0,7	-2,1	10,3
NL	4,3	0,6	-7,7	7,7	-0,7	-0,6	0,6	-2,8	-3,5	1,3	1,4	0,6	-0,9	-3,9	5,0
HR	4,9	0,8	-9,1	-1,4	-1,1	-5,5	-1,7	1,1	2,6	5,0	2,0	-1,0	0,5	-3,4	6,6
IE	5,2	-2,1	-4,4	8,2	-0,5	-1,4	-2,3	21,1	35,9	5,0	-2,6	-4,9	7,0	14,5	16,4
PL	9,4	2,1	-4,0	11,1	7,3	1,1	2,7	3,1	4,5	3,1	6,9	5,8	4,3	-2,1	14,9
LV	1,3	-3,2	-17,9	14,3	8,9	6,2	-0,3	-0,9	3,4	4,7	8,7	2,0	0,8	-1,7	6,4
LT	2,9	3,4	-14,1	6,1	6,8	3,9	3,1	0,1	4,2	2,7	6,8	6,0	2,8	-1,7	20,0
LU	-0,3	-5,1	-16,1	8,6	1,8	-5,0	-3,0	4,4	1,1	-0,4	3,8	-1,2	-3,1	-10,8	8,4
HU	8,2	-0,8	-17,6	10,3	5,6	-1,3	1,4	7,2	7,1	0,7	5,4	3,8	5,6	-7,1	9,9
MT	7,2	-4,4	-14,2	8,7	-0,1	5,4	-5,2	-5,7	-0,2	-7,3	8,7	1,5	1,1	-0,3	-0,2
DE	6,0	0,0	-16,4	11,1	7,1	-0,3	0,1	1,3	0,8	0,9	3,1	1,0	-3,2	-9,6	4,7
IT	1,7	-3,4	-18,8	6,8	1,2	-6,4	-3,0	-0,7	1,1	1,9	3,6	0,9	-1,0	-11,5	12,2
PT	-1,5	-5,5	-10,6	1,4	-1,3	-6,0	0,8	1,7	2,0	2,4	3,6	0,1	-2,2	-7,3	3,4
RO	10,1	2,8	-5,6	4,9	7,9	3,0	7,7	6,3	2,6	3,1	8,6	4,3	-3,2	-9,3	6,7
ES	1,8	-7,5	-15,8	0,8	-1,7	-6,8	-1,7	1,3	3,4	1,7	3,2	0,4	0,6	-9,8	7,5
SE	4,0	-3,0	-17,4	8,7	2,4	-1,2	-4,7	-1,5	2,8	1,6	4,8	2,6	2,4	-4,9	7,0
SK	16,7	15,8	-12,9	12,1	5,8	2,8	1,7	3,0	6,7	4,6	3,3	4,3	0,5	-9,1	10,4
SI	7,4	1,4	-17,5	6,7	2,1	-0,2	-1,3	1,7	4,9	7,7	8,1	5,3	2,8	-6,4	10,0
EU27	4,0	-1,6	-14,4	7,2	3,7	-2,1	-0,6	1,2	2,7	1,8	3,2	1,2	-0,2	-7,3	8,3

A magyar ipar főbb mutatóinak változását szemlélteti a 11. ábra, mely alapján elmondható, hogy az ipari termelés volumene, a termelői árak, valamint a belföldi értékesítés volumene 10%-ot meghaladó mértékben növekedett az előző évihez képest. Ugyanakkor a beruházások volumene és az exportértékesítés volumene is jelentős mértékben emelkedett.



11. ábra: A magyar ipar főbb mutatóinak változása az előző évihez (2021) képest [%]

Forrás: [49] alapján saját szerkesztés

Az ipari volumen bővüléséhez szükségszerű a meglévő üzemek fejlesztése és bővítése, valamint újabb üzemek létesítése. Ehhez azonban elengedhetetlen a lakosság és a környezet megóvása érdekében megalkotott jogszabályok, műszaki (biztonsági) szabályozók és szabványok alkalmazása, valamint azok hatósági felügyelete. A veszélyes anyagokkal kapcsolatos tevékenységek vonatkozásában – a jogszabályok mellett – nagy jelentőséggel bír a településrendezési terv, a biztonsági távolság és a felfogótér méretezése. Ugyanakkor a szabályozás sem az Európai Unión belül, sem azon kívül nem tekinthető egységesnek. A gyakorlatban jellemzően a bekövetkezett események tapasztalatainak elemzésén, a következményelemzésén, illetve a kockázatelemzésén alapuló módszertan terjedt el. [6]

A közelmúltban bekövetkezett (természeti és civilizációs eredetű) katasztrófákat és azok sokszínűségét tekintve kijelenthető, hogy a XX. század utolsó és a XXI. század első két évtizede megannyi kihívás elé állította a világot. Ezek következtében alapvetően tekinthető, hogy a katasztrófák elleni hatékony védekezés csak akkor biztosítható, ha a prevenció kerül előtérbe és még idejében megtörténik a védekezésre hivatott szervezetek és a lakosság felkészítése. [50]

Egy adott üzem telepítési tényezőinek vizsgálatakor a jogrendszer jelenti a kiindulópontot, melynek oka, hogy a nemzetközi és a nemzeti jogszabályok alapvetően határozzák meg (többek között) a létesítési, üzemeltetési, felülvizsgálati,

szüneteltetési/megszüntetési feltételeket, valamint a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezés rendjét. Ez alapján az elsődlegesnek tekinthető európai uniós és magyar jogszabályok a következők:

- *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* (továbbiakban: SEVESO III.); [15]
- *2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról* (továbbiakban: Kat.); [16]
- *219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről* (továbbiakban: 2019/2011. (X. 20.) Korm. rendelet); [18]
- *234/2011. (XI. 10.) Korm. rendelet a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény végrehajtásáról* (továbbiakban: 234/2011. (XI. 10.) Korm. rendelet); [17]
- *1/2016. (I. 5.) NGM rendelet a veszélyes folyadékok vagy olvadékok tárolótartályainak, tároló-létesítményeinek műszaki biztonsági követelményeiről, hatósági felügyeletéről* (továbbiakban: 1/2016. (I. 5.) NGM rendelet); [32]
- *365/2016. (XI. 29.) Korm. rendelet Budapest Főváros Kormányhivatalának egyes ipari és kereskedelmi ügyekben eljáró hatóságként történő kijelöléséről, valamint a területi mérésügyi és műszaki biztonsági hatóságokról* (továbbiakban: 365/2016. (XI. 29.) Korm. rendelet); [51]
- *216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet a veszélyes folyadékok vagy olvadékok tárolótartályainak, tároló-létesítményeinek műszaki-biztonsági hatósági felügyeletéről* (továbbiakban: 216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet). [33]

Magyarország az uniós előírásokkal összhangban alakította ki a saját jogi szabályozását, a katasztrófavédelmi törvény elfogadásával a magyar katasztrófavédelmi rendszer egy egységes (három pillérből álló) szervezetté vált. [52]

A Kat. az értelmező rendelkezések (például: veszélyes anyag, veszélyes anyaggal foglalkozó üzem, veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleset) mellett meghatározza például a katasztrófák elleni védekezés irányítási rendszerét; a katasztrófák elleni védekezésért felelős miniszter irányítása alá tartozó és a katasztrófavédelem végrehajtását végző szervek

körét és feladatait. Emellett rögzíti a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezés rendszerét; a polgári védelmi szervezetek működését, a gazdasági és anyagi szolgáltatás rendjét; a felkészülés és a védekezés költségeinek megtérítési és fedezeti rendjét; valamint a hatósági eljárásokkal kapcsolatos adatkezelés módját. [16]

A 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet definiálja többek között az alsó- és a felső küszöbértékű veszélyes anyaggal foglalkozó üzem, illetve a tárolás fogalmát. Ezen rendelet határozza meg a veszélyes tevékenység, valamint a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleset veszélyének az azonosítási – értékelési – biztonsági rendszerének körét; a védelmi tervek, a településrendezési tervezés, a lakossági tájékoztatás és a nyilvánosság biztosításának rendjét; a küszöbérték alatti üzemekre vonatkozó különös szabályokat; valamint a hatóság iparfelügyeleti feladatait. [18]

A 234/2011. (XI. 10.) Korm. rendelet az értelmező rendelkezések mellett rögzíti a katasztrófák elleni védekezési feladatokat és hatásköröket; meghatározza a települések katasztrófavédelmi besorolásának szabályait és a védelmi követelményeket; rögzíti a veszélyelhárítási tervezést; illetve a katasztrófa károsító hatása által érintett területre, valamint a helyreállításra és újjáépítésre vonatkozó szabályokat. [17]

Az 1/2016. (I. 5.) NGM rendelet többek között meghatározza az elhelyezési távolsággal kapcsolatos feltételrendszert; valamint a veszélyes folyadékok és olvadékok tárolótartályainak Műszaki Biztonsági Szabályzatát. [32] Fontos megjegyezni, hogy ezen rendeletet a 216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet számos pontban módosította.

A 365/2016. (XI. 29.) Korm. rendelet meghatározza a műszaki biztonsági hatóság kijelölésének rendjét; valamint rögzíti a műszaki biztonsági hatósági tevékenység szabályait. [51]

A 216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet az értelmező rendelkezések között definiálja például az átalakítás, a javítás, a létesítés, a megszüntetés, a névleges térfogat, a tárolás, a tárolótartály, a tároló-létesítmény és a veszélyes folyadék vagy olvadék fogalmát; valamint meghatározza a létesítés, üzemeltetés, felülvizsgálatok, szüneteltetés és a megszüntetés rendjét. [33]

A fentiekben röviden ismertetett jogszabályok alapján kijelenthető, hogy a magyar jogi környezet (mely szoros összhangban van az Európai Unió jogszabályi rendszerével) megfelelő mértékben részletes, átgondolt és módszeres, valamint hatékonyan követi az üzem létesítési tényezőinek változásait. Azonban az ipar műszaki sajátossága miatt elengedhetetlen a vonatkozó műszaki (biztonsági) előírások és a nemzetközi és nemzeti szabványok alkalmazása,

melyek közül a disszertáció – jelen – szakaszában szempontjából relevánsnak tekinthető dokumentumokat a 3. és a 4. táblázatok tartalmazzák.

3. táblázat: Az értekezés szempontjából főbb magyar szabványok

Forrás: a táblázatban jelzett források alapján saját szerkesztés

Jelzet	Cím
MSZ-05-94.0024:1979	<i>Földfeletti, álló, hengeres tartály tűzveszélyes folyadék tárolására. Fő méretek</i> (Érvényesség kezdete: 1980.12.01.) Forrás: [53]
MSZ-05-95.0450:1982	<i>Tároló tartályok általános műszaki követelményei</i> (Érvényesség kezdete: 1983.03.15.) Forrás: [54]
MSZ 9910:1988	<i>Föld feletti, álló, hengeres, merevtetős acéltartály éghető folyadékok és olvadékok tárolására</i> (Érvényesség kezdete: 1989.04.15) Forrás: [55]
MSZ 9999:1988	<i>Úszótetős acéltartály éghető folyadékok tárolására</i> (Érvényesség kezdete: 1989.07.15.) Forrás: [56]
MSZ 9910-2:1993	<i>Föld feletti, álló, hengeres acéltartályok éghető folyadékok és olvadékok tárolására. Szerelvényezési, biztonságtechnikai és környezetvédelmi előírások</i> (Érvényesség kezdete: 1993.07.01.) Forrás: [57]
MSZ 9935:1993	<i>Veszélyes árukkal rakott közúti szállítóegységek átmeneti tárolásának biztonsági követelményei</i> (Érvényesség kezdete: 1994.01.01.) Forrás: [58]
MSZ 9936:1993	<i>Veszélyes áruk átmeneti-ideiglenes tárolására használatos raktárak biztonsági követelményei</i> (Érvényesség kezdete: 1994.02.15.) Forrás: [59]
MSZ 9910-3:1998	<i>Föld feletti, álló, hengeres acéltartályok éghető folyadékok és olvadékok tárolására. Időszakos ellenőrző vizsgálat</i> (Érvényesség kezdete: 1998.08.01.) Forrás: [60]

4. táblázat: Az értekezés szempontjából főbb európai szabványok,
melyek Magyarországon is bevezetésre kerültek

Forrás: a táblázatban jelzett források alapján saját szerkesztés

Jelzet	Cím
MSZ EN 12285-2:2005	Műhelyben gyártott acéltartályok. 2. rész: Fekvő, hengeres, szimpla és dupla falú tartályok éghető és nem éghető, vizet szennyező folyadékok föld feletti tárolására (Érvényesség kezdete: 2005.08.01.) Forrás: [61]
MSZ EN 1993-4-2:2007	Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése. 4-2. rész: Tartályok (Érvényesség kezdete: 2007.08.01.) Forrás: [62]
MSZ EN 1992-3:2011	Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 3. rész: Folyadéktartályok és tárolószerkezetek (Érvényesség kezdete: 2011.12.01.) Forrás: [63]
MSZ EN 12972:2018	Veszélyes anyagok szállítótartályai. A fém szállítótartályok vizsgálata, ellenőrzése és megjelölése (Érvényesség kezdete: 2018.12.01.) Forrás: [64]
MSZ EN 14564:2020	Tartályok veszélyes áruk szállítására. Terminológia (Érvényesség kezdete: 2020.01.01.) Forrás: [65]
MSZ EN 13094:2020+A1:2022	Tartályok veszélyes anyagok szállítására. Gravitációs ürítésű fémtartályok. Kialakítás és konstrukció (Érvényesség kezdete: 2022.10.01.) Forrás: [66]

Az iparban alkalmazott tárolótartályok – funkciójukból adódóan - kiemelkedő szereppel bírnak a veszélyes anyagok biztonságos tárolásában és kezelésében. Azonban (a fentiekben leírtakkal összhangban) ezen tartályokkal kapcsolatos balesetek jelentős katasztrófakockázatot jelentenek. Az ipari gyakorlatban általánosan alkalmazott tárolótartályok típusai a következők:

- föld feletti / föld alatti tartály,
- mobil / fix tartály,

- folyadékot tároló / gázt tároló tartály (speciális tartály),
- szimpla falú / dupla falú tartály,
- fém / műanyag tartály.

A tároló tartályokat az ipar számos területén használják, így például a vegyiparban, az olaj- és gáziparban, valamint az élelmiszeriparban. Ennek megfelelően igen szerteágazó azon anyagok köre, melyek a tartályokban tárolásra kerülnek. A tartályokkal kapcsolatos kockázati tényezők közé jellemzően a szerkezeti hibák, a korrózió, a nem megfelelő működtetési és karbantartási eljárások tartoznak. Ugyanakkor a kockázati tényezők közé vehetők a nem megfelelő létesítési tevékenységek is, mint például a tervezés és a kivitelezés. Ezen kockázati tényezők olyan súlyos ipari balesetekhez vezethetnek, mint a szivárgások, robbanások, illetve a tüzesetek. Ahogyan korábbi példákban is volt már utalás arra, ezen balesetek nem csak az emberi egészséget és életet veszélyeztetik, hanem súlyos gazdasági és környezeti károkat is okozhatnak.

Ennek megfelelően a katasztrófavédelmi intézkedések közé alapvetően az alábbiakban felsorolt elemek tartoznak:

- megelőző intézkedések,
- kockázatelemzés és kockázatkezelés,
- valamint veszélyhelyzeti reagálási terv.

A prevenció a katasztrófavédelem egyik legfontosabb elemének tekinthető. Az iparban alkalmazott tárolótartályok vonatkozásában a prevenciós intézkedések közé a megfelelő tárolási és kezelési eljárások betartása, a rendszeres ellenőrzés és a megfelelően ütemezett és végrehajtott karbantartás tartozik. A kockázatok minimalizálásában az automatikus rendszerek és távfelügyeleti technológiák jelentősége és szerepe egyre inkább felértékelődik, ugyanakkor ezen műszaki, biztonsági eszközök meghibásodásával mind a létesítés, mind az üzemeltetés során számolni kell (pl.: 2005. december 11. Buncefield). [67]

A tárolótartályok biztonságos üzemeltetésében a kockázatelemzés és kockázatkezelés alapvető fontosságú. A kockázatelemzési tevékenység a potenciális veszélyek azonosítását, az egyes események bekövetkezési valószínűségének és a várható következmények értékelését foglalja magába. Zero kockázati szint az ipari gyakorlatban nincs, viszont a kockázatelemzési tevékenység eredményei alapján kidolgozhatók azon kockázatkezelési stratégiák, melyek célja a kockázatok minimalizálása, tehát az elfogadható szintre történő csökkentése. [68]

Az előző bekezdés alapján az üzem működése során számolni kell a különböző veszélyhelyzetek előfordulásával, így az azokkal kapcsolatos cselekvési forgatókönyvek megléte szükséges. A balesetek és katasztrófák hatékony kezelésében a vészhelyzeti reagálási terv létfontosságú, mely magába foglalja a különböző veszélyekre és vészhelyzetekre való felkészülést, az evakuálási eljárások és útvonalak meghatározását, illetve az alkalmazandó reagálási protokollokat. Annak érdekében, hogy a vészhelyzeti reagálási tervben foglaltak éles helyzetben gyorsan és szakszerűen kerüljenek végrehajtásra, rendszeres gyakorlások és oktatások szükségesek, ezzel biztosítható a személyzet felkészültsége egy esetleges baleset esetére. [69]

A nemzetközi és nemzeti jogszabályi előírások és irányelvek szerepe kulcsfontosságú az üzemek és azon belül a veszélyes anyagokat tároló tartályok biztonságos üzemeltetésében. Több nemzetközi szervezet [Amerikai Petróleum Intézet (API), Európai Unió (EU), Egyesült Nemzetek Szervezete (ENSZ)] dolgozott ki olyan szabványokat és útmutatókat, melyek célja a kockázatok minimalizálása. Ezen dokumentumokban többek között meghatározzák a megfelelő tervezési, építési, üzemeltetési, karbantartási és a szüneteltetési/megszüntetési gyakorlatokat. [70-71]

Ugyanakkor indokolt ezen előírásoknak, szabványoknak és útmutatóknak a folyamatos és az üzemeltetési gyakorlaton alapuló új tudományos eredmények szerinti felülvizsgálata. Ezt támasztja alá több, az elmúlt évtizedekben bekövetkezett katasztrófa és súlyos ipari baleset is. Ilyen például az 1947-ben Texas City-ben bekövetkezett robbanás, amikor felrobbant egy ammónium-nitrátot tartalmazó hajó. A robbanás és tűz láncreakciót indított el, mely során több környező hajó, valamint egy közeli olajtároló létesítmény és érintett volt. Ez a baleset felhívta a figyelmet a veszélyes anyagok tárolásával és a tárolótartályokkal kapcsolatos kockázatok és veszélyhelyzeti reagálási tervek hiányosságaira. [72] 1984-ben, az indiai Bhopal-ban bekövetkezett katasztrófa, mely során a vegyi anyagokat tároló tartályok szivárogtak. A több ezer ember életét követelő baleset rámutatott a megfelelő karbantartási gyakorlat és a biztonsági protokollok fontosságára. [73] Hazánk eddigi legnagyobb környezeti következményekkel járó ipari katasztrófáját a 2010. október 4-én az ajkai timföldgyárhoz tartozó iszaptároló X. kazetta gátjának átszakadása okozta. A hozzávetőlegesen egymillió köbméter vörösiszap és lúgos víz elegye elöntötte Kolontár, Devecser és Somlóvásárhely települések egyes részeit, illetve szennyezte a Torna-patakot. A katasztrófa 10 ember életét követelte, közel 300 főt egészségügyi ellátásban kellett részesíteni és körülbelül 500 személy kitelepítéséről kellett gondoskodni. A káresemény felhívta a figyelmet a veszélyes anyagokkal kapcsolatos kezelési és tárolási

előírások, valamint a megfelelő létesítési, ellenőrzési és karbantartási tevékenységek fontosságára. [74]

A fentiek alapján megállapítható, hogy az iparban széleskörben alkalmazott tárolótartályok katasztrófavédelmi aspektusai kritikus fontosságúak annak érdekében, hogy megvalósuljon a biztonságos üzemeltetés, ezáltal megelőzhető legyen a környezeti károk kialakulása. A kockázatok minimalizálásához a megelőző intézkedések, a kockázatelemzési és kockázatkezelési tevékenységek, illetve a vészhelyzeti reagálási tervek mind nagymértékben hozzájárulnak. Tehát a globális biztonság és a környezet védelme érdekében elengedhetetlen a nemzetközi és nemzeti előírások és szabványok betartása, valamint a folyamatos kontrollja.

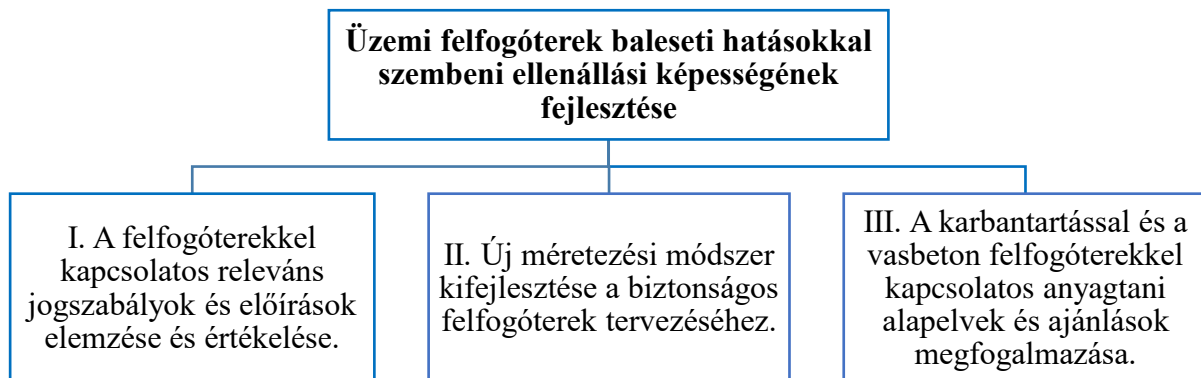
7. Az értekezés felépítése, elhatárolások

Az értekezés **első fejezetében** – az 1. célkitűzéssel összefüggésben – áttekintő és rendszerező tanulmány keretében végzem el a tématerület vonatkozásában releváns jogszabályok és előírások elemzését és értékelését. A tudományos rendszerező és elemző munka részét a veszélyes folyadékokkal kapcsolatos súlyos ipari balesetek elhárításához és kezeléséhez szükséges szabályozási környezet, az alkalmazott műszaki, biztonsági előírások, a katasztrófavédelmi belső szabályozási környezet, valamint a hiányosságok és a lehetséges fejlesztési irányok és lehetőségek feldolgozása képezi.

A **második fejezetben** – a 2. célkitűzéssel összhangban – olyan méretezési módszer kidolgozását teszem meg, mely eleget tesz az ipari gyakorlatban általánosan alkalmazott „110%-os szabálynak”, emellett azonban figyelembe veszi a felfogótér falának magasságát, illetve távolságát a tartály palástjától. Ennek jelentősége az esetleges tartálysérülés esetén kiáramló veszélyes folyadék felfogótéren belül tartásának biztosításával magyarázható. A módszerrel kapcsolatos további cél volt, hogy a fenti biztonsági kritériumoknak való megfelelés mellett az indokoltnál nagyobb falmagasságot ne eredményezzen. Ezáltal ne jelentsen a szükségesnél nagyobb anyagi terhet az üzemeltetőnek

Az értekezés **harmadik fejezetében** – a 3. célkitűzéssel összefüggésben – a karbantartási tevékenységek, illetve a vasbeton felfogótérek vonatkozásában olyan alapelvek és ajánlások megfogalmazása a cél, melyekkel garantálható, hogy a tárolótartályból szivárgó/kiáramló folyadék veszélyt jelentő mértékben nem roncsolja a felfogótér falát. Ennek jelentősége azzal magyarázható, hogy a nem megfelelő tervezési és építési tevékenységek, a külső környezeti tényezők, valamint a karbantartási és felújítási munkálatok hiányában, vagy azok nem megfelelőse esetén a műtárgyszerkezet erőhatásokkal és korrózióval szembeni ellenállási képessége jelentős mértékben csökkenhet.

A tudományos célkitűzéseim alapján a doktori értekezés 3 egymásra épülő tartalmi fejezetre bontva került kidolgozásra, melyet a 12. ábra szemléltet:



12. ábra: Az értekezés szerkezeti felépítése

Forrás: saját szerkesztés

Jelen értekezésben végzett kutatásaim kapcsán elsősorban az alábbi elhatárolási szempontokat veszem figyelembe:

- A kutatási téma interdiszciplináris jellegéből és adott tudományterületen belüli sokrétűségéből adódóan a kutatásaim során több érintett (biztonsági) szakterület (pl.: jogi, biztonságpolitikai, műszaki, közigazgatási) kizárólag a megfogalmazott célkitűzéseknek megfelelően kerültek elemzésre és értékelésre.
- Az új méretezési módszer, valamint az anyagtani alapelvek és ajánlások az 5 m³ feletti, szimpla falú atmoszférikus tartályok felfogótereinek tervezésére vonatkoznak.
- A felfogóterekkel kapcsolatos anyagtani alapelvek és ajánlások a vasbeton anyagú felfogóterekre vonatkoznak.

A kutatásaimat 2024. május 31-én zártam le.

1. A FELFOGÓTEREK BIZTONSÁGOS ÜZEMELTETÉSÉHEZ KAPCSOLÓDÓ JOGI SZABÁLYOZÁS FEJLESZTÉSE

Ebben a fejezetben az 1. célkitűzéssel összhangban az 5 m³-nél nagyobb tárolótartályok és azok felfogótereivel kapcsolatos releváns jogszabályok és előírások elemzését és értékelését teszem meg.

1.1. A létesítéssel kapcsolatos eljárásrend elemzése

Egy új tárolótartály létesítésénél az elsődleges lépés annak tisztázása, hogy a benne tárolt alapanyag a Kat. törvény alapján veszélyes anyagnak minősül-e. Itt meg kell említeni, hogy a veszélyes anyag, mint fogalom megjelenik a Kat. törvényben és *a kémiai biztonságról szóló 2000. évi XXV. törvényben* (továbbiakban: 2000. évi XXV. tv.) is, ugyanakkor azok tartalma eltér. A Kat. szerint a törvény végrehajtását szolgáló kormányrendeletben meghatározott tulajdonságokkal bíró anyag, keverék, illetve készítmény (legyen az akár nyersanyag, termék, melléktermék, maradék, köztestermék, vagy hulladék). [16] A 2000. évi XXV. tv. alapján pedig minden olyan anyag, amely a CLP alapján veszélyesként van minősítve. [75] Ebből következik, hogy a 2000. évi XXV. tv. szerinti veszélyes anyag részhalmozásának tekinthető a Kat. törvény szerinti.

Abban az esetben, ha a Kat. törvény szerinti veszélyes anyagot tárolnak majd a tartályban, akkor már a tervezési fázisban meg kell állapítani, hogy az adott üzem státuszát befolyásolja-e a megnövekvő veszélyes anyag mennyisége. Ez alapján, ha az üzem eleve alsó-, vagy felső küszöbértékű veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem, illetve ha a növekvő mennyiség révén azzá válik, akkor a Kat. törvény 25. §-ának megfelelően szükséges a katasztrófavédelmi engedély megszerzése. A kiemelten kezelendő létesítmények, valamint a küszöbérték alatti üzemek esetében, a veszélyes anyagokkal foglalkozó létesítmény építéséhez csak a veszélyes tevékenység megkezdéséhez kell katasztrófavédelmi engedély. [16]

Megjegyzendő, hogy a 216/2019. (IX. 5.) Korm. rendeletben nem az „építés”, hanem a „létesítés” szó szerepel a veszélyes folyadékok vagy olvadékok tárolótartályainak, illetve tároló-létesítményeinek vonatkozásában. A jogszabály a létesítést a következő tartalommal alkalmazza: „a tárolótartály, tároló-létesítmény adott helyre történő telepítése, beleértve a meglévő létesítmény bővítését is”. [33] Ez alapján (elméletileg) a tartálylétesítéshez katasztrófavédelmi engedélyre nincs szükség az alsó, vagy a felső küszöbértékű veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem esetében. Ez alól természetesen kivételt képez, ha olyan

technológiai rész (pl.: épületszerkezet) is kapcsolódik hozzá, mely esetében le kell folytatni az építési engedélyezési eljárást.

A tárolótartály létesítésével kapcsolatban, a tervezés megkezdése előtt, az alábbi kérdések megválaszolása szükséges:

- Hol optimális a tervezett tartály elhelyezése?
- Mekkora legyen a tartály?
- Milyen típusú tartály kerül létesítésre? [8]

Ezek megválaszolásánál a logisztikai és a gazdasági számítások mellett kiemelt jelentőséggel bír a 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet 7. mellékletében meghatározott katasztrófavédelmi-iparbiztonsági kritériumoknak történő megfelelés.

Az ipari gyakorlatban eltérő méretű, alakú és elhelyezésű tartályokat létesítenek a veszélyes folyadékok tárolására. Az értekezés az atmoszférikus tartályokkal kapcsolatos területre koncentrál, melyek esetében az alábbi tartálytípusok különböztethetők meg a másodlagos védelem szempontjából:

- Egyszerű atmoszférikus tárolótartály: folyadék tárolására alkalmas elsődleges tartály.
- Külső védelemmel ellátott atmoszférikus tárolótartály: folyadék tárolására alkalmas elsődleges tartályból, valamint egy külső védőrétegből áll. A külső védőréteg szerepe az elsődleges tartály meghibásodása esetén a folyadék visszatartása és ideiglenes tárolása. Azonban a külső védőréteg nem alkalmas gáz/gőz felfogására, valamint nem képes ellenállni bárminemű terhelésnek (pl.: robbanás).
- Dupla falú atmoszférikus tárolótartály: folyadék tárolására alkalmas elsődleges tartályból, valamint egy másodlagos tartályból áll. A másodlagos tartály szerepe az elsődleges tartály meghibásodása esetén a folyadék visszatartása és ideiglenes tárolása. A másodlagos tartály nem alkalmas gáz/gőz felfogására, azonban képes ellenállni a különféle terheléseknek (pl.: robbanás, termikus terhelés).
- Teljes védelemmel ellátott atmoszférikus tartály: folyadék tárolására alkalmas elsődleges tartályból és egy másodlagos tartályból áll. A teljes védelemmel ellátott atmoszférikus tartály esetén a másodlagos tartály a folyadék mellett képes visszatartani a gázt/gőzt is, emellett ellenáll bárminemű terhelésnek (pl.: robbanás, befűródó szilánkok).

- Föld alatti atmoszférikus tartály: ezen tartály esetén a tartályban tárolt folyadék szintje a föld szintjével egy vonalban, vagy az alatt van;
- Körbesáncolt atmoszférikus tartály: a tartályban tárolt folyadék szintje a föld szintje felett van. [76]

A fentiek alapján a másodlagos védelem feladata az elsődleges tartály sérülésekor a teljes anyagmennyiség felfogása. Az 1000 m³ térfogatot meghaladó tartályok esetében az ipari gyakorlatban felfogótérket alkalmaznak, melyek vonatkozásában két védelemtípus jellemző:

- kármentő medence, mely jellemző anyaga a vasbeton, (13. ábra bal oldala)
- illetve védőgyűrű, mely jellemző anyaga az acéllemez. (13. ábra jobb oldala)

A tartálytípus és a felfogótér típusának meghatározásánál alapvető szempont, hogy az üzemben belül mekkora szabad terület áll rendelkezésre. Ahogyan a 13. ábrán látható, a két felfogótér típus területigénye jelentősen eltér egymástól. Mivel a védőgyűrűs típus területigénye jóval kedvezőbb, mint a kármentő medencés típus, így annak létesítése kedvezőbbnek tűnhet üzemeltetői szempontból. Ennek oka, hogy a kisebb terület igény miatt a védőgyűrűs típus kisebb „értékes” üzemi területet von el.



*13. ábra: Az alkalmazott felfogótér két elterjedt típusa
(bal: vasbeton kármentő medence, jobb: acéllemezes védőgyűrű)*

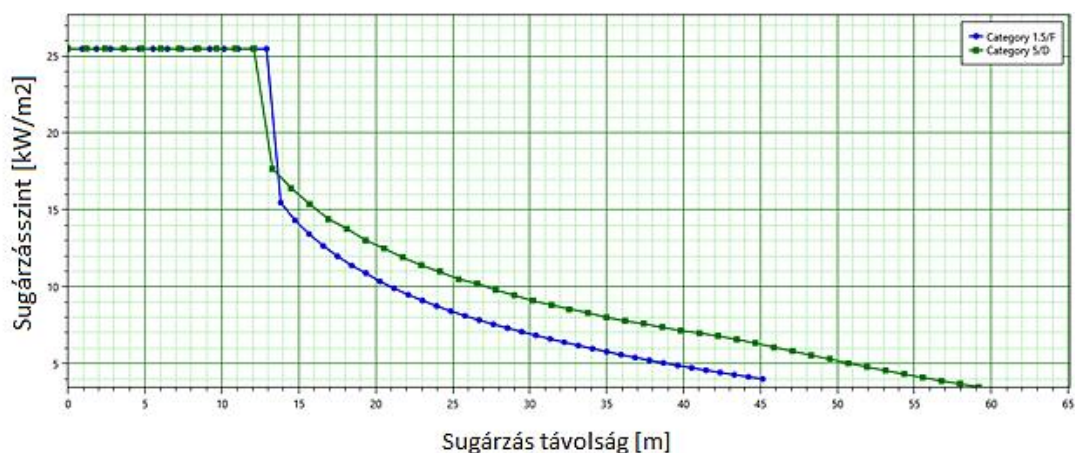
Forrás: [77]

További előnye a kisebb alapterületnek, hogy az elsődleges tartály sérülése esetén a védőgyűrűben kialakuló korlátolt felületű „tócsa” és így a párolgó felület is kisebb kiterjedésű lesz. Ennek eredményeképpen a lehetséges következmények enyhébbek lesznek. Kátai-Urbán

et al. munkájukban ezt következményelemző szoftverrel igazolták, mely során az alábbi kiinduló paramétereket alkalmazták:

- tartály átmérője: 16 m,
- tartály magassága: 10,5 m,
- tartály térfogata: 2000 m³,
- tartályban tárolt anyag: n-hexán,
- tartályban tárolt folyadék térfogata: 1900 m³,
- kármentő medence mérete: 27 x 37 x 2,5 m,
- védőgyűrű mérete: 21 x 8,5 m. [78]

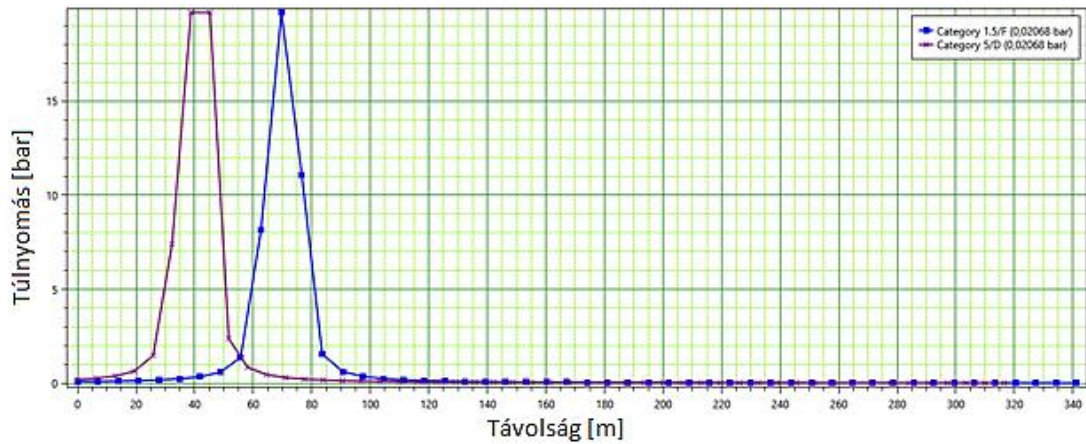
A szimuláció során a tartályon keletkezett 1 cm átmérőjű sérülésből fakadó szivárgást vizsgálták, mely során a tartály teljes tartalma leürült. A 14. ábra szemlélteti a védőgyűrűvel ellátott tartálynál bekövetkező tócsatűz során a hőszugárzásnak a távolság függvényében történő alakulását. A 15. ábra az esetlegesen bekövetkező robbanás során kialakuló túlnyomás változását szemlélteti ugyancsak a védőgyűrűvel ellátott tartály vonatkozásában. A kármentő medencével ellátott tartály esetében a 16. és 17. ábra szemlélteti a modellezést.



14. ábra: Hőszugárzás alakulása a távolság függvényében,
védőgyűrűs felfogótér esetén

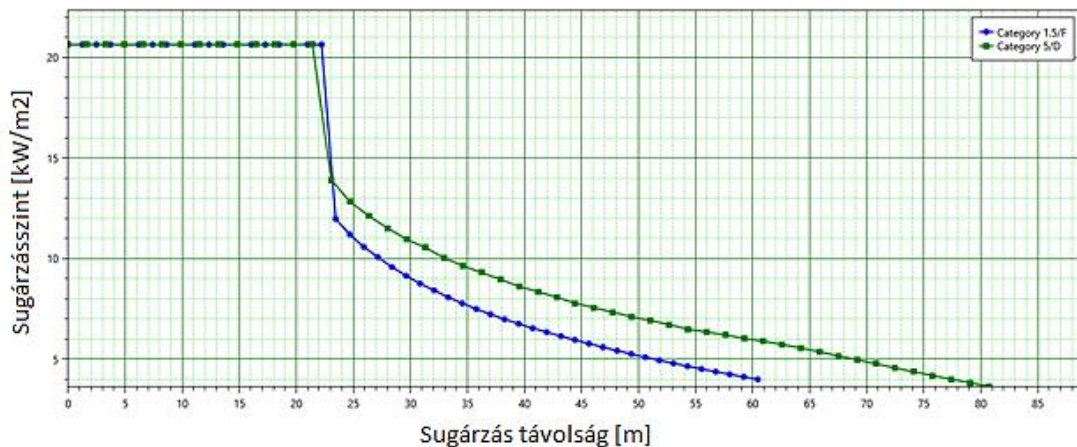
Forrás: [78]

A 14. ábrán látható, hogy a védőgyűrűs felfogótérrel ellátott tartály esetén a hőszugárzás mértéke hozzávetőlegesen 13 m-ig 25,5 kW/m², mely további egy méteren gyors, azután pedig lassú csökkenésbe kezd.



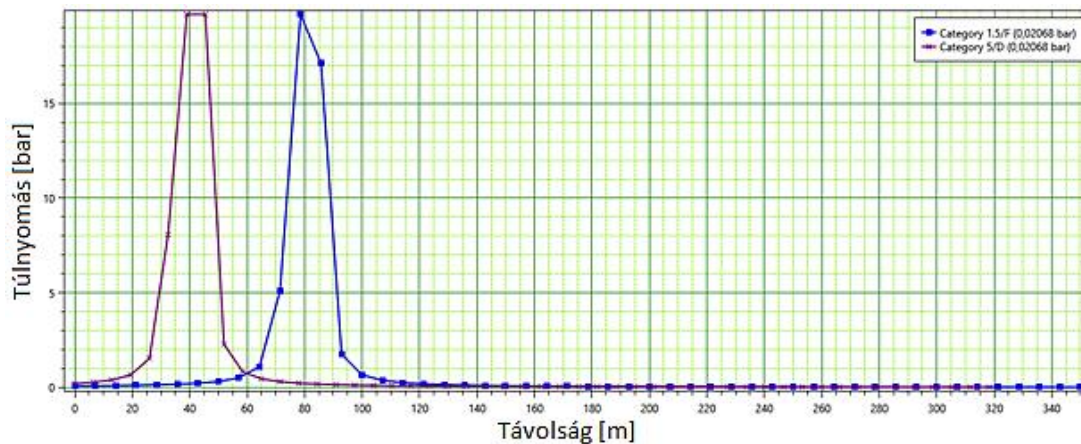
15. ábra: Túlnyomás alakulása a távolság függvényében,
védőgyűrűs felfogótér esetén
Forrás: [78]

A 15. ábra alapján a védőgyűrűs felfogótérrel ellátott tartály esetén a túlnyomás értéke 70 m-es távolságban 19,9 bar. Emellett látható az is, hogy 55-70 m-ig intenzív növekedés, azt követően (70-84 m-ig) intenzív csökkenés következik be.



16. ábra: Hőszugárzás alakulása a távolság függvényében,
kármentő medencés felfogótér esetén
Forrás: [78]

A 16. ábra a kármentő medencével ellátott tartály vonatkozásában szemlélteti a hőszugárzás alakulását, mely 22,2 m-ig körülbelül 20,9 kW/m². Majd további egy méteren gyors, azt követően pedig lassú csökkenés következik be a hőszugárzás mértékében.



17. ábra: Túlnyomás alakulása a távolság függvényében,
kármentő medencés felfogótér esetén

Forrás: [78]

A 17. ábra alapján elmondható, hogy a védőgyűrűs felfogótérhez viszonyítva, a túlnyomás vonatkozásában lényeges különbség van a kármentő medencével ellátott tartály esetében. Ebben az esetben ugyanis 79 m-en van a túlnyomás maximuma, amely 19,9 bar, tehát 9 méterrel távolabb, mint a védőgyűrű esetében. A 15. és 17. ábrák alapján az is elmondható, hogy a túlnyomás intenzív növekedési és csökkenési szakasza is tolódott, valamint azokban szakaszosság figyelhető meg. Azonban meg kell jegyezni, hogy a két alapanyag (vasbeton és acél) tulajdonságai eltérnek egymástól, mely a hőállósági tulajdonságukban is megmutatkozik. A hőállóság szempontjából a vasbeton tulajdonságai tekinthetők kedvezőbbnek.

1.1.1. A létesítési engedélyezési eljárás bemutatása

A fentiekben ismertetett kezdeti kérdések (hol, milyen, mekkora?) megválaszolása katasztrófavédelmi-iparbiztonsági szempontból egy iterációs folyamat eredményének tekinthető. Ezen folyamat során az alábbi tényezők figyelembevétele szükséges:

- az üzem által okozott és a már meglévő veszélyeztetés,
- a tartálylétesítés következtében a külső és belső dominóhatások megváltozása,
- a tartálylétesítéssel összefüggő veszélyeztetés növekedése. [8]

Abban az esetben, ha a tervezés megkezdése előtt ezen iterációs folyamat kimarad, vagy nem megfelelően megy végbe, akkor előállhat az az eset, hogy a tárolótartály olyan területre kerül, vagy olyan térfogattal tervezik meg, mely eredményeként az üzem már nem felel meg a 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet 7. mellékletében meghatározott kritériumoknak. Így a veszélyes tevékenység a továbbiakban nem lesz folytatható. Az iterációs folyamat részét képező

mennyiségi kockázatelemzést a tárolótartály paramétereinek ismerete nélkül, általános jellegű adatok alapján kell elvégezni.

Hazánk iparbiztonsági szabályozása a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezéssel kapcsolatos jog-, intézmény- és feladatrendszerre épül. A Kat. szerint megalakult hatóság szigorú felügyeletet lát el a prevenció jegyében. [79] Ezért e gondolatmenet alapján javasolt a katasztrófavédelmi-iparbiztonsági hatóságnak bemutatni az elvégzett iterációs folyamat eredményeit. Ezt követően a tervező a tárolótartály-létesítési koncepció alapján megkezdheti a tartály tervezését.

A 365/2016. (XI. 29.) Korm. rendeletben foglaltak alapján a veszélyes folyadékok és olvadékok (nyomástartó berendezésnek nem minősülő) tárolótartályai és tároló-létesítményei vonatkozásában a fővárosi és a Pest vármegyei kormányhivatal jár el engedélyező hatóságként. [51]

Az 1/2016. (I. 5.) NGM rendelet ad iránymutatást a tárolótartály létesítésének műszaki biztonsági szabályaira vonatkozóan. A rendelet hatálya kiterjed a 216/2019. (IX. 5.) Korm. rendeletben meghatározott tárolótartályok és tároló-létesítmények műszaki biztonságára. A létesítési engedélyezési eljárásra 216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet 4. pontja vonatkozik. Ezen pont szerint a tárolótartály, tároló-létesítmény létesítésére az üzemeltetőnek kell kérelmet benyújtania, melynek az alábbi fő elemeket szükséges tartalmaznia:

- a tervezett létesítmény 100 m-es körzetéről általános elrendezési terv,
- műszaki leírás és a hozzá tartozó tervrajzok,
- tervezői nyilatkozat(ok),
- a mezőgazdasági rendeltetésű terület termelésből való kivonásával kapcsolatos nyilatkozat,
- a vonatkozó szakhatóságok állásfoglalásának kialakításhoz szükséges tervfejezetek,
- a létesítés jogosultságáról szóló nyilatkozat,
- *a nukleáris létesítmény és a radioaktív hulladék-tároló biztonsági övezetéről szóló 246/2011. (XI. 24.) Korm. rendelet 7. § (5) bekezdésében meghatározott dokumentum.* [33]

Az engedélyezési dokumentáció részét képező részletes helyszínrajzon (mérrethelyesen) fel kell tüntetni a szabályozási és építési vonalakat, valamint jelölni kell az építési előírásokat, korlátozásokat és védőtávolságokat is. Emellett fel kell tüntetni a meglévő és meghagyandó,

továbbá a létesítendő építmények külső körvonalait a terep jellegzetességeivel megjelölve. Fontos feltüntetni a tervezett tárolótartálynak, tároló-létesítménynek a telekhatártól és a környező megmaradó építményektől való távolságát. A műszaki tervnek a következő elemeket kell tartalmaznia:

- tárolótartály, tároló-létesítmény általános műszaki leírása,
- tárolótartályhoz, tároló-létesítményhez tartozó technológiai berendezések részletes leírása és tervrajza,
- közlekedési, táv- és hírközlési, közmű és villamosenergia-hálózati, illetve ezek kapcsolatainak tervei,
- biztonsági, egészségvédelmi, tűzvédelmi és környezetvédelmi követelményeknek való megfelelési dokumentáció. [33]

A tárolótartály, tároló-létesítmény általános műszaki leírásának többek között tartalmaznia kell a tárolótartály, tároló-létesítmény főbb adatait, rendeltetését, a technológiai folyamat leírását és műszerezettségét. A rajzdokumentációknak olyannak kell lenniük, hogy azok alapján a tárolótartály, tároló-létesítmény és a hozzá kapcsolódó út és közműhálózat elrendezése és működése egyértelműen meghatározható legyen. Fontos megjegyezni, hogy ha a létesítés több megvalósulási szakaszra van bontva, akkor az egyes szakaszokra külön-külön is lehet létesítési engedélyt kérni. A létesítési engedélyt a hatóság az engedélyezési dokumentáció, valamint a létesítési követelmények összevetése alapján adja ki, melyhez meghatározza az üzembe helyezési engedély megadásához szükséges ellenőrzések módszerét is. [18]

Abban az esetben, ha nem új tárolótartály, tároló-létesítmény létesítéséről van szó, hanem átalakításról, akkor azt is szükséges bejelenteni a hatóság részére. Az átalakítás bejelentése során az alábbi dokumentumok szükségesek

- a tervezett átalakítás minden vetületére kiterjedő tervdokumentációja és a tervezői nyilatkozat,
- a tárolótartály, tároló-létesítményre vonatkozó elrendezési rajz, amelyen jelölve vannak az átalakítandó, vagy javítandó részek,
- a műszaki leírás és a hozzá tartozó tervrajzok,
- a tervezett átalakítás, vagy javítás ismertetéséről és részletezéséről szóló dokumentumok. [18]

Az átalakítási tervet készítő tervező határozza meg az átalakításhoz szükséges vizsgálatokat, melyet az átalakítási tervben feltüntet. [18]

1.1.2. A tervezésre vonatkozó általános előírások bemutatása

A tárolótartály, tároló-létesítmény műszaki biztonsági követelményei kiterjednek a tervezés, létesítés, telepítés, üzembe helyezés és a karbantartás területére. Ezen tevékenységek során az 1/2016. (I. 5.) NGM rendeletben foglaltaknak megfelelően, a Műszaki Biztonsági Szabályzat alapján kell eljárni. Abban az esetben, ha a szabályzatban meghatározottaktól eltérő, de egyenértékű műszaki biztonsági megoldás alkalmazására kerül sor, akkor a tervezőtől, a kivitelezőtől és az üzemeltetőtől nyilatkozat szükséges, mellyel szavatolják, hogy a tervezett műszaki megoldással elérhető és fenntartható a mértékadó műszaki biztonsági szint.

A tárolótartállyal, tároló-létesítménnyel szemben támasztott általános követelmény, hogy azt úgy kell megtervezni, kivitelezni és üzemeltetni, hogy üzemszerű működtetése esetén nem jelent veszélyt sem a kezelő személyzetre, sem pedig a környezetre. A tervezés során további fontos kritérium, hogy a környezeti körülmények nem gátolhatják a biztonságos üzemeltetést. [8] Ez akkor biztosítható, ha a létesítmény szerkezetének anyaga úgy lett megválasztva, illetve a méretezése úgy lett elvégezve, hogy üzemeltetése során teljes mértékben megfelel a tartály, létesítmény funkciójának és a biztonsági követelményeknek. A tervezés során figyelembe kell venni a rendszer egészéből származó minden veszélyforrást és azok kölcsönhatásait, valamint ügyelni kell az illetéktelen beavatkozások okozta káros hatásokra is. [80]

Az Európai Unió tagországai közötti kereskedelmi akadályok felszámolása érdekében az Európai Közösség Bizottsága 1975-ben akciótervet dolgozott ki, melynek alapja az Európai Közösséget Alapító Szerződés 95. cikke volt. Az akcióterven belül célul tűzték ki a tartószerkezetek méretezésére vonatkozó műszaki előírások egységesítését. Az Európai Szabványügyi Bizottság (CEN), valamint a tagállamok és az Európai Bizottság között megállapodás született az Eurocode-ok kidolgozására és közzétételére vonatkozóan. Az 1992-1998 közötti időszakban előszabvány, majd 2003-tól európai szabványként jelentek meg az előírások. Azonban az Eurocode-ok a tervezéshez, illetve vizsgálatokhoz szükséges paramétereket számos esetben csak tartalmukban határozzák meg, illetve általános értékkel adják meg. Ez azzal magyarázható, hogy a pontos értékek az egyes nemzeti hatóságok megállapításai alapján kerülnek meghatározásra. Ezen kiegészítéseket és magyarázatokat az adott Eurocode-hoz tartozó Nemzeti Mellékletek tartalmazzák. [81]

Az Eurocode 2 tartalmaz alapelveket és követelményeket a betonszerkezetek használhatósági, tartóssági és tűzállóságával kapcsolatban. Az Eurocode 2 három részből áll, melyek a következők:

- első rész: általános és az épületekre vonatkozó szabályok,
- második rész: a szerkezetek tűzhatásra való tervezésével kapcsolatos szabályok,
- harmadik rész: a folyadéktartályokra és tárolószerkezetekre vonatkozó szabályok. [8]

Az Eurocode 3 az acélszerkezetek tervezésére vonatkozó előírásokat tartalmazza, mely az alábbi fő részekre bontható:

- általános szabályok,
- tűzterhelésre való tervezésre vonatkozó szabályok,
- lemezszerkezetek tervezésére vonatkozó szabályok,
- csomópontok tervezésére vonatkozó szabályok,
- az anyagok szívósságot és vastagságot illető jellemzőkre vonatkozó szabályok. [8]

Az Eurocode 4 tartalmazza az acél és beton kompozit szerkezetek tervezésére vonatkozó általános és a tűzterhelésre való tervezés szabályait. Ugyanakkor a tárolótartályok tervezésénél figyelembe kell venni az Eurocode 7 (Geotechnikai tervezés) és az Eurocode 8 (Tartószerkezetek tervezése földrengésre) szabványok előírásait is.

A magas- és mélyépítési, helyszínen készült szerkezetekhez, előregyártott szerkezetekhez, valamint az előregyártott szerkezeti elemekhez gyártott betonokhoz az *MSZ 4798:2016 Beton. Műszaki követelmények, tulajdonságok, készítés és megfelelés, valamint az EN 206 alkalmazási feltételei Magyarországon* szabványt kell alkalmazni. A szabványban követelmények és ajánlások kerültek megállapításra, melyek a következők:

- az alkotóanyagokra vonatkozó követelmények és ajánlások,
- a beton tulajdonságaira vonatkozó követelmények és ajánlások,
- a tulajdonságok igazolására vonatkozó követelmények és ajánlások,
- az összetétel határértékeire vonatkozó követelmények és ajánlások,
- a friss beton átadására vonatkozó követelmények és ajánlások,
- a gyártásellenőrzési eljárásokra vonatkozó követelmények és ajánlások,

- a megfelelőségi feltételekre és azok értékelésére vonatkozó követelmények és ajánlások. [82]

A beton olyan építőanyag, mely tulajdonságai a keverés befejezésétől számítva a beépítés utáni kötésig folyamatos változáson megy keresztül. A beton minőségét több tényező is befolyásolja, mint például az emberi munka, a környezeti körülmények, a használt alapanyagok és alkalmazott eszközök. A szabványok jellemzően a beton összetételével kapcsolatos tulajdonságok követelményként történő meghatározásával (pl.: testsűrűség, cementtartalom, víz-cement (továbbiakban: V/C) tényező), továbbá a vasbeton- és feszített vasbetonszerkezetek vonatkozásában az alkalmazandó betonfedés megállapításával veszik figyelembe a környezeti hatásokat. Ebből következik, hogy a beton(szerkezet) határértékeknek és a vele szemben támasztott tartóssági elvárásoknak való megfeleltetését a vonatkozó szabványokban meghatározott követelmények és ajánlások betartásával lehet biztosítani. [83]

Az API 650-es szabvány követelményeket fogalmaz meg a hegesztett tárolótartályokat illetően. A szabvány kitér az alkalmazott alapanyagra, a tervezésre, a gyártásra, álló hengeres tartály esetén a felállításra, a föld feletti zárt és nyitott tetejű, különböző méretű és kapacitású, valamint belső nyomású tartályokra. A szabvány azon tárolótartályok esetében alkalmazható, melyek aljzata teljes és egyenletes alátámasztású, továbbá a maximális hőmérséklete 93°C. A szabvány rendeltetése, hogy az ipar részére biztonságos és gazdaságos üzemeltetési tulajdonságokkal rendelkező tartályokat biztosítson. [70]

A folyékony anyagot tároló tartályokra vonatkozó általános tervezési és gyártási követelményeket az *MSZ EN 14015:2005 Folyadékot környezeti és magasabb hőmérsékleten tároló, a helyszínen gyártott, föld feletti, álló, hengeres, sík fenekű, hegesztett acéltartályok tervezési és gyártási előírásai* szabvány [84], valamint az *MSZ EN 1090 Acél- és alumíniumszerkezetek kivitelezése* szabványsorozat tartalmazzák. [85]

Amennyiben olyan eset áll fenn, hogy a tervezés során a fentiekben ismertetett előírások között ellentmondás van, akkor a következő prioritási sorrend alapján kell meghatározni az elsődleges követelményt:

1. törvények, jogszabályok, valamint a velük harmonizált szabványok;
2. tervezési dokumentáció;
3. műszaki leírás követelményei;
4. projektspecifikáció;
5. ágazati szakmai szabványok;
6. ipari gyakorlat. [8]

Abban az esetben pedig, ha az ellentmondás nem oldható fel, vagy a követelmény nem egyértelmű, akkor a tervezővel és a beruházóval történő további egyeztetés eredményét kell irányadónak tekinteni.

1.1.3. A tervezés során felmerülő iparbiztonsági feladatok értékelése

A veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem, illetve az azon belüli veszélyes anyaggal foglalkozó létesítmény építési engedélyezési eljárásával – beleértve a bővítést is – egy időben benyújtandó biztonsági jelentés/elemzés adott építési szakaszra vonatkozó követelményeit a 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet 3. és 4. melléklete tartalmazza. Ennek keretében a hatóság részére benyújtott dokumentációnak az alábbi tartalmi elemeket kell tartalmaznia:

- a technológiában alkalmazott biztonsági megoldások értékelését (pl.: kémiai technológiai, gépészeti és irányítástechnikai),
- a tervezési filozófia bemutatása:
 - felhasznált szerkezeti anyag kiválasztása,
 - alapozás tervezése,
 - nagy nyomáson és magas hőmérsékleten üzemelő berendezések tervezése,
 - méretezés, statikai megfontolások, külső behatás elleni védelem. [18]

A fentiek összegzése alapján megállapítható, hogy a katasztrófavédelmi-iparbiztonsági szakértő(k)nek, valamint a tervező(k)nek a tervezési folyamat során aktívan együtt kell működniük. Ennek keretében a veszélyes anyag szabadba kerülésének lehetőségeire az ellenintézkedéseket meg kell találniuk. Ehhez a katasztrófavédelmi-iparbiztonsági szempontból, a tervezési fázisban javasolt a „What if...? (Mi történik, ha...?), vagy a HAZOP-eljárás alkalmazása. Elmondható, hogy a tárolótartály, tároló-létesítmény tervezésére vonatkozó műszaki előírások, szabványok és egyéb ajánlások számos védelmi szempontot rögzítenek, így elegendő ezek figyelembevételét ellenőrizni, indokolt esetben pedig redundáns feltételrendszert kialakítani. A tartály tervezése során figyelembe veendő, illetve ellenőrizendő szempontok lehetnek például az alábbiak:

- Tárolandó anyag fizikai, kémiai tulajdonságai:
 - a tárolandó folyadék fizikai, kémiai tulajdonságainak pontos ismerete,
 - javasolt a már üzemelő tartályokkal kapcsolatos szakirodalom áttanulmányozása,
 - gyártói tapasztalatok kikérése és ajánlások figyelembevétele,

- Külső környezet és a terület sajátosságainak feltárása:
 - például geotechnikai vizsgálatok és szeizmikus jellemzők alapján kell az alapozást megtervezni, illetve a szilárdsági számításokat elvégezni,
 - a figyelembe vett szél- és hőterhelés nagyságának ellenőrzése,
 - talajvízszint változása miatti esetleges tartályfelúszás veszélyének elemzése,
 - földrengésre vonatkozó számítások elvégzése.
- Belső dominóhatás:
 - vonatkozó jogszabályoknak a belső dominóhatás bekövetkezésének csökkentése céljából a létesítmények, építmények közötti védőtávolságok meghatározásával kapcsolatos előírásainak vizsgálata,
 - a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleset által való veszélyeztetés értékelése során a belső dominóhatás kialakulásának lehetőségét figyelembe kell venni,
 - amennyiben szükséges, a belső dominóhatás bekövetkezési valószínűségének csökkentésére vonatkozó megelőző intézkedéseket kell hozni.
- Biztonságos üzemeltetéshez szükséges műszaki és folyamatirányítási feltételek:
 - a létesítési engedélyezési tervdokumentációnak a készítése során javasolt a katasztrófavédelmi-iparbiztonsági szakértőnek, illetve a tervezőnek a fentiekben már említett „What if...?“, vagy HAZOP módszerrel ellenőrizni, hogy valamennyi lehetséges meghibásodásra megtörtént-e a megfelelő ellenintézkedések meghozatala,
 - a vizsgálat során a tartályhoz közvetlenül kapcsolódó technológiákra, valamint a tartály töltésére és a tartályban lévő alapanyag felhasználási útvonalára is ki kell térni. [8]

A létesítési tervdokumentációnak nem képezi részét a folyamatirányítás pontos szabályozása, azonban ajánlások megfogalmazása szükséges a kiépítendő műszerek és kontrollberendezések körére vonatkozóan. A kiviteli terv a létesítési terv alapján készül el, mely vonatkozásában alapvető elvárás, hogy minden egyes munkarészre (gyártás, építés, szerelés) kiterjedően tartalmazza a szükséges utasításokat és információkat.

1.2. Az üzembe helyezéssel kapcsolatos eljárásrend elemzése

A tárolótartály, tároló-létesítmény üzembe helyezését illetően több aspektus vizsgálatát kell megtenni, melyek az alábbiakban kerülnek kifejtésre.

1.2.1. A katasztrófavédelmi-iparbiztonsági engedélyeztetés folyamatának bemutatása

A tárolótartály és elemeinek gyártása, illetve a helyszíni összeszerelése (létesítés) a kiviteli tervek alapján kezdődik meg. A létesítési engedélyezési tervdokumentációban foglaltak megvalósulását a katasztrófavédelmi-iparbiztonsági szakértő folyamatosan felügyeli a kivitelezés során. Előfordulhat azonban olyan eset, hogy a létesítési engedélyezési dokumentációban foglaltaktól el kell térni (pl.: gazdasági változás, nem vált külső hatás, technológiaváltás okán), ez esetben értékelni kell a változtatást és meg kell vizsgálni, hogy az milyen hatással van a mennyiségi kockázatelemzésre. [9]

A tervező(k) már a létesítési engedélyezési dokumentáció elkészítése során, a katasztrófavédelmi-iparbiztonsági szakértővel együttműködve, határozták meg az üzemeltetéshez szükséges monitoring rendszerek körvonalait. Azonban a folyamatszabályozás pontos kialakítására a kivitelezés alatt kerül sor. Ennek keretében a folyamatirányítási rendszerbe javasolt megfelelően érzékelhető (látható és hallható) előriasztások és figyelmeztető jelzések beépítése, továbbá ezen felügyeleti eszközök meghibásodásának tényéről tájékoztató hibajelzés beprogramozása. Ilyen felügyeleti eszközökre és jelzésekre lehetnek jó gyakorlatok az alábbiak:

- túltöltés elleni védelem vonatkozásában több előriasztás, majd pedig végső tiltás,
- tárolótartályban lévő folyadékszint csökkenése vonatkozásában a kihelyezett szivárgásfigyelők, valamint gázérezelők mellett, figyelmeztetések és jelzések programozása, melyek azonnali észlelést tesznek lehetővé,
- a folyamatirányítási szabályozás esetén a figyelmeztetés – riasztás – tiltás elv alkalmazása javasolt. [9]

A tárolótartálynak a veszélyes folyadékkal történő feltöltése előtt a Kat. 25. §-a alapján le kell folytatni az engedélyezési eljárást. Az eljárás lefolytatásához szükséges biztonsági dokumentáció elkészítésének fő pontjai a következők:

- Abban az esetben, ha az üzem alap esetben nem tartozott a Kat. IV. fejezetének hatálya alá, viszont az új tárolótartály, tároló-létesítmény üzembe helyezésével már igen, akkor az új státusznak megfelelő biztonsági dokumentáció elkészítését

kell megtenni. A biztonsági jelentés tartalmi és formai követelményeit a 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet 3. melléklete, a biztonsági elemzését a 4. melléklete, a súlyos káresemény elhárítási tervét az 5. melléklete, valamint a belső védelmi tervét a 8. melléklete tartalmazza. [18]

- Veszélyes anyag vonatkozásában a tárolótartály használatba vétele történhet veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemben, küszöbérték alatti üzemben, valamint kiemelten kezelendő létesítményben is. Abban az esetben, ha a tárolótartály a Kat. IV. fejezetének hatálya alá tartozó üzemben létesül, akkor meg kell vizsgálni annak eshetőségét, hogy az üzembe helyezés eredményez-e státuszváltozást.
- Abban az esetben, ha az új tárolótartály üzembe helyezése státuszváltozást okoz, akkor az új státusznak megfelelő biztonsági dokumentáció elkészítése szükséges:
 - küszöbérték alatti üzem esetén: súlyos káreseményelhárítási terv, hatósági döntés alapján külső védelmi terv;
 - alsó küszöbértékű veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem esetén: biztonsági elemzés, belső védelmi terv, hatósági döntés alapján külső védelmi terv, településrendezési tervezés;
 - felső küszöbértékű veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem esetén: biztonsági jelentés, belső védelmi terv, külső védelmi terv, településrendezési tervezés. [3]
- Abban az esetben pedig, ha az új tárolótartály üzembe helyezése nem okoz az üzem vonatkozásában státuszváltozást, akkor a már meglévő biztonsági dokumentáció felülvizsgálata szükséges. Ugyanakkor ezen felülvizsgálatnak ki kell terjednie a biztonsági dokumentáció teljes tartalmára, tehát az üzem környezetének vizsgálatától kezdve, a technológiai információkon és veszélyeztetés elemzésén át, egészen az irányítási rendszerig és védelmi infrastruktúráig. [9]

A biztonsági dokumentáció készítésénél, illetve felülvizsgálatánál javasolt kiindulási pont egy előzetesen elkészített következményelemzés, mely eredményeként lehatárolható a veszélyeztetett környezet. A következményelemzés során lehatárolt veszélyeztetett területen fel kell mérni a lakott területeket, a gazdálkodó szervezeteket, melynek oka, hogy a társadalmi kockázat megállapításakor a népesség elhelyezkedése a kockázatelemzés fontos inputadata. A

biztonsági dokumentációban többek között részletesen be kell mutatni a tárolótartály elhelyezkedését, műszaki paramétereit. Ezekhez alapot ad a létesítési engedélyezési dokumentáció, illetve az időközben elkészült kiviteli terv is. A tárolótartály védelmi, illetve jelzőberendezéseinek leírásánál javasolt kitérni az alábbi elemekre:

- másodlagos védelem (pl.: védőgyűrű/kármentő medence kialakítása),
- folyamatirányítási rendszer,
- monitoring rendszer,
- szabályozási mechanizmusok. [9]

A használatbavétel előtt szükséges a normál és a normáltól eltérő üzemi állapotokra vonatkozó technológiai utasítások kidolgozása. Ezen technológiai utasításokban szerepeltetni kell az alábbi főbb pontok leírását:

- folyamatirányítást biztosító monitoring-rendszer elemek,
- a monitoring-rendszer elemek által generált jelek (figyelmeztetés, riasztás, tiltás, meghibásodás),
- kapcsolódó operátori intézkedések,
- feladat- és hatáskörök egyértelmű szabályozása,
- veszélyhelyzeti intézkedések.

Bár jogszabályi kritériumnak nem képezi részét, azonban a technológiai utasítás mellett javasolt az éves karbantartási tervnek az egyes beépített rendszer elemekre vonatkozó gyártói iránymutatás és a jogszabályi előírások alapján történő elkészítése. A biztonsági dokumentációban szükséges a tervezésnél elkészített veszélyelemzésnek a folyamatirányítási rendszer és a kialakított védelmi infrastruktúra kockázatcsökkentő hatásaival történő pontosítása. Ennek folyamán szükséges a belső dominóhatás eredményeinek is a figyelembe vétele, melyek által a lehetséges veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleseti eseménysorok azonosítását kell megtenni. Meg kell határozni ezen eseménysorok gyakoriságát és következményelemzéssel a lehetséges hatásokat. [18]

Ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy számos esetben válik szükségessé a gyakoriság- és következményelemzés során műszakilag alátámasztott szakértői becslések alkalmazása. Ennek oka, hogy az egyes kockázatcsökkentő intézkedések sok esetben nem, vagy csak nagyon nehezen számszerűsíthetők. A veszélyelemzés végeredményét (pl.: társadalmi kockázat, halálozás egyéni kockázata, halálos hatások, környezetterhelés) össze kell vetni a 219/2011. (X.

20.) Korm. rendelet 7. mellékletében meghatározott kritériumokkal. Abban az esetben, ha az iparbiztonsági szakértő a tervezésnél kellő alaposággal járt el, valamint a kiviteli tervtől jelentős eltérés nem történt a létesítési folyamat során, akkor a kialakuló hatásterületek kiterjedése várhatóan kisebb lesz. Így a tárolótartály és a kapcsolódó tevékenységek engedélyezhetők. [18]

A tárolótartály használatba vétele előtt, tehát annak a veszélyes folyadékkal történő megtöltését megelőzően, az esetleges veszélyhelyzetek kezelésére, illetve a környezet mentesítésére vonatkozó intézkedési sorokat is ki kell dolgozni. Az így meghatározott kárelhárítási és az eredeti állapot visszaállítására irányuló lépéseket a belső védelmi tervbe kell építeni. Az üzembe helyezés előtt biztonságtechnikai ellenőrzéseket kell elvégezni, melyek eredményeit jegyzőkönyvben kell dokumentálni. Az előírásoknak megfelelően elkészített jegyzőkönyvet az engedélyeztetés alkalmával lefolytatandó helyszíni szemle során a hatóság részére be kell mutatni. A kérelem elbírálása során a hatóság feladata annak megállapítása, hogy az üzem tevékenysége (beleértve az újonnan létesített tartály üzemelését is) jelent-e veszélyeztetést a környezetére, illetve a lakosságra. Másrészt a hatóság vizsgálja azt is, hogy az üzemeltető felkészült-e egy veszélyes anyagokkal kapcsolatos üzemzavar, illetve egy súlyos baleset elhárítására. [9]

1.2.2. A műszaki biztonsági és a kapcsolódó engedélyeztetési eljárások folyamatának bemutatása

A 216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet a tárolótartály, tároló-létesítmény létesítésével kapcsolatos általános szabályok és követelmények mellett az üzembe helyezésre, üzembe vételre, javításra, átalakításra, időszakos ellenőrzésre és a megszüntetésre is kiterjed. A rendelet szerint a tárolótartály létesítése mellett, annak üzembe helyezése is hatósági engedély meglétéhez kötött. Ezen engedélyezéshez tartozó dokumentációban a következő elemeknek kell szerepelniük:

- kivitelezői nyilatkozat,
- előírt vizsgálatok, ellenőrzések bizonylatai és igazolása:
 - a kivitelezés a létesítési, illetve átalakítási tervben foglaltaknak megfelelt-e,
 - megfelelt-e a biztonságos használattal kapcsolatos követelményeknek,
 - a tárolótartályok és a csatlakozó szerelvények, berendezések megfelelőségigazolásai rendelkezésre állnak-e,

- a technológiai szerelvényekhez és a tartozékokhoz tartozó bizonylatok rendelkezésre állnak-e.
- kisebb hiányosságok, hibák pótlásának, illetve azok javításának a teljesítési határideje. [33]

Amennyiben nem az újonnan létesített tárolótartály, tároló-létesítmény üzembe helyezése, hanem már az üzemeltetés során felmerülő hibák javítása történik, akkor az üzemeltetőnek a javítási tevékenységet előzetesen be kell jelentenie az engedélyezési hatóság részére. A bejelentési dokumentációnak tartalmaznia kell az alábbiakat:

- javítási tervdokumentáció,
- tervezői nyilatkozat,
- a javítás pontos területének leírása,
- a tárolótartály, tároló-létesítmény jelenlegi állapotának és általános műszaki állapotának bemutatása,
- a tervezett átalakítás, javítás pontos ismertetése (a tervezett munkálatok részletezésével).

Az üzembevételi eljárás folyamán az üzembehelyezési dokumentáció mellett a tartályvizsgálati jelentést és a kivitelezési dokumentációt is tartalmaznia kell a kérelemnek. A kivitelezési dokumentáció fő részei:

- a műszaki dokumentációban rögzítetteknek való megfelelésről szóló kivitelezői nyilatkozat,
- a tervező által előírányzott vizsgálat(ok)ról szóló bizonylat,
- a szilárdsági és tömörségi nyomáspróbáról szóló jegyzőkönyv,
- az eredeti állapot helyreállításáról szóló jegyzőkönyvek és bizonylatok. [33]

Az iparbiztonsági engedélyeztetésnél leírtakhoz hasonlóan, a tárolótartály, tároló-létesítmény üzembe helyezése előtt elvégzett biztonságtechnikai ellenőrzésekről szóló jegyzőkönyveknek is meg kell lenniük az engedélyeztetési eljárás lefolytatásához. Ugyanakkor a műszaki biztonsági hatósági felügyeleten kívül az egyes szakági hatóságoknál szintén meg kell kezdeni a hatáskörükhöz tartozó eszközök, berendezések üzembe helyezésének az engedélyeztetését. Ahogy a fentiekben már említésre került, ezen engedélyeztetési eljárások egymással párhuzamosan is lefolytathatók.

1.2.3. Az üzembe helyezést megelőzően alkalmazandó biztonságtechnikai ellenőrzések értékelése

Az üzembe helyezést megelőzően a következő ellenőrzések és vizsgálatok elvégzése állapítható meg kritériumként:

- tartály alapozásának, süllyedésének, dőlésének vizsgálata,
- tartály szerkezeti vizsgálatai,
- tömörségi próba,
- műszerek vizsgálata,
- villámvédelmi felülvizsgálat,
- villamos és érintésvédelmi szabványossági felülvizsgálat,
- tűzjelzés és beépített automata oltóberendezés vizsgálata,
- munka- és tűzvédelmi szabályok ellenőrzése.

A fentiekben felsorolt kritériumok ellenőrzése során a következők szerint ajánlott eljárni. A tartályalap állapotának ellenőrzését szemrevételezéssel, a dőlést, valamint a süllyedést geodéziai mérések elvégzésével kell vizsgálni. A tartály szerkezeti vizsgálata az adott berendezésen jellemzően vizuális ellenőrzéssel végzett vizsgálat sorozat. Ezen vizsgálatok célja az olyan meghibásodások feltárása, ellenőrzése, megelőzése, illetve a szerkezet biztonságtechnikai szempontból való megfelelőségének megállapítása, amely veszélyt jelentenek az adott szerkezet, berendezés üzemeltetése során. A veszélyes folyadékokat tároló tartályokat többnyire dupla fenékkal látják el, éppen ezért az ilyen tartályok esetében, a fenéklemek varratainak ellenőrzésére is ki kell terjeszteni a vizsgálatot, melyet mind a két lemeze között el kell végezni. A fellemezeknek a fenéklemekkel történő összekötését szolgáló sarokvarratokat célzó vizsgálatot a fenékvarratokéhoz hasonlóan kell elvégezni. A fenéklemek közötti zárt tér ellenőrzése vákuumtartásos vizsgálatot történik. Álló hengeres tárolótartály esetében megfelelő nagyságú táblák összehegesztésével, övenként történik az építés. Az építés során az alsó öveget jellemzően a felső öveknél vastagabb lemezek felhasználásával alakítják ki. [86]

A varratlálkozások vizsgálata kiemelt jelentőségűnek tekinthető, mivel az erőátadás szempontjából ezen pontok a legkritikusabbak közé tartoznak. Az ellenőrzés első lépéseként a vizuális és a felületi repedésvizsgálat, majd azt a radiográfiai, illetve ultrahangos módszerek követik. Megjegyzendő, hogy a radiográfiai módszer csak abban az esetben alkalmazható, hogy ha a falvastagság nem haladja meg a 8 mm-t, azt meghaladó vastagság esetén az ultrahangos

vizsgálatot kell elvégezni. A két módszer közötti további eltérés, hogy a radiográfiás vizsgálat jól dokumentálható, az ultrahangos módszer azonban gyorsabban kivitelezhető, illetve a költségei is kedvezőbbek. Az ellenőrzések során további fontos feladat a csatlakozó csövek hegesztési varratainak a vizsgálata is. A csatlakozócsonkoknál jellemzően a galléros kialakítás terjedt el, mely vizsgálatára elterjedten alkalmazott módszer a túlnyomásos eljárás. [86]

A tömörségi próba során a hitelesítésben megállapított legnagyobb töltettel, 24 órán keresztül történik a nyomástartás vizsgálata. A vizsgálat alatt a folyadékszint és a palást szivárgásmentességének ellenőrzését kell elvégezni. A próba során rögzített értékek dokumentálása jegyzőkönyvben történik. [87]

Az üzembe helyezés előtt a szintmérők, szintkapcsolók, szintmutatók, a túltöltésgátló berendezés, a túltöltésjelző, az előjelző, a szintmérő, a mintavevő, a hőmérsékletmérő és a nyomásmérő ellenőrzését is el kell végezni. A szintmérők, szintkapcsolók és szintmutatók ellenőrzésénél ki kell térni a szintmérőműszer érzékelőjének szabad mozgásának, a műszerkábel mozgáslehetőségének, a műszerűszó tömitettségének, a szintmérőzsinór épségének, valamint a működéspróbának a vizsgálatára is. A túltöltésgátló berendezés vizsgálata során a rezgővilla, illetve úszó folyadékba történő merítésével kell a túltöltés jelenségét előidézni. Ekkor annak állapotát kell figyelni, hogy a betárolóvezetékbe épített motoros szerelvény megvalósította-e az elzárást, vagy nem. További ellenőrzési feladat az operátorhelyiség(ek)ben lévő túltöltésjelek meglétének és helyességének a vizsgálata. A tartályon lévő szintmérő berendezés vizsgálata során a működőképesség és a mért értékek helyességét kell ellenőrizni, mely módszere a szemrevételezés. A mintavevő ellenőrzésénél a védőcső, a mintavevőhuzal, a hőmérők mozgatási lehetőségének, a mintavevőfedél működőképességének, valamint a tömités állapotának vizsgálata a feladat. A működési próba alatt figyelni kell, hogy a hibákkal kapcsolatos visszajelzés, mely jellemzően hang- és fényjelzés, megérkezik-e az operátorhelyiségbe. [87]

Az ellenőrzés során javasolt, hogy a tartály üzemeltetésére vonatkozó technológiai utasítás kontrolálása és felülvizsgálata is történjen meg. A villámvédelmi felülvizsgálatot az *Országos Tűzvédelmi Szabályzatról szóló 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet* (továbbiakban: OTSZ) [88] és a vonatkozó *MSZ EN 62305 Villámvédelem szabványsorozat* szerint kell végrehajtani. [89] Ezen vizsgálatok célja a villámhárító berendezés alkalmasságának ellenőrzése, mely célja annak szavatolása, hogy a berendezés alkalmas a villámok felfogására és levezetésére, valamint a villámlás káros hatásaival szemben a létesítmény és az ember megvédésére. A vizsgálat fontos része a létesítés közben eltakarásra kerülő alkatrészek ellenőrzése is, majd a villámhárító átadása előtt az első felülvizsgálatot is el kell végezni. [88]

Az új villamos berendezés beüzemelése előtt az OTSZ és a vonatkozó *MSZ 4851 Érintésvédelmi vizsgálati módszerek* szabványsorozat szerinti vizsgálattal kell igazolni, hogy a villamos kivitelezés szabványosan és a terveknek megfelelően került elvégzésre. [90]

Mivel az első felülvizsgálat alkalmából csak hibátlan jegyzőkönyv adható ki, így abban az esetben, ha a felülvizsgáló talál valamilyen szabványossági hibát, akkor csak annak kijavítását követően lehet a jegyzőkönyvet kiállítani. Az érintésvédelmi szabványossági felülvizsgálatot *a munkaeszközök és használatuk biztonsági és egészségügyi követelményeinek minimális szintjéről szóló 10/2016. (IV. 5.) NGM rendelet* (továbbiakban: 10/2016. (IV. 5.) NGM rendelet) szerint új berendezés, vagy villamos kivitelezés létesítésekor a munka befejezése után minden esetben el kell végezni. A vizsgálat célja a villamos berendezések érintéséből származó áramütéses baleseteknek a megelőzése, mely jellemzően vizuális ellenőrzésből és műszeres mérésből áll. [91]

A tűzjelző, illetve a beépített automata oltóberendezés üzembehelyezésének engedélyezését a területileg illetéke katasztrófavédelmi kirendeltség végzi az engedélyezési dokumentáció, az OTSZ és a *Beépített tűzoltó berendezések tervezése, telepítése* című tűzvédelmi műszaki irányelv (továbbiakban: TVMI) alapján. [92] Teljes körű meggyőződéssel teljesül az engedélyezés, amennyiben az alábbi elemek ellenőrzése megtörtént:

- oltóberendezés működőképessége,
- jelzések tesztelése,
- tűzjelzővezérlések,
- megvalósulási tervtől való eltérés (ha volt),
- üzemeltetési napló (amennyiben működtetik),
- tartalék szórófejek megléte,
- kapcsolási rajz,
- zónakiosztási rajz,
- feliratok megléte,
- tűzgátló átvezetések. [9]

Végezetül, még az üzembe helyezés előtt, a munkavédelmi és tűzvédelmi szakirányú jogosultsággal rendelkező szakértővel helyszíni bejárást kell tartani. A bejárás alatt ki kell térni a biztonságos használati szabályok ellenőrzésére, valamint a lépcsőkre, létrákra, korlátokra, pódiumokra, a feliratok és a tűzvédelmi infrastruktúra meglétére is. [9]

1.3. Az üzemeltetéssel kapcsolatos eljárásrend elemzése

A tárolótartály, tároló-létesítmény üzemeltetése során (ahogyan az üzembe helyezését illetően is) több aspektus vizsgálatát kell megtenni, melyek az alábbiakban kerülnek kifejtésre.

1.3.1. A katasztrófavédelmi-iparbiztonsági aspektusok értékelése

Az üzemeltetés során kiindulási alapként a biztonsági dokumentációban foglaltak maradéktalan betartását kell tekinteni. Amennyiben a tárolótartályban más veszélyes anyag tárolását tervezi az üzemeltető, akkor az csak abban az esetben hajtható végre, ha a változás nem növeli a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleset kockázatát, illetve nincs hatással a védelmi rendszerre. Ellenkező esetben az új feltételeket bemutató katasztrófavédelmi-iparbiztonsági engedélyezés lefolytatása szükséges.

A tárolótartályok, tároló-létesítmények üzemeltetését a katasztrófavédelmi hatóság rendszeres jelleggel ellenőrzi, mely során a tárolótartályban tárolt veszélyes anyag típusát és mennyiségét, a tárolótartály műszaki állapotát, a karbantartási jegyzőkönyveket, a technológiai utasítás(ok) meglétét és a munkavállalók oktatását/felkészültségét vizsgálják.

Ahogy „A kutatási téma aktualitása” részben ismertetésre került, a műszaki meghibásodás, mely a karbantartással, illetve annak hiányosságaival jelentős mértékben összefügg, magas részarányt képvisel a súlyos ipari balesetek elsődleges kiváltó okai között. Ugyanakkor megállapítható, hogy egy üzem szempontjából az öregedés komplexen értelmezhető aspektusú jelenség. Ez azzal magyarázható, hogy az öregedés jelensége nem merül ki a különböző szerkezetek, berendezések és eszközök fizikai öregedésében, emellett az eljárások, technológiák, a szervezeti rendszer elavulását, valamint a személyi állomány öregedését is magában hordozza. Ezek alapján levonható következtetés, hogy az időszakos hatósági ellenőrzések alkalmával az adott üzemet érintő öregedési aspektusoknak az átfogó vizsgálata szükséges. [93]

A műszaki állapot nyomon követését megvalósító, valamint a karbantartási rendszerek átfogó vizsgálata során alkalmazandó releváns kérdéseket az alábbi felsorolás foglalja össze:

- A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleseti eseménysorokat illetően a biztonság szempontjából kritikus berendezések meghatározhatók?
- Könnyen hozzáférhető és naprakész állapotban vannak tartva a biztonság szempontjából kritikus berendezések, műszerek és alkatrészek?
- Az üzemeltető milyen módszert (pl.: determinisztikus, állapot nyomon követés) alkalmazva állapítja meg a berendezések, műszerek, eszközök élettartamát?

- Lett-e kialakítva a berendezések, alkatrészek, műszerek cseréjével kapcsolatos ütemterv?
- Az egyes karbantartási felelősségi- és feladatkörök (pl.: elrendelés, ellenőrzés, jóváhagyás, képzés) delegálása megtörtént-e?
- A meghibásodások észlelésére és jelzésére került-e monitoringrendszer kiépítésre?
- A vonatkozó jogszabályok, szabványok, továbbá az üzemeltetési tapasztalatok alapján tesztelési, felülvizsgálati és karbantartási rendszer került-e kialakításra?
- Az üzemeltető a várható károsodásokkal (pl.: kopás, vibráció) számol-e a tesztelések, felülvizsgálatok, valamint a karbantartások alkalmával?
- Kerültek-e megállapításra preventív karbantartási munkálatok, valamint a hozzájuk tartozó eljárások ki vannak-e alakítva? Ezek illeszkednek-e a súlyos baleseti veszély- és kockázatelemzés során megállapítottakhoz?
- A kialakított eljárások az egyes berendezések, műszerek, tárolótartályok, alkatrészek és eszközök sajátosságait, valamint a sajátos üzemeltetési körülményeket figyelembe veszik-e?
- A tesztelési, felülvizsgálati és karbantartási tevékenységekre vonatkozóan került-e kidolgozásra protokoll, mely alapján azok végrehajtása dokumentálható, ellenőrizhető és visszakereshető?
- A nehezen hozzáférhető, sajátos technológiai körülmények között üzemelő berendezések, műszaki állapotok, valamint kritikus pontok megfelelő figyelmet kapnak-e az üzemeltető részéről? [94]

A fenti felsorolás kérdései is rávilágítanak arra, hogy a karbantartási tevékenységeknek kiemelt szerepe van a súlyos ipari balesetek megelőzésében.

Mesics et al. útmutatójukban a terület vonatkozásában alkalmazható karbantartási stratégiák különböző szempontok (alkalmazási terület, információigény, szervezés, szervezet, vezetés szerepe) szerinti összehasonlítását teszik meg. Ezen szempontok képezik az adott stratégia (hibajavító, előirányzott, állapotfüggő, megelőzés) hatékony végrehajtását célzó terület, adat és a vonatkozó szerepek azonosítási módját. (5. táblázat)

5. táblázat: Karbantartási stratégiák különböző szempontok szerinti összehasonlítása

Forrás: [95] alapján saját szerkesztés

	Hibajavító	Előirányzott	Állapotfüggő	Megelőzés
Alkalmazási terület	kisebb kár, kiesés esetén; nagy szórású hibamentes működés esetén	nagy kockázattal járó kiesés esetén; állandó élettartamú rendszerelemek esetén; előkészíthető munkálatok esetén	mérhető, elemezhető munkálatok esetén; nagy kockázatú meghibásodások esetén; gazdaságossági szempontok érvényesülése esetén	kiemelt kockázatú meghibásodás esetén; műszakilag megoldható munkálatok esetén
Információigény	gyors és azonnali	előzetesen és pontosan begyűjtött	állandó, vagy ciklikus adatszolgáltatás az állapotról	üzemeltetés közben nincs
Szervezés	gyors beavatkozás; csomagterv szerinti	tervezett; ütemezett	van idő a felkészülésre, az állapotvizsgálat kiemelt jelentőségű	üzemeltetés közben nincs
Szervezet	helyi, univerzális, szakképzett, kreatív	központosított; külső erők bevonása	központosított; külső erők bevonása	üzemeltetés közben nincs
Vezetés szerepe	gyors döntés	tervezés	stratégiai vezetés	üzemeltetés közben nincs

Az 5. táblázatban szereplő karbantartási stratégiáknak az egyes szempontok szerint történő vizsgálata esetén, balról jobbra haladva látjuk a reaktív magatartási módból a proaktívba történő átmenetet. Ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy a megfelelően kialakított és végrehajtott megelőző karbantartási stratégia mellett sem zárható ki a hibajavító stratégia alkalmazása. Ez azzal magyarázható, hogy a szakszerűen végrehajtott, preventív karbantartási tevékenységek mellett (külső/belső tényezők hatására) is alakulhatnak ki meghibásodások, melyek gyors és azonnali beavatkozást igényelnek.

A tárolótartály, tároló-létesítmény, valamint a hozzá kapcsolódó berendezések és eszközök állapotellenőrzése szemrevételezéssel megvalósítható, hiszen az állapotromlás számos vizuális jele így is jól észrevehető (pl.: korrózió, repedés, törés, süllyedés). A tárolótartályra, illetve a tárolt anyagra vonatkozó megfelelő felirat és jelölés megléte is

ellenőrizhető szemrevételezéssel. A műszaki állapot nyomon követése és a karbantartás jelző-, előrejelző rendszerének üzemképessége, tehát a biztonságos működés érdekében a segédenergia-vezetékek, az üzemközi vezetékek, valamint a kiszolgáló infrastruktúra ellenőrzésére, továbbá működőképességének fenntartására is kiemelt figyelmet kell fordítani. [9]

A tárolótartály, tároló-létesítmény üzemeltetése során az olyan események, mint a környezetkárosodás, környezetveszélyeztetés, valamint az idegen ingatlanon, létesítményben, illetve egyéb vagyontárgyban bekövetkezett károkozás rendkívüli eseménynek minősül. Amennyiben ezek valamelyike bekövetkezik, akkor annak bejelentése mellett, az üzemeltető felelőssége és kötelessége minden olyan intézkedést megtenni, mely a veszélyeztetés szintjének, továbbá a kár mértékének minimalizálására irányul. A rendkívüli esemény bejelentése alapján a hatóság vizsgálatot indít, melynek célja a rendkívüli esemény okának és körülményeinek feltárása. Azonban fontos megjegyezni, hogy a hatóság a vizsgálat befejezése előtt is hozhat tiltó, illetve korlátozó intézkedéseket. Emellett a tárolótartály, tároló-létesítmény ismételt üzembe helyezésének feltételeit engedélyhez kötheti. [33]

A dominóhatás jelentősége a korábbi részekben már említésre került, mellyel összefüggésben megállapítható, hogy a külső kockázatok és veszélyforrások vizsgálata során ellenőrizendő főbb tényezők közé tartozik a hősugárzás, a túlnyomás, a repeszhatás, valamint az esetleges más fizikai és kémiai hatás, illetve azok mértéke, melyek dominóhatáshoz vezethetnek.

1.3.2. A műszaki biztonsági aspektusok bemutatása

A vonatkozó jogszabályi és a Műszaki Biztonsági Szabályzatban meghatározott biztonsági követelmények való megfelelés érdekében, az üzemeltetés során a tárolótartály, tároló-létesítmény időszakos hatósági ellenőrzését kell elvégezni. A 216/2019. (IX. 5.) Korm. rendeletben meghatározott ciklusidő szerint végrehajtott belső tisztítás, szerkezeti vizsgálat és tömörségi próba képezi a tárolótartály, tároló-létesítmény időszakos ellenőrző vizsgálatát, melyet a rendelet alapján az üzemeltetőnek kell elvégeztetnie a 18. § szerint nyilvántartásba vett gazdálkodó szervezet megbízásával. A rendelet szerinti Műszaki Biztonsági Szabályzat határozza meg az időszakos ellenőrző vizsgálat módját. Az üzemeltetőnek a vizsgálat elvégzéséről szóló jegyzőkönyvet, annak elkészültét követő 30 napon belül meg kell küldeni a hatóság részére. [33]

A 216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet szerint szerkezeti vizsgálatok vonatkozásában 10 év, tömörségi próba esetében pedig 5 év az általánosságban előírt ciklusidő. Azonban a hatóság

az üzemeltető kérelmére (a rendeletben meghatározott feltételek együttes teljesülése esetén) meghosszabbíthatja a soron következő szerkezeti vizsgálat, illetve belső tisztítás elvégzésének határidejét, mely fekvő hengeres szimpla falú tartályok esetében (maximum 3 alkalommal), és állóhengeres szimplafenekű tartályok vonatkozásában (maximum 2 alkalommal) 1 évet jelent. Ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy közérdekű bejelentés alapján, ha aszerint megkérdőjelezhető a tartály biztonsága, akkor a hatóság soron kívüli ellenőrző vizsgálatot rendelhet el. Ebben az esetben a hatóság által megszabott műszaki tartalommal bíró ellenőrzési vizsgálatot az általa kijelölt szervezet végzi el, a vizsgálat elvégzésének költségei pedig az üzemeltetőt terhelik. [33]

A tárolótartályok, tároló-létesítmények és berendezéseik gyártását, valamint a helyszíni technológiai szerelését, javítását, átalakítását, tisztítását, szivárgásvizsgálatát és a fentiekben írtaknak megfelelően az időszakos ellenőrző vizsgálatát csak a 365/2016. (XI. 29.) Korm. rendelet 13. § (3) bekezdésében kijelölt műszaki biztonsági hatóság által nyilvántartásba vett gazdálkodási szervezet végezheti el. [51] A tárolótartályok és kapcsolódó berendezéseik gyártására, ömlesztő hegesztéssel történő vagy ömlesztő hegesztés nélküli helyszíni szerelésére, javítására, átalakítására, tisztítására, szivárgásvizsgálatára, valamint az időszakos ellenőrző vizsgálatára a 216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet 2. mellékletében megállapított követelmények teljesítését szintén a 365/2016. (XI. 29.) Korm. rendelet 13. § (3) bekezdésében kijelölt műszaki biztonsági hatóság által meghatározott tanúsító szervezetek igazolják. [33]

1.4. A szüneteltetéssel és megszüntetéssel kapcsolatos eljárásrend elemzése

A Kat. 27. § (2) szerint az iparbiztonsági hatóság részére az üzemeltető haladéktalanul köteles bejelenteni a veszélyes anyagokkal foglalkozó létesítmény ideiglenes leállítását, vagy végleges bezárását. [16]

1.4.1. A katasztrófavédelmi-iparbiztonsági aspektusok bemutatása

A 216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet alapján, a tárolótartály, tároló-létesítmény egy részének, vagy egészének 12 hónapot meghaladó üzemszünete szüneteltetésnek minősül. A tisztítatlan tárolótartály alapvetően ugyanolyan veszélyesnek tekinthető (a benne lévő gőzök miatt), mint a töltött tartály. Emiatt az adott veszélyes tevékenység csak abban az esetben tekinthető befejezettnek, ha a veszélyes anyag tárolótartályból való elszállítása, valamint a tisztítás is megtörtént. [9]

Az üzemeltetőnek a szüneteltetést annak kezdetétől számított 15 napon belül be kell jelentenie a hatóságnak, mely bejelentéshez csatolni kell a tárolótartály tisztítási jegyzőkönyvét.

A tisztítást a rendelet 18. § szerint nyilvántartásba vett szervezet végezheti. A bejelentés további adattartalma a rendelet 13. §-ban került meghatározásra. Fontos megjegyezni, hogy a szüneteltetés ideje alatt az üzemeltetőnek nem kell elvégeztetnie az időszakos ellenőrző vizsgálatokat. [33]

Abban az esetben, ha az üzemeltető ismételten üzembe kívánja helyezni a tárolótartályt, akkor azt a hatóságnak (216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet 13. §-ban meghatározott adattartalommal) be kell jelentenie. A rendelet három pontban határozza meg azon dokumentumokat, melyeket a bejelentés tartalmától függően csatolni kell, ezek az alábbiak:

- jegyzőkönyv a megfelelő eredményű időszakos ellenőrző vizsgálatról, mely három hónapnál nem régebbi (amennyiben a szüneteltetés ideje alatt az előző időszaki vizsgálathoz viszonyítva a rendeletben meghatározott ellenőrzések esedékessé váltak),
- tartályvizsgálói szakvélemény, amennyiben a szüneteltetés megkezdése és az újbóli üzembe vétel között az időszakos ellenőrző vizsgálatok nem váltak esedékessé,
- amennyiben a szüneteltetés ideje alatt az időszakos ellenőrző vizsgálatok közül a tömörségi vizsgálat vált esedékessé,
 - dupla falú és kettős fenekű tartályok vonatkozásában szivárgásvizsgálati jegyzőkönyv,
 - szimpla falú fekvőhengeres tartályok vonatkozásában tömörségi próba jegyzőkönyv,
 - egyéb tartályok vonatkozásában tartályvizsgálói szakvélemény. [33]

A tárolótartály, tároló-létesítmény újbóli üzemeltetés alá vonása a hatóság részére történő bejelentés megtételét követően lehetséges. [33]

1.4.2. A műszaki biztonsági aspektusok bemutatása

A szüneteltetéshez hasonlóan az üzemeltetés (tárolótartály, tároló-létesítménye részének, vagy egészének) megszüntetése is a hatóságnak tett előzetes bejelentés alapján történik, mely adattartalma a 216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet 13. §-ban került meghatározásra. A megszüntetési bejelentés részét képező műszaki dokumentáció főbb tartalma az alábbi pontokban foglalható össze:

- tervezői nyilatkozat mely adattartalma a rendelet 1. §-ban került meghatározásra,
- az adott időpontban érvényes állapotot bemutató általános elrendezési rajz,

- a megszüntetendő tartály, tároló-létesítmény térképmásolaton feltüntetve,
- tartálytisztítási jegyzőkönyv(ek),
- igazolás a megszüntetés jogosultságára,
- tartályvizsgálói szakvélemény. [33]

Az üzemeltetés megszüntetése a 216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet 18. § szerint nyilvántartásba vett gazdálkodó szervezet által elvégzett tisztítást követően történhet, valamint a tároló-létesítményt a megszüntetés bejelentésétől számított 2 éven belül meg kell szüntetni, melynek tényét a megszüntetés tényleges időpontjától számított 30 napon belül a hatóságnak be kell jelenteni. [33]

1.5. Összegzés és részkövetkeztetések az 1. fejezethez

A veszélyes anyagot tároló tartályok, tároló-létesítmények létesítése szigorú jogszabályi feltételekhez kötött. A létesítést megelőzően el kell készíteni a létesítési engedélyezési tervet, melyet a 365/2016. (XI. 29.) Korm. rendelet értelmében a fővárosi és vármegyei kormányhivatal bírál el. Emellett a műszaki-biztonsági hatósági felügyeleten túlmenően, az egyes szakági hatóságok (pl.: tűzvédelmi kérdéskörben a területileg illetékes katasztrófavédelmi kirendeltség, környezetvédelmi kérdéskörben a területileg illetékes környezetvédelmi és természetvédelmi főosztály) illetékességi körébe tartozó berendezések üzembe helyezésének engedélyeztetését is meg kell kezdeni.

A Kat. hatálya alá tartozó üzemeknél az engedélyezési eljárásban a fővárosi és a vármegyei kormányhivatal mellett a katasztrófavédelmi-iparbiztonság önálló hatóságként jelenik meg, mely engedélye nélkül a veszélyes tevékenység nem kezdhető meg. Ugyanakkor az engedélyeztetési eljárások egymással párhuzamosan lefolytathatók. Az egyes eljárások közötti kapcsolódási pont, hogy az üzemeltetőnek igazolnia kell a tárolótartály, tároló-létesítmény és a kapcsolódó berendezések veszélytelen működését.

A katasztrófavédelmi-iparbiztonsági szakértőnek és a tervezőnek már a létesítési engedélyezési terv készítését megelőzően jelentőségteljes feladata van, mely az üzemeltető általi elgondolások megvalósíthatóságának (pl.: tartályméret, elhelyezés, tartálytípus) ellenőrzése. A gyakorlati tapasztalat azt mutatja, hogy már ezen a ponton javasolt a katasztrófavédelmi-iparbiztonsági hatóság megkeresése és tájékoztatása.

A tervezőnek és a katasztrófavédelmi-iparbiztonsági szakértőnek az iterációs tervezési folyamat eredményeként elkészült létesítési engedélyezési tervben foglaltakat ajánlott a „What

if...?”, illetve a HAZOP módszerrel ellenőrizni, felülvizsgálni, valamint indokolt esetben a további szükséges kockázatcsökkentő műszaki biztonsági megoldásokat alkalmazni.

Hagyományos értelemben a tartály létesítése nem tekinthető építési engedélyezési eljárásnak, azonban a létesítési engedélyezési terv alapján javasolt engedélyezési dokumentáció elkészítése a katasztrófavédelmi-iparbiztonsági hatóság részére és ezt követően a vizsgálat lefolytatása. Ezáltal biztosítható, hogy a szükséges üzemeltetői döntések és intézkedések még időben meghozhatók.

A tárolótartály, tároló-létesítmény üzemeltetését az engedélyezési dokumentációban, valamint hatályos engedélyben foglaltak szerint kell végezni. Az üzemeltetés során, annak kardinális jellegéből adódóan, nagy hangsúlyt kell fektetni a megfelelő karbantartási tevékenységre is, mely végrehajtása egyrészt üzemeltetői feladat, másrészt olyan szaktevékenység, melynek megtörténtét a hatóságok rendszeresen ellenőrzik.

A tárolótartály, tároló-létesítmény megszüntetése szintén engedélyköteles tevékenység. Az üzembe helyezéshez hasonlóan az üzemeltetőnek dokumentáltan igazolnia kell a veszélyes anyag elszállítását és a tárolótartály tisztítását, azaz a veszélytelen állapot helyreállítását.

A létesítésre, üzembe helyezésre, üzemeltetésre és a megszüntetésre vonatkozó előírások, valamint a hatóságok folyamatos ellenőrzése eredményeként hazánkban tárolótartály sérülése miatt, a lakosságot is érintő veszélyes anyaggal kapcsolatos súlyos baleset még nem történt.

A fentiek alapján az 1. fejezethez levonható részkövetkeztetések az alábbi pontokban foglalhatók össze:

1. Az üzemi felfogótereket a jogszabályok, az útmutatók és a szabványok a katasztrófavédelmi-iparbiztonsági és a műszaki biztonsági aspektusok vonatkozásában is a tárolótartályok, tároló-létesítmények kapcsolódó védelmi elemének tekintik. Ezek alapján megállapítható, hogy speciálisan a felfogóterekre irányuló ellenőrzési, felülvizsgálati, karbantartási tevékenységek nem kerültek megállapításra.
2. A „Releváns szakirodalom áttekintése”, valamint a „Jogszabályi környezet” fejezetekben leírtak alapján azonban egyértelműen levonható következtetés, hogy a felfogóterek másodlagos védelmi zárként kiemelt jelentőséggel bírnak. Ebből kifolyólag javasolt a vonatkozó jogszabályokban, útmutatókban és szabványokban a felfogóterekkel kapcsolatos tervezési, létesítési, ellenőrzési, felülvizsgálati és karbantartási tevékenységeinek kiemelten történő kezelése.

-
-
3. Az előző két pont alapján javasolt a felfogóterek tervezésénél megfelelő méretezési gyakorlat kidolgozása, továbbá a felfogóterek építési alapanyag használatára vonatkozó konkrét ajánlások megfogalmazása. Ezáltal elérhetővé válik a tárolási technológia, tárolási körülmények és a tárolt anyagnak leginkább megfelelő felfogótér létesítése. Ezek mellett az üzemeltetőnek javasolt a reaktív helyett, a preventív jellegű karbantartási stratégiák alkalmazására történő átállás és a hatóság részéről ennek magasabb szintű kontrollja.

2. A FELFOGÓTEREK BIZTONSÁGOS ÜZEMELTETÉSÉHEZ KAPCSOLÓDÓ MÉRETEZÉSI MÓDSZEREK VIZSGÁLATA

Ahogy a tudományos probléma megfogalmazásánál ismertetésre került, a felfogótér célja a valamely esemény(ek) hatására bekövetkező tartálysérülés esetén a kiáramló veszélyes folyadék felfogása és a helyreállító intézkedések megtételéig történő visszatartása. Annak érdekében, hogy egy esetleges káresemény során a felfogótér megfelelően be tudja tölteni funkcióját a tervezésnél több méretezési szempontot is figyelembe kell venni. Ezen méretezési és kialakítási kérdéskörrel számos hazai, valamint nemzetközi előírás és szakirodalom foglalkozik.

2.1. A méretezéssel kapcsolatos hazai szabályozás elemzése

A veszélyes anyagokkal kapcsolatos tevékenységekre, valamint a súlyos balesetek veszélyének kezelésére vonatkozó európai uniós jogszabályok átültetése és harmonizációja a magyar jogi környezettel megtörtént. Így a Seveso III. előírásai a Kat.-ban és annak végrehajtási rendeletében (234/2011. (XI. 10.) Korm. rendelet) kerültek rögzítésre. A Kat. jellemzően a lakosság biztonságának és biztonságérzetének megteremtésére és növelésére koncentrált. Ugyanakkor a Kat. a természeti és civilizációs katasztrófák elleni védekezési hatékonyság-, valamint a katasztrófavédelmi szervezetrendszer és intézkedések eredményességének fokozását is célul tűzte ki. A területre vonatkozó értelmező rendelkezéseket, a katasztrófák elleni védekezési feladatokat és hatásköröket, valamint a települések katasztrófavédelmi besorolásának szabályait és a védelmi követelményeket a 234/2011. (XI. 10.) Korm. rendelet tartalmazza. [17]

A 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet az azonosítási és értékelési szabályokat, továbbá a biztonsági rendszer elemeit rögzíti. [18] A tárolótartályok, tároló-létesítmények műszaki biztonsági követelményeit és a hatósági felügyeletet az 1/2016. (I. 5.) NGM rendelet szabja meg. A rendelet 19. § (1) pontja szerint a tárolótartályt, illetve a tároló-létesítményt úgy kell megtervezni, majd pedig létesíteni, üzemeltetni és karbantartani, hogy a műszaki biztonságra vonatkozó követelményeknek, valamint a vonatkozó jogszabályokban előírtaknak is megfeleljenek. Továbbá a rendelet 1. melléklete tartalmazza a veszélyes folyadékok és olvadékok tárolótartályainak Műszaki Biztonsági Szabályzatát. [32]

Katasztrófavédelmi és műszaki biztonsági szempontból a hatósági felügyelet kiemelt fontossággal bír. Ezt támasztja alá a 216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet is, mely az értelmező

rendeletek mellett általános szabályokat is megállapít a létesítés, üzembe helyezés, javítás, átalakítás, ellenőrzés és megszüntetés vonatkozásában. [33]

A hulladékudvarban tárolt veszélyes hulladékok esetén a 246/2014. (IX. 29.) Korm. rendelet az egyes hulladékgazdálkodási létesítmények kialakításának és üzemeltetésének szabályairól szóló rendelet 6. § pontja szerint a gyűjtőtér burkolatát olyan anyagból (folyadékzáró, szükség szerint vegyszerálló felületi védelemmel, illetve kármentővel ellátott aljzattal) kell megépíteni, mely ellenáll a veszélyes anyaggal történő kontakt során bekövetkező kémiai reakcióknak. [96] Mivel a disszertáció a veszélyes folyadékokra, mint alapanyagokra irányul, így a hulladékok tárolásának kérdéskörével nem foglalkozik.

Az 1/2016. (I. 5.) NGM rendelet szerint a mértékadó műszaki biztonsági szint eléréséről és fenntartásáról a tervezőnek, a kivitelezőnek, az üzemeltetőnek, valamint a tároló-létesítménnyel rendelkezni jogosultnak nyilatkozatot kell tennie a hatósági eljárás során. [32] Ezért a terület vonatkozásában mérvadó szabványokban foglaltakat kell alkalmazni. Ezek alapján a főbb szabványok a következők:

- MSZ-05-94.0024:1979 *Földfeletti, álló, hengeres tartály tűzveszélyes folyadék tárolására. Fő méretek*; [53]
- MSZ-05-95.0450:1982 *Tároló tartályok általános műszaki követelményei*; [54]
- MSZ 15633-1:1992 *Éghető folyadékok és olvadékok tároló- és kiszolgálólétesítményeinek, -berendezéseinek tűzvédelmi előírásai szabványsorozat*; [97]
- MSZ 9910-2:1993 *Föld feletti, álló, hengeres acéltartályok éghető folyadékok és olvadékok tárolására. Szerelvényezési, biztonságtechnikai és környezetvédelmi előírások*. [57]

Az MSZ 9910-2:1993 szabvány szerint a felfogótér befogadóképességét úgy kell megállapítani, hogy egy esetleges káresemény során a felfogótérből ne folyhasson ki a tárolt anyag. Mivel egy felfogótérben több tartály is elhelyezhető, így erre vonatkozóan a szabvány az alábbi előírásokat fogalmazza meg a tartálycsoport névleges űrtartalmát illetően:

- nyers olaj és nyerstermelvény esetén nem haladhatja meg a 10 000 m³-t,
- 1-2. tűzveszélyességi fokozatú anyag esetén nem haladhatja meg a 20 000 m³-t,
- 3. tűzveszélyességi fokozatú anyag esetén, 100°C nyílt téri lobbánáspont alatt nem haladhatja meg a 30 000 m³-t,

- illetve 100°C nyílt téri lobbanáspontú anyag esetén nem haladhatja meg a 120 000 m³-t. [57]

Az MSZ 9910-2:1993 szabvány a fentiek mellett iránymutatást ad a felfogótér folyadékkal tölthető térfogatára is, mely szerint a felfogótér szükséges térfogata:

- egy tartály esetén a tartály névleges térfogatának 100%-a,
- tartálycsoport esetén a felfogótérben elhelyezett tartályok névleges össztérfogatának 50%-a, vagy ha valamely tartály azt meghaladja, akkor annak a névleges űrtartalma,
- nyers olaj, vagy nyerstermelvény tárolása esetén a felfogótérben elhelyezett tartályok névleges össztérfogatának 75%-a. [57]

A felfogótérek építési előírásaira vonatkozóan a szabvány a következőket fogalmazza meg:

- a felfogótér anyaga nem éghető, kellő szilárdságú és tömör,
- kialakításuk történhet földbe süllyesztéssel, körül sáncolással, illetve stabil falakkal,
- ügyelni kell arra, hogy tartályszerülés esetén a sugárban kiáramló folyadék minden esetben a felfogótéren belülre kerüljön,
- gondoskodni kell az oltó- és csapadékvíz gyűjtéséről és elvezetéséről,
- a felfogótérben az üzemeltetéshez szükséges út, szállítópálya és tűzvédelmi szerelvényeken kívül egyéb berendezés nem lehet. [57]

A fentiek alapján megállapítható, hogy a jogszabályok és az előírások alapvető célja a veszélyes anyagokkal kapcsolatos balesetekkel szembeni prevenció. Ugyanakkor meg kell említeni, hogy a szabvány által még engedélyezett sáncolásos kialakítás az ipari gyakorlatban már nem jellemző, melynek biztonsági, műszaki és gazdasági okai is vannak. Továbbá hazánkban gyakran alkalmazott méretezési módszer a „110%-os szabály” is, mely a 2.2. fejezetben kerül bővebben ismertetésre.

2.2. A méretezéssel kapcsolatos külföldi szabályozás elemzése

Ebben a részben azok a főbb előírások és szabályok kerülnek bemutatásra a felfogótérekkel szemben támasztott követelményeket illetően, amelyeket a külföldi ipari gyakorlatban jellemzően alkalmaznak.

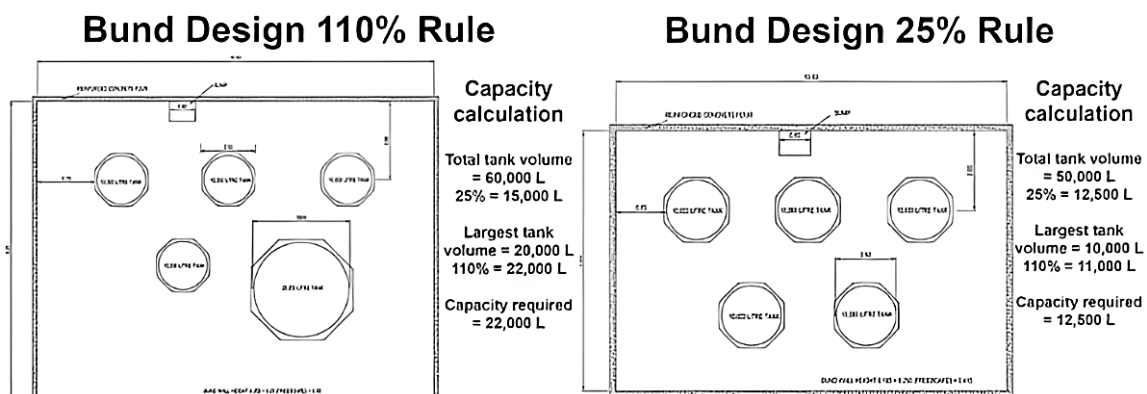
2.2.1. Health and Safety Executive szerinti módszer bemutatása

A *Health and Safety Executive* (továbbiakban: HSE) a felfogótérek tekintetében a következő főbb tervezési szempontokat állapítja meg:

- 60 000 m³ az egy felfogótérben lévő tartályok maximális összkapacitása,
- tilos az összeférhetetlen anyagok egy felfogótérben történő tárolása,
- a felfogótér a legnagyobb tartály kapacitásának 110%-ára kell méretezni,
- ügyelni kell a felfogótérben összegyülekező csapadékvíz elvezetésére. [98]

Az iparban elterjedten alkalmazott gyakorlat alapján a 110%-os és a 25%-os szabály kerül alkalmazásra a felfogótér méretezése tekintetében. A módszer önálló tartály, illetve tartálycsoport felfogótérének méretezése esetén eltér. Önálló tárolóegység esetében a felfogótérnek a tárolt konténment térfogatának legalább 110%-át kell felfognia. Tartálycsoport esetében pedig a szükséges felfogótér kapacitás a tárolt konténmentek össztérfogatának 25%-a, vagy a legnagyobb tartály térfogatának 110%-a közül a nagyobb. [99]

Ezen méretezési eljárásokat szemlélteti a 18. ábra, melyen látható, hogy például az ábra bal oldalán lévő tartálycsoport esetében a felfogótérben lévő tartályok összkapacitása 60 ezer liter, melynek 25%-a 15 ezer liter. A felfogótérben lévő legnagyobb tartály kapacitása 20 ezer liter, melynek 110%-a 22 ezer liter. Mivel a kettő közül a második esetben jött ki nagyobb térfogat (22 ezer liter), így a felfogótér kapacitásának meghatározásakor ezt a térfogatot kell alapul venni. A 18. ábra jobb oldalán lévő tartálycsoport esetében a felfogótérben lévő tartályok összkapacitása 50 ezer liter, melynek 25%-a 12,5 ezer liter. A felfogótérben lévő legnagyobb tartály kapacitása 10 ezer liter, melynek 110%-a 11 ezer liter. Mivel a kettő közül az első esetben jött ki nagyobb térfogat (12,5 ezer liter), így a felfogótér kapacitásának meghatározásakor ezt a térfogatot kell alapul venni.



18. ábra: Példa a felfogótér kapacitásának meghatározására

Forrás: [99]

Az angol Oil Storage Regulations (továbbiakban: OSR) szintén a 110%-os és a 25%-os szabályt írja elő. [27]

2.2.2. VdS 2557 szerinti módszer bemutatása

A *VdS 2557. Planning and Installation of Facilities for Retention of Extinguishing Water. Guidelines for Loss Prevention by the German Insurers* (továbbiakban: VdS 2557.) szabvány a felfogótér méretezésénél már figyelembe veszi az esetlegesen keletkező szennyezett tűzoltóvíz mennyiségét is. Eszerint a felfogótér térfogata a következő képlettel számítható:

$$V = \frac{\{A_{act} \times SWL \times BAF \times BBF\} + M}{BSF}, \quad (1)$$

ahol,

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. [100]

2.2.3. SPCC szerinti módszer bemutatása

Az *US Environmental Protection Agency Spill Prevention Control and Countermeasure (SPCC) Plan* a méretezést a következő lépésekkel írja le:

- másodlagos konténment térfogatának leírása,
- tartály térfogatának meghatározása,
- másodlagos konténment térfogatának a tartály térfogatához viszonyított százalékos értékének meghatározása,
- másodlagos konténment térfogatának növelése a csapadék befogadásához. [101]

Az SPPC nem fogalmaz meg konkrét módszert a csapadék-visszatartáshoz szükséges többletkapacitás meghatározására, azonban ökölszabályként az ipari gyakorlatban alkalmazott „110%-os szabályt” veszi alapul. Ugyanakkor felhívja a figyelmet arra is, hogy a 110%-os szabály által adott többletkapacitással nem garantálható, hogy egy-egy nagyobb viharesemény során biztosított a szükséges kapacitás. Ezért javasolja, hogy a méretezésnél kerüljön figyelembe vételre az adott területre jellemző csapadékmennyiség. [101]

A fentiek alapján elmondható, hogy az SPCC lényegében megegyezik az ipari gyakorlatban általánosan alkalmazott méretezési gyakorlattal.

2.2.4. HSNOCOP 47 szerinti módszer bemutatása

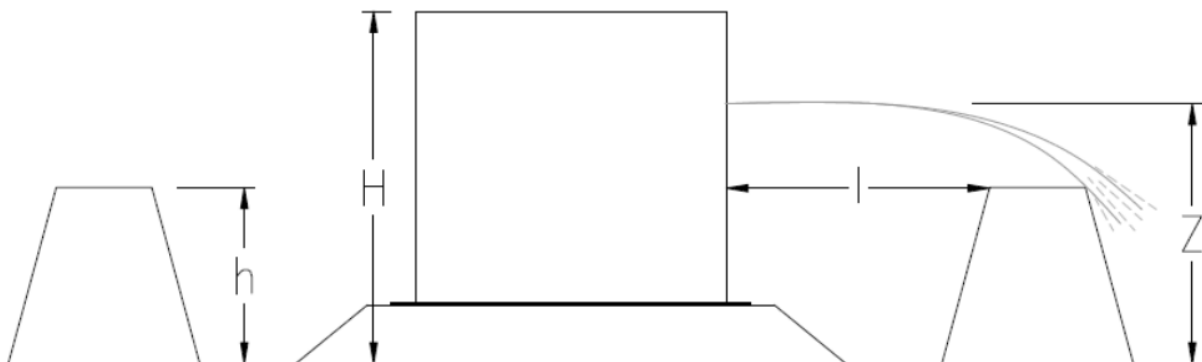
Az *Environmental Protection Authority Secondary Containment System* (továbbiakban HSNOCOP 47) méretezési ajánlásában, a megfelelő felfogótér kapacitás mellett, már figyelembe veszi a tartályból kiáramló folyadék felfogótér falán történő átbukásra való tervezést is. Eszerint a következő képletekkel számítható a felfogótér fala és a tartály fala közötti távolság (I), valamint a felfogótér falának magassága (Z). [102]

$$I = [4(Z - h)(H - Z)]^{0,5} \quad (2)$$

$$Z = 0,5H + 0,5h \quad (3)$$

$$I_{min} = H - h \quad (4)$$

A (2), (3) és (4) képletekhez tartozó jelölések magyarázatát a 19. ábra segíti.



19. ábra: A HSNOCOP 47 szerint használt jelölések magyarázata

Forrás: [102]

2.3. A felfogóterek méretezésével kapcsolatos tapasztalatok, valamint a rossz gyakorlat bemutatása

A 2.1. és a 2.2. fejezetekben bemutatott útmutatók és előírások összegzéseként, elmondható, hogy a hazai és a nemzetközi gyakorlatban egyértelműen megjelenik a felfogóterek befogadóképességének tervezése. Ugyanakkor a felfogótér méretezésekor a kapacitás megfelelő meghatározása nem tekinthető elegendő paraméternek, további szempontok figyelembevétele is szükséges (pl.: HSNOCOP 47).

A szakirodalomban számos publikáció foglalkozik a lehetséges baleseti kimenetek meghatározásával, illetve ezen esetek emberekre, létesítményekre, környezetre kifejtett hatásának modellezésével. [103-105]

A káresemények modellezése során cél annak megállapítása, hogy az egyes fizikai, illetve geometriai paraméterek esetén, például milyen távolságnál lépnek fel bizonyos veszélyességi küszöbértékek. [106]

A megfelelően méretezett és kialakított felfogótereknek tehát igen nagy jelentősége van az esetlegesen kialakuló káresemény során. Ennek elsődleges magyarázata, hogy a felfogótér hivatott felfogni a kiáramló folyadékot, melynek egyik eredménye, hogy korlátolt felületű „tócsa” alakul ki. A korlátolt „tócsa” hatással van az egyes veszélyzónák (pl.: hőszugárzási zóna, párolgási felület) alakulására, ezáltal pedig befolyásolhatja a veszélyességi küszöbértékek alakulását is.

Abban az esetben, ha a felfogótér falmagassága alacsony, akkor könnyebb a kárelhárítási munkálatok elvégzése. Viszont alacsony falmagasságnál – a szükséges térfogat biztosítása érdekében – a tartályfal és felfogótér fala között nagyobb távolság szükséges, amely igen nagy területigénnyel bírhat az üzemen belül.

Az alacsony falmagasságnál további kockázati tényező lehet, hogy ha a tartályfal és a felfogótér fala közötti távolság nem megfelelő méretű (amellett, hogy a felfogótér még ezen paraméterekkel is eleget tesz a gyakorlatban alkalmazott 110%-os szabálynak) a kiáramló veszélyes folyadék átáramolhat a felfogótér falán. Ezt szemlélteti a 20. ábra, mely esetben, ha valamely külső tartály alsó fele és a felfogótér falának magassága között keletkezik sérülés, akkor a sérülés felett lévő folyadéknyomás hatására kialakuló kilépési sebesség révén, a kiáramló folyadék átfolyhat a felfogótér fala felett.



20. ábra: Példa az alacsony és a tartály palástjához közel eső felfogótér falra

Forrás: [107]

Ugyanakkor a magas falú felfogótér, bár helytakarékos kialakítást tesz lehetővé, a kárelhárítási és helyreállítási tevékenységek végrehajtását nehezítheti. Továbbá hátránya lehet, hogy ha a felfogótér megtelik folyadékkal, akkor a benne lévő tartály „felúszhat”, ami katasztrofális töréshez vezethet.

A fentiek alapján, a 2. célkitűzéssel összefüggésben olyan felfogótér méretezési metodika kifejlesztése a cél, amely lehetővé teszi a létesítendő felfogótér optimális-, valamint a rendelkezésre álló terület szempontjából hatékony paramétereinek meghatározását.

2.4. A felfogótérek új méretezési módszertanának kifejlesztése

Ebben a fejezetben először gyakorlati példán keresztül kerül ismertetésre a 2.2. fejezetben bemutatott méretezési módszerek közül kettő (SPCC, HSNOCOP 47), majd az újonnan kifejlesztett méretezési metodika bemutatására kerül sor.

A méretezési módszerek vonatkozásában az azonos bemeneti paramétereket a 6. táblázat tartalmazza. Mindegyik módszer esetében négyzet alakú felfogótér került tervezésre, melyben a szimpla falú tartály önállóan, a felfogótér közepén helyezkedik el.

6. táblázat: Méretezésnél használt azonos bemeneti paraméterek

Forrás: saját szerkesztés

Paraméter	Jelölés	Egység
tartály magassága	H	15 m
tartály sugara	R	7 m
tartálytól való távolság	x	2 m

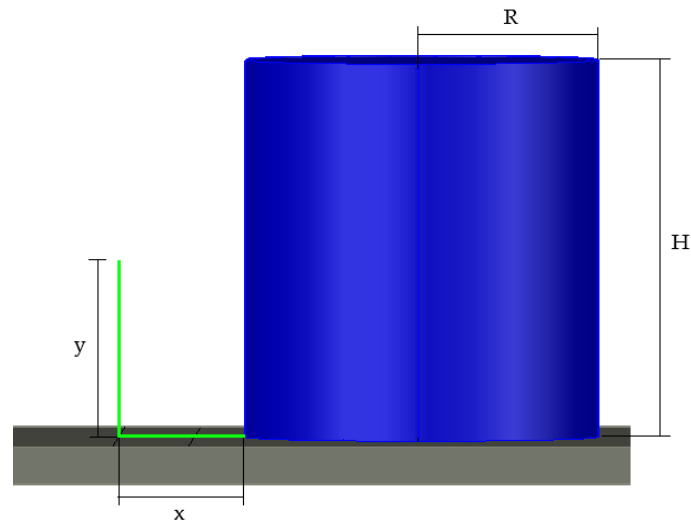
2.4.1. SPCC szerinti méretezési módszer elemzése

Az SPCC alapján a felfogóteret úgy kell méretezni, hogy az a benne lévő tartály kapacitásának 110%-át fel tudja venni. A 6. táblázat paramétereit alkalmazva 7,9 m az a minimális felfogótér falmagasság (y), amely esetén a fenti feltétel teljesül. A tartály (V_t) és a felfogótér (V_f) térfogatának számítása a következő képletek szerint történik.

$$V_t = R^2 \times \pi \times H \quad (5)$$

$$V_f = [(R + x) \times 2]^2 \times y \quad (6)$$

Az (5) és (6) képletekhez tartozó jelölések magyarázatát a 21. ábra segíti.



21. ábra: Az (5) és (6) képletekben alkalmazott paraméterek meghatározása

Forrás: saját szerkesztés

Az (5) és (6) képleteket alkalmazva a tartály térfogata $2307,9 \text{ m}^3$, míg a felfogótér térfogata $2559,6 \text{ m}^3$. Tehát az így meghatározott felfogótér kapacitása nagyobb, mint a benne lévő tartály térfogatának 110%-a, ezért az megfelel.

2.4.2. HSNOCOP 47 szerinti méretezési módszer elemzése

A HSNOCOP 47 szerint a 6. táblázat paramétereit és $h = 2 \text{ m}$ -t, valamint a (2) és (3) képleteket alkalmazva a felfogótér falának magassága $14,0 \text{ m}$. Az (5) és a (7) képletek alapján a tartály térfogata (V_t) $2307,9 \text{ m}^3$, a felfogótér térfogata (V_f) pedig $4536,0 \text{ m}^3$.

$$V_f = [(R + l) \times 2]^2 \times z \quad (7)$$

Tehát az így meghatározott felfogótér kapacitása nagyobb, mint a benne lévő tartály térfogatának 110%-a, ezért az megfelel

2.4.3. Az új méretezési módszer bemutatása

A 2.4.1. és a 2.4.2. fejezetekben bemutatott gyakorlati példák alapján elmondható, hogy ezen méretezési módszerekkel biztosítható a felfogótér azon kapacitása, mely megfelel a feltételként megszabott „110%-os szabálynak”. Ugyanakkor az SPCC nem veszi figyelembe a felfogótér falának magasságát, illetve távolságát a tartály palástjától. Így nem biztosított, hogy egy esetleges tartálysérülés esetén a kiáramló folyadék a felfogótéren belülré jusson. A HSNOCOP 47 szerinti módszerrel meghatározott felfogótér szintén megfelel a „110%-os szabálynak”, emellett falának magassága már biztonságot nyújt a sérülésen kiáramló folyadékkal szemben. Azonban a módszer vélelmezhetően a szükségesnél magasabb falat eredményez.

A fentiek alapján olyan méretezési módszer kidolgozása volt a cél, mely amellett, hogy eleget tesz a feltételként megszabott „110%-os szabálynak”, figyelembe veszi a felfogótér falának magasságát, illetve távolságát a tartály palástjától. Ezáltal biztosítja, hogy egy esetleges tartálysérülés esetén kiáramló veszélyes folyadék a felfogótéren belül maradjon. A módszerrel kapcsolatos további cél volt, hogy a fenti biztonsági kritériumoknak való megfelelés mellett az indokoltnál nagyobb falmagasságot ne eredményezzen. Ezáltal ne jelentsen a szükségesnél nagyobb anyagi terhet az üzemeltetőnek.

A módszer kifejlesztése szakirodalmi kutatással kezdődött, mely célja a tartályból lyukon keresztül kiáramló folyadék „viselkedésének” megismerése. Ezen áramlási tulajdonságok bemutatása több ismeretterjesztő felületen-, valamint kutatása számos tudományos publikációban megjelenik. Ilyen például a Collegdunia.com internetes felülete, ahol a tartályban lévő folyadék magassága és a lyukat elhagyó folyadék sebessége közötti kapcsolat leírásával foglalkozó Torricelli-tétel, valamint a tétel levezetéséhez szükséges Bernoulli-egyenlet kerül bemutatásra. [108] J. Otto munkájában a Torricelli-tételt és a Bernoulli-egyenletet felhasználva, különböző példákon keresztül vezeti le a folyadéknak tartályból való kifolyását. [109] V. Lopac publikációjában elméletileg és numerikusan elemzi a különböző forgásszimmetrikus lyukas edényekből kiáramló vízszugarak „hatótávolságát”, valamint ezek függését a lyukaknak az edény aljától mért magasságtól. [110] Planinši et al. publikációjukban azt szemléltetik, hogy a folyadéknyomás a mélységgel együtt nő, ugyanakkor a kiáramló vízszugár „hatótávolsága” nem csak a kilépési sebességtől függ, hanem a „repülési időtől” is, amíg a folyadéksugár eléri a vízszintes felületet. [111] Choi M. és Jo S. kutatásuk

során áttekintik a szivárgásérzékelőkre vonatkozó szabványokat és az érzékelők elhelyezésének szerepét, valamint vizsgálják a felfogóterek tervezésének kulcsfontosságú paramétereit. [112]

A szakirodalmi források és az újonnan kifejlesztett módszer céljai alapján került sor a kísérlet megtervezésére. A folyadéknak a tartályból lyukon keresztüli kifolyási sebességét és ezáltal azt a távolságot, ahol a folyadék eléri a felszínt, több tényező is befolyásolja, mint például:

- a sérülés feletti folyadékmagasság,
- sérülés átmérője,
- sérülés alakja,
- folyadék fizikai tulajdonságai,
- külső tényezők (pl.: légnyomás, hőmérséklet).

Azonban minél több a befolyásoló tényező, annál nehezebbé válik annak a távolságnak egzakt módon történő meghatározása, ahol a kiáramló folyadék eléri a felszínt. Ezért a befolyásoló tényezők közül szükségessé vált azoknak a meghatározása, melyek iparbiztonsági szempontból elengedhetetlenek. Ezek alapján az alábbi tartályra vonatkozó alapadatok és kiáramlást befolyásoló tényezők kerültek meghatározásra a módszer inputjaiként:

- tartály magassága (H),
- tartály sugara (R),
- folyadék felszíne és a sérülés helye közötti távolság (h'),
- gravitációs gyorsulás (g),
- kiáramlási sebesség (v),
- sérülés és a tartály alapja közötti távolság (z'),
- kiáramlási távolság (x_T).

A módszerben a tartály magassága (H) megegyezik a tartályban lévő maximális folyadékszint magasságával. Mivel a gyakorlatban nem jellemző a 100%-os tartály töltöttség (pl.: biztonsági okokból kifolyólag), így a tartály magassága és a benne lévő maximális folyadékszint közötti térfogatkülönbségből adódó „túlméretezés” egyrészt biztonsági tartalékot, másrészt egy esetleges műszaki hiba esetén, a tartály túltöltése során többlet felfogótér kapacitást eredményez. A tartály sugara (R), mint bemeneti paraméter a tároló térfogatának kiszámításához szükséges.

Torricelli-tétele alapján a folyadék felszíne és a sérülés helye közötti távolság (h'), valamint a gravitációs gyorsulás (g) bemeneti paraméterek alapján kiszámítható a folyadék kiáramlási sebessége.

A kiáramlási távolság (x_T) a ferde hajítás egyenletével határozható meg. Az egyenlet szerint a test egészen addig süllyed, míg felszínre nem ér ($-90^\circ < \alpha < 0^\circ$ feltétel esetén). Mivel a testre hat a gravitáció, ezért az Y koordináta negatív, tehát a test mozgása során végig a kiindulási szint alatt marad. Abban az esetben, ha a test kiindulási pontja z' magasságban van, akkor a talajra érkezéskor $Y = -z'$. Így a (8) egyenlet írható fel.

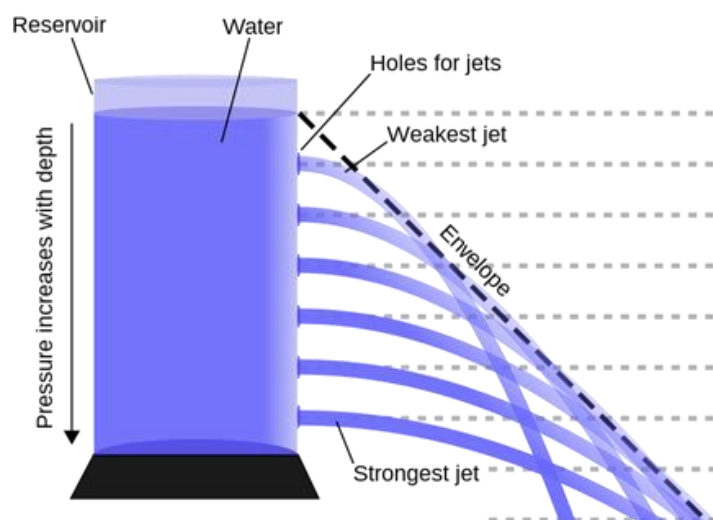
$$-z' = x_T * \operatorname{tg} \alpha - \frac{g}{2 \times v^2 \times \cos^2 \alpha} \times x_T^2 \quad (8)$$

Rendezve a (8) egyenletet (9) egyenletet kapjuk.

$$x_T = \frac{v \times \cos \alpha}{g} \left(v \times \sin \alpha + \sqrt{(v \times \sin \alpha)^2 + 2 \times g \times z'} \right) \quad (9)$$

A fenti összefüggéseket a tartályból kiáramló folyadék esetére alkalmazva, valamint feltételezve, hogy a kiáramlás iránya vízszintes ($\alpha = 0^\circ$), a (11) egyenletet kapjuk.

Az $x_{T\max}$ érték számítása tehát a Torricelli-tétel segítségével történik, mely szerint a kiáramlási sebesség a (10) képlettel számítható ki. A tétel szerint a folyadék magassága és a tartályból lyukon keresztül távozó folyadék sebessége között kapcsolat van. Eszerint minél nagyobb a folyadék felszíne és a lyuk közötti távolság, annál nagyobb a kiáramló folyadék sebessége. (22. ábra) [108-111]



22. ábra: Toricelli-tétel – kapcsolat a folyadéknyomás és a kiáramló folyadék sebessége között

Forrás: [108]

$$v = \sqrt{2 \times g \times h'} \quad (10)$$

ahol, g – a gravitációs gyorsulás (m/s^2),

h' – a folyadék felszíne és a sérülés helye közötti távolság (m) [113]

Ezt követően a kiáramlási távolság (x_T) a (11) képlet alapján, a sérülés és a tartály alapja közötti távolság (z') függvényében határozható meg.

$$x_T = \frac{v}{g} \times \sqrt{2 \times g \times z'} \quad (11)$$

Ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy ezen számítási módszer csak a kisméretű lyukak esetén alkalmazható, mely hidraulikai tétel szerint $\frac{h'}{10}$. [114]

A (10) és (11) képleteket alkalmazva valamennyi tartálymagasság esetén igaz, hogy x_T maximális értéke (x_{Tmax}) egyenlő a tartály magasságával (H), ezen állítás alátámasztását szolgálja a 7. táblázat.

7. táblázat: Példa (10) és (11) képletek alapján számított

kiáramlási távolságok alakulására

Forrás: saját szerkesztés

Folyadékoszlop magassága [m]	Tartály aljától mért sérülés-magasság [m]	Gravitációs gyorsulás [m/s]	Folyadék felszíne és a sérülés közötti távolság [m]	Kiáramlási sebesség [m/s]	Kiáramlási távolság [m]
4	3.5	9.81	0.50	3.13	2.65
4	3.0	9.81	1.00	4.43	3.46
4	2.5	9.81	1.50	5.42	3.87
4	2.0	9.81	2.00	6.26	4.00
4	1.5	9.81	2.50	7.00	3.87
4	1.0	9.81	3.00	7.67	3.46
4	0.5	9.81	3.50	8.29	2.65
3	2.5	9.81	0.50	3.13	2.24
3	2.0	9.81	1.00	4.43	2.83
3	1.5	9.81	1.50	5.42	3.00
3	1.0	9.81	2.00	6.26	2.83
3	0.5	9.81	2.50	7.00	2.24
2	1.5	9.81	0.50	3.13	1.73
2	1.0	9.81	1.00	4.43	2.00
2	0.5	9.81	1.50	5.42	1.73

A 7. táblázat szerinti példában feltételezésre került, hogy a tartály magassága megegyezik a feltüntetett folyadékoszlop magassággal (4, 3 és 2 m magas). Valamennyi folyadékoszlop magasságot illetően, a tartály aljától 0,5 méterenként került feltételezésre egy sérülés, amelyen keresztül a kiáramló folyadék sebessége (kiáramlási sebesség) meghatározásra került. A folyadékoszlop magassága és a tartály aljától mért sérülésmagasság különbsége adja a folyadék felszíne és a sérülés közötti távolságot. A (10) és (11). képletek értelmében a kiáramló folyadékokra hat a gravitációs erő, mely 9,81 m/s-mal lett figyelembe véve.

A számítások elvégzését követően láthatjuk, hogy a kiáramlási távolság ott lesz a legnagyobb, ahol a folyadék felszíne és a sérülés közötti távolság fele a folyadékoszlop/tartály magasságának. Valamint azt is látjuk, hogy a maximális kiáramlási távolság megegyezik a folyadékoszlop/ tartály magasságával.

Ezt követően az újonnan kifejlesztett méretezési módszer két összetevőre bontható. Az I. összetevő vonatkozásában a felfogótér falmagasságának (y) és a falnak a tartály palástjától mért távolságának (x) meghatározásához a $\frac{2}{3} : \frac{1}{3}$ -os arány került megállapításra. Ennek oka, hogy adott kiáramlási sebesség és gravitációs gyorsulás esetén a hajítás távolsága függ az α szögtől. A kiáramlási távolság (x_T) akkor lesz a legnagyobb, ha az $\alpha = 45^\circ$, mely a fentiekben írt aránnyal biztosítható.

Ugyanakkor a kiáramló folyadék keltette hullámverésből, illetve a felfogótér falának ütköző folyadéksugar szétterüléséből adódóan, az y -t meghatározó képletbe egy korrekciós faktor beépítésére volt szükség, melynek értéke 1,01 (dimenzió nélküli szám). Az x és y paraméterek meghatározásához szükséges képletek [(12) és (13)] ezután kerültek megállapításra.

$$x = \frac{1}{3} \times x_{Tmax} \quad (12)$$

$$y = \frac{2}{3} \times x_{Tmax} \times 1,01 \quad (13)$$

A metodikával kapcsolatban megállapított célok az újonnan kifejlesztett módszer II. összetevőjével biztosíthatók. Ezen összetevő esetében a felfogótér fala és a tartály palástja közötti távolságot (x) a tervező adja meg, amelyhez tartozó y paraméter a (14) képlet alapján számítható.

$$y = 0,35 \times x_{Tmax} + 0,60 \times (x_{Tmax} - x) \quad (14)$$

A (14) képlet 'B' és 'A' tagra bontható. A 'B' tag $[0,60 \times (x_{Tmax} - x)]$ a felfogótér falmagasságát adja meg a tervező által meghatározott x paraméter alapján. Az 'A' tag $[0,35 \times x_{Tmax}]$ pedig egy korrekciós faktor, mely a 'B' tag szerinti falmagasságot emeli a fentiekben meghatározott célokat kielégítő biztonsági szintre.

A méretezéshez szükséges bemeneti adatok, valamint a felfogótér paramétereinek meghatározására szolgáló képletek megállapítását követő lépés a módszer kísérleti úton történő tesztelése. Az 1. kísérlet kiindulásaként meghatároztam a vizsgálat alapadatait, majd az új méretezési módszer I. és II. összetevője alapján megállapítottam az x és y felfogótér paramétereit. Ezen adatokat a 6. melléklet tartalmazza.

A kísérlethez egy KGEM 200/1M tokos csatornacsövet vettem alapul, melyet a külső oldalán egy 100 cm-es mércével láttam el. A cső aljától (melyet zárókupakkal és vízzáró kötéssel láttam el) felmértem 100 cm-t, ahol egy vízszintes irányú bevágással alakítottam ki a túlfolyót (h_0 szint). A túlfolyó szerepe, hogy minden egyes kifolyási vizsgálatot követően, a csőben az utántöltések után pontosan 100 cm legyen a folyadékmagasság. (23. ábra)



23. ábra: A kísérlethez készített cső és a túlfolyó

Forrás: saját fénykép

A h_0 -tól (tehát a túlfolyótól) lefelé h_8 -ig, 10 cm-enként alakítottam ki a tartálysérülést reprezentáló lyukakat 5, 10, 15 és 20 mm-es átmérővel. Ezt szemlélteti a 24. ábra. Azonban a módszer által meghatározott felfogótér paraméterek miatt csak a h_0 - h_4 -ig terjedő szakasz vizsgálatára volt szükség, így a h_5 - h_9 -ig terjedő szakaszt a kísérlet egészére, tartósan elzártam.



24. ábra: A kísérlethez készített cső a mércével és a sérülést reprezentáló lyukak

Forrás: saját fénykép

A kísérlet elkezdése előtt mindegyik sérülést (h_1 - h_4 -ig) elzártam, majd h_0 szintig vízzel megtöltöttem a csövet. Az újonnan kifejlesztett módszerrel számított y -ok alapján készítettem el a felfogótér falát reprezentáló „akadályokat”, amelyekhez tartozó x -eket mérőlécs segítségével mértem ki. Ezt követően az OPT, X_0.1, X_0.2, X_0.4 és X_0.6-os vizsgálatokhoz tartozó paraméterekkel, h_1 - h_4 szintekig valamennyi „sérülés” átmérő esetén elvégeztem a kiáramlási vizsgálatot. A fenti azonosítókban az „OPT” a módszer I. összetevője alapján számított x és y paramétereket, az „X_” pedig a módszer II. összetevője alapján, adott x esetén számított y értékeket jelöli. Ennek egy adott fázisát szemlélteti a 25. ábra.



25. ábra: Az 1. kísérlet egy adott vizsgálati fázisa

Forrás: saját fénykép

Minden egyes kiáramlási vizsgálatot követően visszatöltöttem a csövet h_0 szintig. Az 1. kísérlet eredményeit a 6. melléklet tartalmazza.

A 6. melléklet alapján, az 1. kísérlet során levont következtetések a következők:

- Az I. összetevő szerinti x és y paramétereknél az 5 és 15 mm-es lyukátmérők esetében a kiáramló folyadék h_2 szinten kis ideig átfrocskölődött a falon. Emiatt indokolt az y számítási képletét módosítani, így az új korrekciós faktor 1,05.
- A II. összetevő szerinti $y = 0,89$ -es falmagasság a 15 és 20 mm-es lyukátmérő esetén megfelelőnek bizonyult, azonban a kifolyó víz a fal belső peremének ütközött. Így rövid ideig a kiáramló víz egy része átfrocskölődött a falon, emiatt indokolt az y számítási képletét módosítani, így a 'B' tagban az új szorzó 0,62.

A 2. kísérletet az I. és II. összetevő vonatkozásában, már a módosított y paramétert adó képletekkel végeztem. Az I. összetevő esetében a módosított képlet a (15), a II. összetevő esetében pedig (16).

$$y = \frac{2}{3} \times x_{Tmax} \times 1,05 \quad (15)$$

$$y = 0,35 \times x_{Tmax} + 0,62 \times (x_{Tmax} - x) \quad (16)$$

A 2. kísérlet tehát csak az y paraméter meghatározásában tér el az 1. kísérlet során alkalmazottaktól. A 2. kísérlet alapadatait, valamint az eredményeket a 7. melléklet tartalmazza, mely alapján elmondható, hogy az újonnan kifejlesztett méretezési módszer mindkét összetevője szerint meghatározott felfogótér paraméterek alapján biztosítható a kitűzött célok elérése.

A 3. kísérlet során a 2. kísérlet megismétlését végeztem el, tehát annak minden pontjával megegyezik. A kísérlet bemenő paramétereit, valamint az eredményeket a 8. melléklet tartalmazza, mely alapján megállapítható, hogy a 3. kísérlet eredményei a 2. kísérlet során tapasztaltakat tükrözik. Így az újonnan kifejlesztett méretezési módszer megfelelése megerősítésre került.

2.4.4. Az új méretezési módszer elemzése

Az újonnan kifejlesztett méretezési módszer I. összetevőjével a felfogótér optimális x és y paraméterekre lehet tervezni. Az optimális ebben az esetben azt jelenti, hogy a tartály magasságához (H) viszonyítva meghatározásra kerül a folyadéknak az a maximális kiáramlási távolsága (x_{Tmax}), melyet alapul véve kiszámítható az a minimális felfogótér falmagasság (y) és távolság (x), melyekkel biztosítható a szükséges térfogat és a falon történő átfolyás kockázatának kizárása. A (12) és (15) képleteket alkalmazva a felfogótér falának magassága 10,5 m, valamint a tartály fala és a felfogótér fala közötti távolság 5,0 m. A tartály térfogata az (5) képlet szerint 2307,9 m³ és a módszer első összetevője alapján a (6) képlettel számított felfogótér térfogata 6048,0 m³. Tehát az így meghatározott felfogótér kapacitása nagyobb, mint a benne lévő tartály térfogatának 110%-a, ezért az megfelel.

A módszer II. összetevőjével adott tartályfal és felfogótérfal közötti távolsághoz (x) számítható ki a felfogótér falának minimális magassága. Tehát ezen esetben a tervező határozza meg az x értékét, amelyhez a (16) képlet adja meg a szükséges y értéket. A (16) képlet alapján számított felfogótér falának magassága 13,3 m. A tartály térfogata az (5) képlet szerint 2307,8 m³ és a módszer II. összetevője alapján a (6) képlettel számított felfogótér térfogata 4312,4 m³. Tehát az így meghatározott felfogótér kapacitása nagyobb, mint a benne lévő tartály térfogatának 110%-a, ezért az megfelel.

2.4.5. Az SPCC, HSNOCOP 47 és az új méretezési módszer értékelése

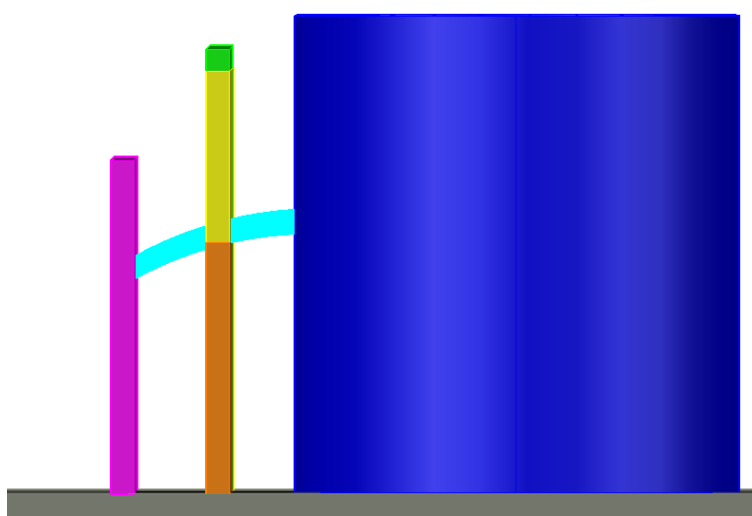
Az SPCC, a HSNOCOP 47 és az újonnan kifejlesztett méretezési módszerek által számított értékek összefoglalása a 8. táblázatban látható. A tartályra vonatkozó paramétereket a 6. táblázat tartalmazza, melyek alapján a tartály térfogata 2307,9 m³.

8. táblázat: Az egyes méretezési módszerek alapján számított paraméterek

Forrás: saját szerkesztés

Módszer	Paraméter	Jelölés	Egység
SPCC	tartálytól való távolság	x	2,0 m
	felfogótér falának magassága	y	7,9 m
	felfogótér térfogata	V_f	2559,6 m ³
HSNOCOP 47	tartálytól való távolság	x	2,0 m
	felfogótér falának magassága	y	14,0 m
	felfogótér térfogata	V_f	4536,0 m ³
Új módszer – I. összetevő	tartálytól való távolság	x	5,0 m
	felfogótér falának magassága	y	10,5 m
	felfogótér térfogata	V_f	6048,0 m ³
Új módszer – II. összetevő	tartálytól való távolság	x	2,0 m
	felfogótér falának magassága	y	13,3 m
	felfogótér térfogata	V_f	4312,4 m ³

A 6. és a 8. táblázat paramétereire alapján ábrázolt tartály, továbbá az egyes módszerekhez tartozó felfogótér paraméterekkel ábrázolt falakat szemlélteti a 26. ábra. Narancssárga szín jelöli az SPCC, zöld a HSNOCOP 47, pink az új módszer I. összetevője, citromsárga pedig az új módszer II. összetevője szerint meghatározott felfogótér falakat.



26. ábra: A tartály és az egyes módszerekhez tartozó felfogótér falainak ábrázolása

Forrás: saját szerkesztés

A 8. táblázat és a 26. ábra alapján megállapítható eredmények a három részletesebben vizsgált módszer vonatkozásában a következők:

1. Az SPCC útmutató alapján méretezett felfogótér megfelel a 110%-os szabálynak, azonban mégsem tudja maradéktalanul betölteni a funkcióját. Ennek oka, hogy a kiszámított x és y paraméterek mellett, y -nál nagyobb sérülésmagasságok esetén előfordulhat, hogy a tartályból kiáramló folyadék átbukik a felfogótér fala felett.
2. A HSNOCOP 47 alapján méretezett felfogótér mind a 110%-os szabály, mind a kiáramló folyadék fal feletti átbukási kockázatának kizárása tekintetében megfelel. Azonban az ezen módszerrel meghatározott y a szükségesnél magasabbnak tekinthető.
3. Az új módszer mindkét összetevője esetében elmondható, hogy mind a 110%-os szabály, mind a kiáramló folyadék fal feletti átbukási kockázatának kizárása tekintetében megfelelnek.

2.4.6. Az új méretezési módszer vizsgálata következményelemző szoftverrel

A disszertáció korábbi fejezeteiben már volt utalás arra vonatkozóan, hogy a felfogótér mérete milyen hatással lehet egy esetlegesen bekövetkező káresemény során a veszélyességi zónák alakulására. Ezen hatás modellezéssel vizsgálható, melyhez napjainkban már több szoftver is rendelkezésre áll.

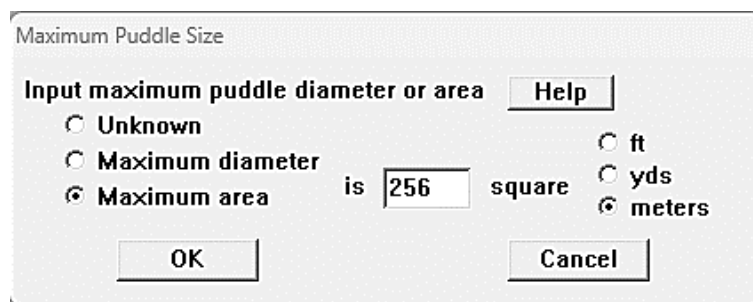
A kutatás során alkalmazott program az ALOHA 5.4.7 következményelemző szoftver, mely egy a gyakorlatban elterjedten használt kibocsátás, terjedés, tűz- és toxikus hatások modellezésére alkalmas program. A CAMEO szoftvercsomagot (melynek része az ALOHA) az *US EPA Office of Emergency Management* és a *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Emergency Response Division* szakemberei 1988 óta közösen fejlesztik. A szoftvercsomag 5 programból áll, melyek egyben, illetve külön-külön is használhatók. Az ALOHA (*Areal Locations of Hazardous Atmospheres*) alapján meghatározhatók a veszélyes anyagok kibocsátásával kapcsolatos fenyegetési zónák (pl.: hőszugárzási zóna, mérgező gázfelhő). [115]

A modellezés során a 2307,9 m³-es tartályban tárolt anyagnak egy tűzveszélyes folyadék került kiválasztásra, így a hatásterület komplexen elemezhető. Tehát a hatásterület nem csak a keletkező tócsa felülete lesz, hanem az esetlegesen kialakuló tócsatűz által okozott hőszugárzás révén behatárolt terület is. A választott veszélyes folyadék a mindennapokban igen nagy mennyiségben felhasznált és tárolt szerves oldószer, az aceton. Ezen anyag szintelen,

édeskés szagú, normál környezeti körülmények között folyékony halmazállapotú. Olvadáspontja körülbelül -95°C , míg forráspontja körülbelül 56°C , lobbanáspontja pedig -17°C . Az aceton fokozottan tűzveszélyes (H225) anyag, mely emellett súlyos szemirritációt (H319) és álmoságot vagy szédülést (H336) okozhat. [116] Mivel a modellezés célját tekintve a meteorológiai adatok és a felületi érdesség indifferensnek tekinthetők, így a szimuláció $1,5\text{ m/s}$ szélességgel, „F” Pasquali-féle stabilitási indexszel és 10°C átlagos környezeti hőmérséklettel került lefuttatásra. A szimulációban feltételezett esemény szerint egy 15 m magas, 14 m átmérőjű, teljesen töltött állapotban lévő szimplafalú tartályon, annak aljától mért 7 m magasságban, egy $0,8\text{ m}$ átmérőjű, kör alakú sérülés keletkezett. Ez alapján a sérülés feletti tárolótérnek megfelelő térfogatú veszélyes folyadék kerül a „szabadba”. A modellezés során az alábbi eseménysorok szimulációja történt meg:

1. eseménysor: a tartály 256 m^2 alapterületű felfogótér közepén van.
2. eseménysor: a tartály 324 m^2 alapterületű felfogótér közepén van.
3. eseménysor: a tartály 400 m^2 alapterületű felfogótér közepén van.

A program „tócsatűz” során csak a maximális tócsa átmérőjével, vagy ha van védelmi zár (pl. felfogótér), akkor annak területével korlátozza az égéshez tartozó hőszugárzási zónákat. Tehát a felfogótér falmagassága nem vihető be a modellbe, melyet a 27. ábra szemléltet.

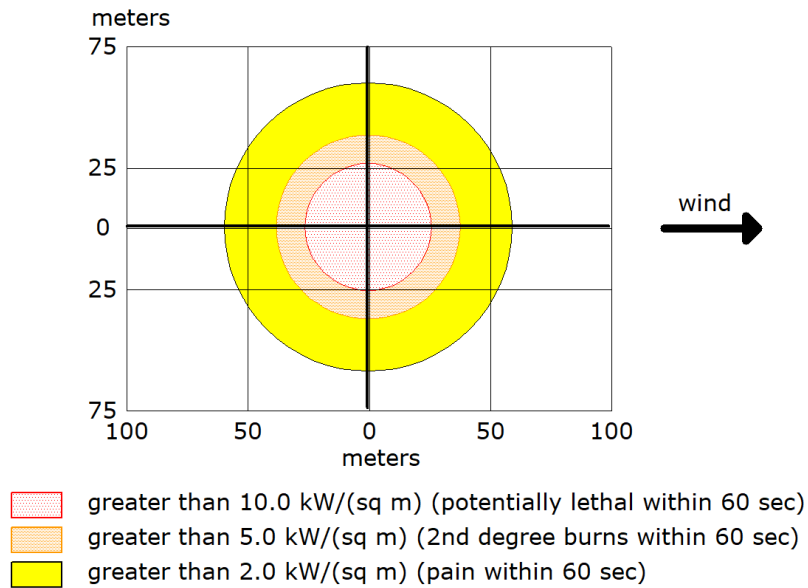


27. ábra: Maximum tócsaméretre vonatkozó beállítási ablak

Forrás: ALOHA 5.4.7 program alapján saját szerkesztés

2.4.7. A következményelemző szoftverrel végzett vizsgálat eredményeinek értékelése

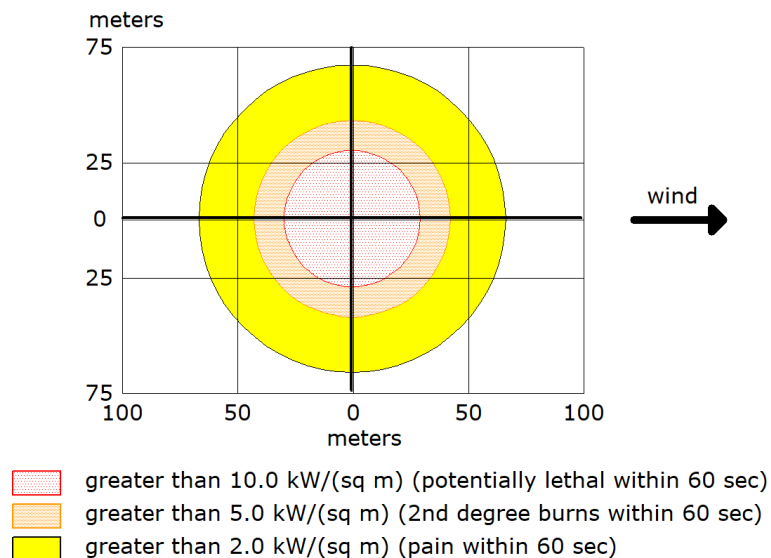
A 2.4.6. fejezetben ismertetett szimuláció során az 1. eseménysorhoz tartozó hőszugárzási zónák alakulását a 28. ábra szemlélteti. Jól látható, hogy a 256 m^2 alapterületű felfogótér esetén a potenciálisan halálozással járó hőszugárzás hozzávetőlegesen 25 m sugarú, a másodfokú égési sérülést okozó hőszugárzás nagyságrendileg 37 m sugarú zónában jelentkezik. A még sérüléssel járó hőszugárzáshoz tartozó zóna sugara pedig körülbelül 60 m .



28. ábra: 1. eseménysor – a hőszugárzási zónák alakulása

Forrás: ALOHA 5.4.7 program alapján saját szerkesztés

A 2. eseménysorhoz tartozó hőszugárzási zónák alakulását a 29. ábra szemlélteti. A 324 m² alapterületű felfogótér esetén a potenciálisan halálozással járó hőszugárzás hozzávetőlegesen 28 m sugarú, a másodfokú égési sérülést okozó hőszugárzás nagyságrendileg 40 m sugarú zónában jelentkezik. A még sérüléssel járó hőszugárzáshoz tartozó zóna sugara pedig körülbelül 65 m.

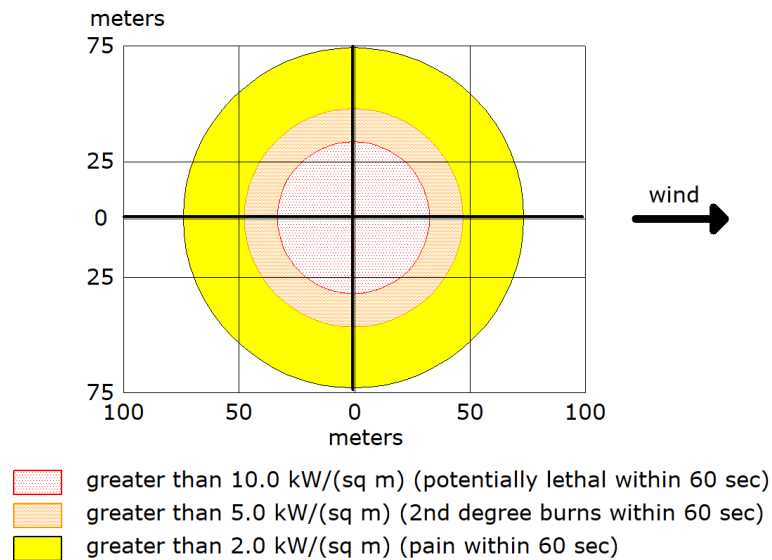


29. ábra: 2. eseménysor – a hőszugárzási zónák alakulása

Forrás: ALOHA 5.4.7 program alapján saját szerkesztés

A 3. eseménysorhoz tartozó hőszugárzási zónák alakulását a 30. ábra szemlélteti. A 400 m² alapterületű felfogótér esetén a potenciálisan halálozással járó hőszugárzás hozzávetőlegesen

30 m sugarú, a másodfokú égési sérülést okozó hőszugárzás nagyságrendileg 48 m sugarú zónában jelentkezik. A még sérüléssel járó hőszugárzáshoz tartozó zóna sugara pedig körülbelül 75 m.



30. ábra: 3. eseménysor - a hőszugárzási zónák alakulása

Forrás: ALOHA 5.4.7 program alapján saját szerkesztés

2.5. Összegzés és részkövetkeztetések a 2. fejezethez

A 2.4.5. részben bemutatásra kerültek az egyes méretezési módszerekkel számított felfogótér paraméterek (8. táblázat). Mindegyik módszer esetében elmondható, hogy a gyakorlatban általánosan elfogadott és alkalmazott „110%-os szabálynak” megfelelő felfogótér tervezését teszik lehetővé.

Azonos x esetén a legkisebb falmagasságú ($y = 7,9$ m) és térfogatú ($V_f = 2559,6$ m³), ezáltal a tartály kapacitásához leginkább igazodó felfogóteret az SPCC adta. Alapesetben ez üzemeltetői és hatósági szempontból is elfogadható, hiszen a kisebb felfogótér alacsonyabb építési költséget jelent, így a helytakarékoság mellett költségtakarékos is. Valamint az alacsonynak mondható falmagasság mellett az esetleges kárelhárítási munkálatok is könnyen elvégezhetők. Ugyanakkor a módszer hátránya, hogy nem veszi figyelembe a tartálysérülés esetén kiáramló folyadéknak a felfogótér falán való átbukásának kockázatát. Egy ilyen esetben korlátlan felületű „tócsa” alakulhat ki, amely környezet-, humán- és létesítmény biztonsági problémák forrása lehet. Ezen problémák közé tartozik például a veszélyes anyag talajba történő beszivárgása, a hőszugárzás okozta emberi és szerkezeti sérülések, valamint toxikus anyag esetén annak párolgása révén kiváltott mérgezés.

A HSNOCOP 47 útmutató alapján tervezett felfogótér falmagassága (y) 14 m, az ehhez tartozó térfogat (V_f) pedig $4536,0 \text{ m}^3$. Egy esetleges tartálysérülés esetén kiáramló folyadék a felfogótéren belül maradna, tehát korlátolt felületű „tócsa” alakulna ki. Ugyanakkor a módszernek a biztonság mellett hátránya is van, mivel ez a falmagasság többletköltséget jelent az építésnél, illetve az esetlegesen kialakuló káresemény során az elhárítási munkálatok elvégzését is nehezítheti. Azonban meg kell említeni, hogy korlátolt „tócsafelület” révén az SPCC-hez viszonyítva jelentősen kisebb hőszugárzási zónák alakulhatnak ki, bár ezek tartósabban maradnak fenn.

Az újonnan kifejlesztett módszer I. összetevője esetén a felfogótér falmagassága (y) 10,5 m, a tartályfal és a felfogótér fala közötti távolság (x) 5 m, a hozzá tartozó térfogat (V_f) pedig $6048,0 \text{ m}^3$. A módszer ezen összetevője az optimális felfogótér paraméterek meghatározására irányul és látható, hogy a HSNOCOP 47-hez képest lényegesen alacsonyabb y értéket ad. Ugyanakkor ezt a csökkenést az x érték növelésével éri el, amely nagyobb területelvonást okoz az üzem összterületéből. Valamint a nagyobb területigény negatívan hat az előírások által meghatározott biztonsági távolságokra is. Ebben az esetben a HSNOCOP 47-hez képest nagyobb hőszugárzási zónák alakulnak ki, azonban ezek tartóssága elmarad attól. Itt tehát üzemeltetői oldalról mérlegelni kell, hogy az optimális felfogótér paraméterek nyújtanak-e annyi előnyt, amely kellőképpen ellensúlyozza a nagyobb területigény okozta hátrányt.

A módszer II. összetevője 13,3 m-es felfogótér falmagasságot (y) és $4312,4 \text{ m}^3$ térfogatot (V_f) adott. Tehát azonos x -et véve ezen összetevő olyan y -t ad, amely az SPCC-nél magasabb, a HSNOCOP 47-nél pedig alacsonyabb, viszont a tartálysérülés esetén kiáramló folyadék még a felfogótéren belül marad. Ezen állítás laboratóriumi kísérlet alapján igazolható, mely a 2.4.3. fejezetben került ismertetésre. A módszer ezen összetevője esetén a HSNOCOP 47-tel megegyező tócsafelület és tartósság alakul ki.

Ezek alapján megállapítható, hogy üzemeltetői és hatósági szempontból megfelelőnek tekinthető a módszer, mivel az SPCC alapján meghatározott paraméterekkel bíró felfogótérnél biztonságosabb, a HSNOCOP 47 szerint tervezett felfogótérnél pedig költséghatékonyabb (0,7 méterrel kisebb falmagasság, így alacsonyabb építési költség). Illetve az esetleges kárelhárítási munkálatok némileg egyszerűbben végezhetők el a II. összetevő alapján méretezett felfogótér esetén.

Az új módszer (valamint a disszertációban bemutatott többi módszer) korlátai a következők:

- nem veszi figyelembe a tartálysérülés alakját,
- nem veszi figyelembe a tartálysérülés méretét,

- nem veszi figyelembe a tartálysérülés irányát,
- nem veszi figyelembe a tárolt folyadék fizikai tulajdonságait.

A tartálysérülés jellemzői és a tárolt folyadék tulajdonságai (pl.: sűrűség, kinematikus viszkozitás) hatással vannak arra, hogy a folyadék milyen sebességgel hagyja el a tartályt, illetve hogy milyen távolságban ér felszínre. Ebből következik, hogy ha például egy magasabb kinematikus viszkozitású folyadék van a tartályban, akkor tartálysérülés esetén a folyadék kiáramlási sebessége és távolsága kisebb lehet, illetve ennek ellentettje igaz alacsonyabb kinematikus viszkozitás esetén. Tehát ilyen esetben lehetőség van a felfogótér falmagasságának csökkentésére, illetve szükségessé válhat a növelése. Ezen okból kifolyólag a (15) és (16) képletekbe egy korrekciós faktor beépítése további kutatás tárgyát képezi.

A 2.4.6. fejezetben ismertetett szimuláció és annak a 2.4.7. fejezetben bemutatott eredményei alapján megállapítható, hogy a felfogótér területének nagysága jelentős mértékben befolyásolja a veszélyességi zónák alakulását. A modellezés eredményeit a 9. táblázat foglalja össze.

9. táblázat: A szimulált eseménysorok eredményei

Forrás: saját szerkesztés

Eseménysor	Hősugárzási veszélyességi zónák		
	> 10,0 kW/ (sq m)	> 5,0 kW/ (sq m)	> 2,0 kW/ (sq m)
1. eseménysor	25	37	60
2. eseménysor	28	40	65
3. eseménysor	30	48	75

A 9. táblázat alapján elmondható, hogy a 2. eseménysor hősugárzási zónái valamennyi küszöbérték vonatkozásában nagyobbak, mint az 1. eseménysor zónái. Továbbá a 3. eseménysor hősugárzási zónái valamennyi küszöbérték tekintetében nagyobbak, mint a 2. eseménysor zónái. Ebből következik, hogy a nagyobb felfogóterek kiterjedtebb hősugárzási zónákat eredményeznek, mely a biztonsági távolságok növelését teszik szükségessé.

Az ALOHA 5.4.7 program esetében a modellező adja meg, hogy a keletkező „tócsa” korlátolt, vagy korlátlan felületű. Ebből következik, hogy a modellező felelősségi körébe tartozik a kiáramló veszélyes folyadék felfogótér falán történő átbukási lehetőségének megítélése. Ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy a felfogótér falmagasságának modellbe történő bevitelére nincs lehetőség, ezáltal a veszélyességi zónák tartóssága és a „tócsák”

korlátossága egyértelműen nem határozható meg. Az új módszer II. összetevője alapján az 1. eseménysor esetén 13,93 m, a 2. eseménysor esetén 13,31 m, a 3. eseménysor esetén pedig 12,69 m felfogótér falmagasság (y) biztosítaná a szükséges kapacitást, valamint az átbukás elleni biztonságot.

A fentiek alapján a 2. fejezethez levonható részkövetkeztetések az alábbi pontokban foglalhatók össze:

1. A vonatkozó szakirodalomban számos felfogótér méretezési módszer lelhető fel, melyek jellemzően a „110%-os szabályra” épülnek. Ugyanakkor ezen módszerek többsége nem veszi figyelembe az esetleges káresemény során a kiáramló veszélyes folyadéknek a felfogótér falán történő átfolyási kockázatát. Így egy ilyen esemény során a nem megfelelően méretezett felfogótér nem tudja maradéktalanul betölteni a funkcióját.
2. Az újonnan kifejlesztett módszer I. összetevője az optimális felfogótér méretezésére irányul. Ezen összetevővel biztosítható az a minimális falmagasság, amely esetén a felfogótér megfelel a „110%-os szabálynak”, valamint a sérülés során kiáramló folyadék átfolyási kockázata is kizárható.
3. Az újonnan kifejlesztett módszer II. összetevője a tartály fala és a felfogótér fala közötti adott távolság esetén adja meg azt a minimális falmagasságot, amellyel biztosítható a „110%-os szabálynak” való megfelelés, és a kiáramló folyadék falon történő átfolyásának kizárása.
4. A megfelelően méretezett felfogótér biztosítja, hogy tartálysérülés/szivárgás esetén korlátozott felületű „tócsa” alakuljon ki. A korlátozott tócsafelület kisebb veszélyességi zónákat eredményez, ezáltal a biztonsági távolságok is kisebbek lehetnek. Ezért javasolt a következményelemző szoftvereknek az újonnan kifejlesztett módszer II. összetevője alapján számított paraméterekkel történő kiegészítése.

3. A FELFOGÓTEREK BIZTONSÁGOS ÜZEMELTETÉSÉHEZ KAPCSOLÓDÓ KARBANTARTÁSI- ÉS ANYAGHASZNÁLATI AJÁNLÁSOK FEJLESZTÉSE

Ahogy az már a „Releváns szakirodalom áttekintése” részben bemutatásra került, a világon számos veszélyes anyaggal foglalkozó üzem létesült, melyek bővülésével (a megnövekedett alapanyagszükséglet és a kémiai anyagok körének bővülése miatt), valamint újak létesítésével a jövőben is számolni kell. Ezen üzemek és létesítményeik vonatkozásában (az acél mellett) igen nagy mennyiségben alkalmaznak beton- és vasbetonszerkezeteket. A betonkeverékeknek és azok felhasználásával készült szerkezeteknek számos minőségbiztosítási és biztonsági kritériumnak, valamint vizsgálatnak kell megfelelniük a tervezés, gyártás és kivitelezés során.

Ugyanakkor megállapítható, hogy a betontechnológiai folyamatok összetettségéből adódóan, tevékenysége során megannyi kockázati tényezővel kell a tervezőnek, a kivitelezőnek, a megbízónak, illetve a hatóságnak kalkulálnia. Ezen kockázati tényezőket súlyosbíthatja az elmúlt években tapasztalt meteorológiai anomáliák, illetve azok szélsőségsége. Ennek oka, hogy az időjárás rövid időintervallumon belüli radikális változása a betonszerkezeteket fokozottan igénybe veheti, ezáltal azok további külső hatásokkal szembeni ellenállási képessége csökkenhet. Ezen gondolatmenet alapján levonható következtetés, hogy a technológia rohamos fejlődése révén elavulttá váló technológiai elemekre épülő szabványoknak a felülvizsgálata, valamint az új technológiai elemekkel kapcsolatos ajánlások megfogalmazása és rendszerezése szükségszerűvé vált. [117]

A veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek (vas)beton szerkezetei, és ezáltal a vasbeton felfogóterei olyan irreverzibilis hatásoknak lehetnek kitéve, melyek azok károsodását, esetlegesen rövid távon jelentkező tönkremenetelét okozhatják. Így a szerkezetek állékonyságának és ellenállóképességének csökkenésével veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek valósulhatnak meg. Ezen balesetek eredményeként pedig természeti, épített környezeti és humán-egészségügyi lokális és permanens károsodás következhet be.

A veszélyes anyagokkal kapcsolatos tevékenységekre és azok tárolására szigorú jogszabályok és előírások vonatkoznak, melyeket többek között a Kat. [16], a 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet [18], a 234/2011. (XI. 10.) Korm. rendelet [17], a 216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet [33] és az 1/2016. (I. 5.) NGM rendelet [32] rögzít. Ezen jogszabályok alapján elmondható, hogy a veszélyes anyagok és azon belül a folyadékok tárolása alapvetően tárolótartályokban történik, melyeket jellemzően felfogótérben helyeznek el. Annak érdekében,

hogy az üzemi felfogóterek a szükséges mértékben el tudják látni funkciójukat (tartálysérülés esetén a szivárgó/kiáramló veszélyes folyadék visszatartása, továbbá a kármentesítési munkálatok elvégzésének befejeztéig a visszatartott veszélyes folyadék ideiglenes tárolása), azoknak a megfelelő szintű tervezése, kivitelezése, üzemeltetése, ellenőrzése és karbantartása szükséges.

3.1. Az üzemi felfogóterek csoportosítási lehetőségeinek elemzése

Az ipari gyakorlatban a veszélyes folyadékok tárolására különböző alapanyagú, méretű, alakú és elhelyezésű tartályokat alkalmaznak, mely a felfogóterekre is igaz. Az alábbiakban ezek összefoglalására, alkalmazási lehetőségeinek bemutatására, valamint az egyes típusokkal kapcsolatos előnyök és hátrányok ismertetésére kerül sor. [118-120]

3.1.1. A főbb csoportosítási módok bemutatása

Az iparban alkalmazott felfogóterek típusai számos jellemző alapján különböztethetők meg, melyeknek egy lehetséges csoportosítási módját a 10-12. táblázatok foglalják össze.

Az alapanyag megválasztása hatással van a felfogótér tartósságára és a külső hatásokkal (pl.: vegyszerrel, korrózióval, kopással, fagyással) szembeni ellenállóságára.

10. táblázat: Iparban alkalmazott felfogóterek alapanyag szerinti lehetséges csoportosítási módja

Forrás: saját szerkesztés

ALAPANYAG	fém	acél	nagy teherbírású és tartós, azonban nehéz és korrózióvédelem lehet szükséges
		alumínium	könnyű, jól megmunkálható, az acélnál korrózióállóbb, azonban kevésbé teherbíró
		rozsdamentes acél	nagy teherbírású és tartós, korrózióálló, azonban igen költséges
	műanyag	polipropilén (PP)	jó vegyszerállóságú, könnyű, rugalmas és olcsó, azonban kevésbé teherbíró és tartós
		polietilén (PE)	igen ellenálló a vegyi anyagokkal szemben, könnyű és olcsó, azonban kevésbé teherbíró és tartós
		poli(vinil-klorid) PVC	vegyszerálló, könnyű és olcsó, azonban kevésbé teherbíró és tartós
	beton	vasbeton	nagy teherbírású és tartós, azonban igen nehéz, kevésbé rugalmas és nagyobb a helyigénye

A méret és alak jelentős mértékben határozzák meg a telepítési lehetőségeket és a kapacitást.

11. táblázat: Iparban alkalmazott felfogóterek méret és alak szerinti lehetséges csoportosítási módja

Forrás: saját szerkesztés

MÉRET	kis méretű	általában olyan kisebb gépeknél, berendezéseknél és kisebb kiserelésű veszélyes anyagoknál használják, ahol kisebb mennyiségű veszélyes/szennyező anyag felfogására van szükség
	közepes méretű	általában olyan közepes méretű gépeknél, berendezéseknél és vegyianyag-tárolóknál használják, ahol közepes mennyiségű veszélyes/szennyező anyag felfogására van szükség
	nagy méretű	általában olyan nagyipari berendezéseknél, tárolótartályoknál, tároló-létesítményeknél alkalmazzák, ahol nagy mennyiségű veszélyes/szennyező anyag felfogására van szükség
ALAK	téglalap	az egyik leggyakrabban használt alak, mivel könnyen illeszthető különböző berendezések alá
	kör	jellemzően tartályok, hordók alatt alkalmazzák, mivel azok formájához jól illeszkedik és jó helykihasználás jellemzi
	négyszögletes	szintén gyakran használt alak, mivel könnyen illeszthető különböző berendezések alá és jó helykihasználás jellemzi
	speciális	egyedi igények szerint tervezik, melyet az egyedi gépek, berendezések, illetve a rendelkezésre álló terület tesznek szükségessé

Az elhelyezés főként azt határozza meg, hogy a felfogótér milyen szinten integrálható a már meglévő, illetve az újonnan kialakítandó infrastruktúrába, illetve munkafolyamatokba.

12. táblázat: Iparban alkalmazott felfogóterek elhelyezés szerinti lehetséges csoportosítási módja

Forrás: saját szerkesztés

ELHELYEZÉS	helyhez kötött	állandó jelleggel vannak elhelyezve
	mobil	kerekekkel, emelőpontokkal vannak ellátva a könnyű áthelyezés érdekében
	időszakos	csak alkalmanként kerülnek használatra, pl.: karbantartás idejére
	integrált	adott gép, berendezés, tároló-létesítmény részét képezik, így annak szerkezeti elemeivel vannak kialakítva
	felszínre helyezett	nagyobb felfogóterek esetén, melyek a felszínre kerülnek elhelyezésre és nagy mennyiségű anyagot képesek visszatartani, tárolni
	emelt platformra helyezett	olyan felfogóterek esetén előnyös, ahol a gravitációs ürítés előnyt jelent, ekkor platformra kerülnek elhelyezésre, mely által ki vannak emelve a felszín síkjából
	süllyesztett	olyan felfogóterek esetén előnyös, ahol kisebb tér áll rendelkezésre, ekkor részben, vagy egészben a felszín síkja alá kerül elhelyezésre

Tehát az ipar különböző területein a fenti jellemzők segítenek meghatározni azon felfogótér főbb tulajdonságait, melyek biztosítják a tárolótartály, tároló-létesítmény hatékony és biztonságos üzemeltetését.

3.1.2. A felfogótérek alkalmazási lehetőségeinek bemutatása

A felfogótér tervezése során a megfogalmazott céloknak, illetve az üzemeltetői és a hatósági oldalról elvárt műszaki biztonsági követelményeknek való megfelelés érdekében, a felfogótér típusának meghatározásánál az alábbi segítő kérdések megválaszolása javasolt:

- Milyen fizikai és kémiai tulajdonságokkal rendelkező folyadék tárolására kerül sor a tartályban, tároló-létesítményben?
- Milyen mennyiségű folyadék tárolására kerül sor a tartályban, tároló-létesítményben?
- Mekkora tér áll rendelkezésre a felfogótér elhelyezésére vonatkozóan?
- Vannak-e külső, belső korlátozó, illetve befolyásoló tényezők a felfogótérre vonatkozóan?
- Milyen szinten integrálható a felfogótér a már meglévő, illetve az újonnan kialakítandó infrastruktúrába, illetve munkafolyamatokba?
- Az üzemeltető, tervező, illetve hatóság által megfogalmazott szempontok és követelmények szerint milyen típusú felfogótér kialakítása indokolt: helyhez kötött/mobil, illetve időszakos/integrált?

A műanyag felfogótérek, kármentő tálcák (31. ábra) leggyakrabban kis, ritkábban közepes méretűek. Alakjukat tekintve a téglalap és a kör tekinthető a legelterjedtebbnek, azonban a műanyag jó formálhatósága miatt a speciális alak is könnyen kivitelezhető. Ezen típusok jellemzően mobil kialakításúak, emiatt az időszakos elhelyezés dominál, ugyanakkor integrált is lehet. A felszínhez viszonyított elhelyezését tekintve leggyakoribb a felszínen és platformon történő elhelyezése, azonban a süllyesztett kivitel is fellelhető.



31. ábra: Példa műanyag felfogótérre

Forrás: [120]

A fém felfogóterek (32. ábra: kármentő tálcák és 33. ábra: védőgyűrűs felfogóterek) a fizikai hatásokkal szembeni kiemelkedő ellenállóképességük és tartósságuk miatt kis, közepes és nagy méretben is széleskörben alkalmazott típusok. Kis és közepes méret esetén jellemzően téglalap és négyzet alakúak, nagy méret esetén azonban (jó helykihasználási tulajdonsága miatt) a kör forma tekinthető a legelterjedtebbnek. A kis és közepes méretű kármentő tálcák jellemzően mobil kialakításúak, így az időszakos használat dominál.



32. ábra: Példa fém felfogótérre (kármentő tálcá)

Forrás: [120]

Míg a nagy méretű védőgyűrűs felfogóterek helyhez kötöttek, tehát azoknál az integrált kialakítás jellemző.



33. ábra: Példa fém felfogótérre (védőgyűrűs felfogótér)

Forrás: [121]

A felszínhez viszonyított elhelyezésüket tekintve túlnyomó többségben a felszínen és platformon történő kivitel mondható bevett gyakorlatnak.

A (vas)beton felfogóterek (34. ábra: süllyesztett kármentő medence és 35. ábra: felszínre helyezett kármentő medence) jellemzően közepes és nagy méretben készülnek, melyek alakja általában téglalap és négyzet. Mivel helyhez kötött felfogótérről van szó, így az integrált

elhelyezés jöhet csak szóba. A felszínhez viszonyított kialakítási módjuk szerint a süllyesztett és a felszínre helyezett elhelyezés dominál.



34. ábra: Példa beton süllyesztett kármentő medencére

Forrás: [122]

Nagy összkapacitású tartálycsoport esetén (pl. gazdaságossági okokból kifolyólag) a felszínre helyezett kármentő medence alkalmazása terjedt el az ipari gyakorlatban.



35. ábra: Példa vasbeton felszínre helyezett kármentő medence

Forrás: saját fénykép

Azonban meg kell jegyezni, hogy a vasbeton lehet gyűrűs felfogótér (36. ábra) alapanyaga is, mely esetben a vasbeton silók építésénél alkalmazott csúszózsalsal technológiával történik a kialakítás.



36. ábra: Csúszózsálas technológiával történő építés

Forrás: [123]

3.1.3. A felfogóterekkel kapcsolatos előnyök és hátrányok értékelése

Mivel az alkalmazandó felfogótér típusának megválasztásakor az üzemeltetői és tervezői céloknak, illetve műszaki biztonsági szempontoknak, továbbá a katasztrófavédelmi- iparbiztonsági követelményeknek való megfeleltetés a cél, így egzakt módon nem határozhatók meg előnyök és hátrányok az egyes típusokat illetően. Azonban Kátai-Urbán et al. a „Remediation board versus protective ring” című publikációban a tárolótartályok esetében összehasonlítják a védőgyűrűs és a kármentő medencés felfogótereket. (13. táblázat)

13. táblázat: Kármentő medence szemben a védőgyűrűvel

Forrás: [78] alapján saját szerkesztés

Szempont	Kármentő medence	Védőgyűrű
Területigény	nagyobb	kisebb
Kivitelezési ár	nagyobb	kisebb
Tűzfelület nagysága	nagyobb	kisebb
Oltóanyag mennyisége	több	kevesebb
Légszennyezés	nagyobb	kisebb
Taktikai beavatkozás	könnyebb	nehezebb
Állékonyság	*	*
Karbantartási igény	magas	alacsony
* A vasbeton és az acéllemez mindkét esetben alkalmazott alapanyag.		

A 13. táblázat alapján szembetűnő, hogy valamennyi szempont szerint, tárolótartályok esetében a védőgyűrűs kialakítás tekinthető kedvezőbbnek, ugyanakkor annak egzakt módon történő alkalmazása (a fentiekben leírtak alapján) továbbra sem javasolt. A típus meghatározásának minden esetben egy az üzemeltető, tervező és a katasztrófavédelmi-iparbiztonsági szakértő között lezajló iterációs folyamat eredménye kell, hogy legyen.

3.2. A vasbeton szerkezeteket károsító hatások vizsgálata

Az értekezés ezen részében a 3. célkitűzésben megfogalmazottakkal összhangban, a vasbeton alapanyagú felfogótereket érő főbb károsító hatásokkal kapcsolatos elemző és értékelő tevékenységet végzem el.

3.2.1. A vasbeton szerkezeteket gyengítő környezeti hatások és a vonatkozó műszaki előírások bemutatása

A beton olyan mesterséges építőanyag, mely adalékanyagból, keverővízből, valamint cementből tevődik össze. A két legfontosabb előnye más építőanyagokkal szemben, hogy lényegében bármilyen alakra megformázható, továbbá a megszilárdulását követően nagy szilárdságú szerkezetként funkcionál. Ahhoz, hogy az előállított (vas)beton szerkezetek a tervezés során meghatározott paramétereknek meg tudjanak felelni, az egyes kockázati tényezők által kifejtett károsító hatásokat minimális szintre kell redukálni. Kockázati tényező lehet például:

- nem megfelelő keverés esetén az alkotóelemek elmunkálása nem lesz egyenletes, így a betonkeverék inhomogén állapotú lesz,
- ha elhúzódik a szállítási idő, akkor a betonkeveréknek a keverés helyétől a beépítés helyéig történő eljuttatási ideje időben kinyúlik, ezáltal előrehaladott állapotba kerülnek a betonkeverékben végbemenő kötési folyamatok,
- nem megfelelő bedolgozási, tömörítési és döngölési munkálatok következtében a betonkeverék egyenetlen lesz, emiatt pedig az előírt tömörségi fok elérhetlenné válik,
- ha az utókezelési és érlelési szakaszban nem biztosított a szükséges hőmérséklet és nedvességtartalom, akkor jelentős mértékben csökkenhet a beton mechanikai hatásokkal szembeni ellenállóképessége. [124]

Amennyiben az esetlegesen kialakuló betontechnológiai hibák felderítése nem történne meg, valamint az azokkal kapcsolatos javítási tevékenységek nem valósulnának meg, akkor

abban az esetben fokozottan kell számolni a (vas)beton szerkezetben végbemenő káros kémiai és mechanikai hatásokkal. A legjelentősebb károsító tényezőnek a korrózió tekinthető a kémiai hatások közül, míg a mechanikai hatások tekintetében a beszivárgó vizet, a fagyot, a kopást, a hőt és a tüzet kell kiemelni. Az ipari létesítmények vonatkozásában kiemelt figyelemmel kell kezelni az ilyen károsító hatásokkal szembeni védelmet, mely oka, hogy az üzemek területén nagy mennyiségű veszélyes anyag jelenlétével, valamint a (vas)beton szerkezetek fokozott igénybevételével kell számolni. [117]

A beton tervezése, keverése, bedolgozása és utókezelése során elkövetett egyetlen hiba a szerkezetben számos további roncsoló hatást generálhat. Erre lehet példa, hogy ha a tervezés és kivitelezés nem megfelelő mértékben került megvalósításra a betont érő koptató igénybevétellel szemben, akkor a beton kopásállósági ellenállása és azzal összefüggésben a vízzárósági képessége is csökken. Így az üzemeltetés során víz szivároghat a szerkezet belsejébe, ahol fagyási-olvasadási és korróziós kár keletkezhet. A fagyás-olvadás a beton kéregrepedését, morzsolódását, mállását és repedezését, a korrózió pedig a szerkezet armatúrájának károsodását okozza. Az ilyen hatásláncolat okozta szerkezetgyengülés egy üzemi baleset során a veszélyes anyagnak környezetbe jutását eredményezheti. [117] Ez is alátámasztja, hogy a műszaki biztonsági és a katasztrófavédelmi-iparbiztonsági szempontból megfelelő tervezés, kivitelezés, üzemeltetés, ellenőrzés és karbantartási tevékenységek elvégzése kiemelt jelentőséggel bír.

A betonnak egy kezdetleges formáját már az ókori rómaiak is használták építményeikhez (pl.: vízvezeték, út, fürdő, épületek). A későbbi korszakok mesteremberei (pl.: James Parker, Edgar Dobbs, Louis Vicat) felismerték, hogy különböző adalékszerekkel az építési-, illetve szerkezeti körülményeknek kedvezően befolyásolhatók a beton tulajdonságai. [125] Ezen tulajdonságok közé tartozik például a beton testsűrűsége, szilárdsága, az egyes környezeti hatásoknak-, illetve a fizikai- és kémiai igénybevételeknek való ellenállósága. A betonkeverék tulajdonságait elsősorban a megrendelő igényei szerint, a tervező szabja meg annak alkalmazási területe alapján. Ilyen alkalmazási terület lehet például a magasépítési beton, a vízepítési beton, a látszóbeton, valamint az ipari létesítmények betonja. [126]

Ugyanakkor mindezek mellett számos más tényezőt, műszaki előírást is figyelembe kell venni a betonkeverék megtervezésekor, melyek szintén jelentős hatással vannak az alkalmazott beton tulajdonságaira, így tartósságára is. Ilyen műszaki előírások például az alábbiak:

- adott környezeti osztálynak megfelelő cementfajta alkalmazása,
- a szerkezet megfelelő tartósságának biztosítása érdekében a minimális szilárdsági osztály figyelembevétele,

- a szerkezet megfelelő tartósságának biztosítása érdekében a minimális cementtartalom figyelembevétele,
- a szerkezet megfelelő tartósságának biztosítása érdekében a maximális V/C tényező figyelembevétele,
- a szerkezet megfelelő tartósságának biztosítása érdekében az alkalmazandó legkisebb minimális betonfedés figyelembevétele.

A fentiekben leírtak alapján levonható következtetés, hogy a (vas)betonból készült építmények, épületszerkezetek akkor tekinthetők műszaki biztonsági szempontból elfogadhatónak, amennyiben azok a várható erőhatásoknak és alakváltozásoknak megfelelő mértékben ellenállnak.

Ugyanakkor a beton tulajdonságaira és így minőségére a műszaki előírásoknak történő megfelelés, illetve a beton összetétele mellett nagymértékben hatnak különböző folyamatok is. A gyakorlat alátámasztja, hogy a beton tulajdonságai a keverés befejezésétől kezdve, az esetleges szállításon át, egészen a megszilárdulásig folyamatosan változnak. Ebből adódóan ahhoz, hogy az adott beton állékonysága és ellenállóképessége minél magasabb szintű legyen, a beton összetételének megfelelő tervezése és ellenőrzése (anyagtani és szerkezeti kritériumok szerint) szükséges. [127] A meghatározandó szerkezeti feltételek az alábbiak:

- tervezési élettartam (*MSZ EN 1990:2011 Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai*), [128]
- környezeti osztály (MSZ 4798:2016),
- szerkezeti osztály (*MSZ EN 1992-1-1:2010 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok*), [129]
- betonacél fedése (MSZ EN 1992-1-1:2010),
- nyomószilárdság tervezési értéke (MSZ 4798:2016). [83]

Az építmények tervezési élettartamára az MSZ EN 1990:2011 szabvány ad iránymutatást. A szabványban foglaltak mellett azonban alapelvként kezelendő, hogy a szerkezet tervezési élettartamának nagyobb, vagy egyenlőnek kell lennie, mint a használati élettartamának. Ebből adódóan a (vas)beton szerkezet akkor tartós, ha a terhelésekből (erők és mozgások) származó igénybevételeket és környezeti hatásokat a tervezési élettartam alatt károsodás nélkül elviseli. Ezt azonban szükséges kiegészíteni az üzemszerű használat, valamint

az ütemezett és szakszerű karbantartási munkálatok elvégzésének kritériumával. A szerkezetek szabvány szerinti tervezési élettartamait a 14. táblázat tartalmazza.

14. táblázat: Szerkezetek tervezési élettartama

Forrás: [128] alapján saját szerkesztés

Tervezési élettartam osztály	Előírt tervezési élettartam [év]	Példa a szerkezetre
1.	10	Ideiglenes tartószerkezet (például: zajvédő falelem).
2.	10-25	Cserélhető tartószerkezeti részek (például: darupálya).
3.	15-30	Mezőgazdasági tartószerkezetek.
4.	50	Épületek tartószerkezetei.
5.	100	Monumentális építmények tartószerkezetei (műtárgyak).

Ahogy a 14. táblázatban is látható, az épületek és a tartószerkezetek tervezési élettartama jellemzően ≤ 50 év. A monumentális építmények, tehát az ipari létesítmények műtárgyai esetében azonban 100 évre kell tervezni a szerkezet élettartamát. Ennek egyik oka, hogy ezen műtárgyak jelentős tervezési, engedélyeztetési, kivitelezési erőforrásokat kívánnak meg, melyek eredményeként létesítésük igen nagy gazdasági és idő terhet jelent a beruházó/üzemeltető számára. A tervezési élettartam hatással van a beton nyomószilárdsági osztályára, a környezeti osztályára, az összetételére és az acélbetétek betonfedésére is. Ennek magyarázata, hogy a tervezésnél, a kivitelezésnél és az üzemeltetésnél az alkalmazott tervezési élettartam figyelembevételével kell értékelni a tervezési paramétereket és a vizsgálati eredményeket.

Ahogy a fentiekben már említésre került, egy ipari létesítmény működése során a költség- és időtényező igen nagy jelentőséggel bír. Ebből az okból kifolyólag a tervezési élettartam túlbecslése indokolatlan terhet jelentene az üzemeltető számára, mely abból fakad, hogy az adott műtárgyszerkezet lényegesen több évre lett tervezve, mint azt a használati élettartama indokolná. Ez alapvetően két fajta gazdasági hátrányt vált ki: létesítésből származó költségek (pl.: tervezés, anyagköltség), üzemszünetből származó költségek/veszteségek (pl.: a létesítés miatt ki kell vonni műtárgyakat, szerelvényeket az üzem rendszeréből). A tervezési élettartam alulbecslése viszont azt eredményezné, hogy a (vas)beton szerkezet legfőbb tulajdonságai (pl.: mechanikai stabilitás, tartósság) még üzemszerű használat és megfelelő karbantartási munkálatok mellett sem maradnának meg. Egy vasbeton kármentő medence esetében a mechanikai stabilitásvesztés, illetve a környezeti hatásoknak való ellenállóképesség

csökkenés következtében, egy tartálytörés/szivárgás esetén a felfogótér nem tudná hatékonyan ellátni a funkcióját. Ebből kifolyólag egy ilyen káresemény katasztrofális következményekkel járhat. Ezek alapján megállapítható, hogy már a tervezési munkálatok elején törekedni kell a szerkezet használati élettartamának megfelelő tervezési élettartam hatékony megválasztására.

A tervezési munkálatok során azonban nem lehet csak a szerkezetre ható erőkre hagyatkozni, azok mellett azon környezeti hatásokat is figyelembe kell venni, melyek az adott műtárgyszerkezet üzemelési viszonyai között jelentkeznek. Ez azzal magyarázható, hogy a technológiai fejlődéssel a (vas)beton szerkezetek méreteire, összetételére (pl. alternatív adalékanyagok használata), valamint vasalására a klasszikus határállapotokon túlmutató feltételek, paraméterek lesznek mértékadók. Ilyen feltételek például a kémiai korrózióállóság, a fagyállóság, illetve a vízzáróság. [127]

A megszilárdult betont érő környezeti hatásokat az MSZ 4798:2016 szabvány környezeti osztályokba sorolja. A szabvány szerinti környezeti osztályokat, valamint a hozzájuk tartozó határértékeket a 9. melléklet tartalmazza. A környezeti osztály jelentősége elsősorban abban rejlik, hogy annak kritériumai alapján meg lehet adni a friss- és a megszilárdult betonnal szemben támasztott követelményeket. Ha a tervezés és kivitelezés során a fentiekben írt szabványok előírásai betartásra kerülnek, valamint az alábbi feltételek teljesülnek, akkor az adott (vas)beton szerkezet, a tervezett élettartama alatt biztosan megfelel a tartóssági követelményeknek:

- tervezéskor a megfelelő környezeti osztály került meghatározásra,
- tervezéskor a megfelelő betonfedés került megállapításra,
- kivitelezés során a betont megfelelően dolgozták be,
- kivitelezés során a betont megfelelően tömörítették,
- kivitelezést követően a szerkezetet megfelelően utókezelték,
- üzemeltetés során megfelelően végezték a karbantartási munkálatokat. [83]

Az üzemek területén különböző agresszív folyadékok, gőzök, vagy gázok juthatnak a beton belsejébe. Mivel a beton porózus anyag és a levegőből nedvességet vesz fel, így a nedves betonban az agresszív gázokból savak képződhetnek, melyek hatására az érintett terület elszulfátosodik, a tükrökristályok elroncsolódnak, aminek eredményeként a beton veszít szilárdságából. [130] Azonban jelentősebb veszélyforrást jelentenek az üzemek területén lévő veszélyes folyadékot tároló tartályok, melyeket felfogótérrel kell ellátni. A kültéri felfogótérek két nagy csoportba lehet sorolni: védőgyűrűs, illetve vasbeton kármentő

medence. Ezen felfogóterek rendeltetése, hogy az esetleges tartálysérülés, illetve törés esetén a szivárgó/kiáramló veszélyes folyadékot visszatartsák, ezáltal meggátolják annak a környezetbe (felszíni/felszín alatti víztest, talaj) kerülését. [3] Az értekezésben megfogalmazott 3. célkitűzés szempontjából (vasbeton kármentő medence) a releváns környezeti osztályokat a 15-17. táblázatok mutatják be.

A kültéri betonszerkezeteknél, így a vasbeton kármentő medencék esetében is, a fagyási-olvadási hatást figyelembe vevő környezeti osztály szerint kell a betont elkészíteni (15. táblázat).

15. táblázat: Fagyási-olvadási hatás jégolvasztó anyaggal, vagy anélkül

Forrás: [83] alapján saját szerkesztés

Környezeti osztály	Környezeti hatás	Példák
XF1	Mérsékelt víztelítettség, jégolvasztó anyag nélkül.	Függőleges, vagy 5%-nál meredekebb betonfelületek, amelyeket csapadék és fagy ér.
XF2	Mérsékelt víztelítettség, jégolvasztó anyaggal.	Útépítési szerkezetek függőleges betonfelületei, amelyeket fagy és jégolvasztó vegyszer permete ér.
XF2(H)	Mérsékelt víztelítettség jégolvasztó, légbuborék-képző adalékszer nélkül.	Légbuborék-képző adalékszer nélkül készített, függőleges, vagy 5%-nál meredekebb felületű előre gyártott elemek.
XF3	Nagy víztelítettségű, jégolvasztó anyag nélkül.	Légbuborék-képző adalékszerrel készített vízszintes, vagy maximum 5%-os lejtésű betonfelületek, amelyeket eső és fagyhatás, vagy közvetlenül víz ér.
XF3(H)	Nagymérvű víztelítettség, jégolvasztó illetve, légbuborék-képző adalékszer nélkül.	Légbuborék-képző adalékszer nélkül készített vízszintes, vagy maximum 5%-os lejtésű előre gyártott elemek, amelyeket eső és fagyhatás, vagy közvetlenül víz ér.
XF4	Nagy víztelítettségű, jégolvasztó anyaggal.	Légbuborék-képzővel készített vízszintes, vagy maximum 5%-os lejtésű útburkolatok, valamint egyéb közlekedési és más felületek, amelyeket fagy és csapadék, valamint jégolvasztó anyagok érnek.
XF4(H)	Nagymérvű víztelítettség, jégolvasztó anyaggal, légbuborék-képző adalékszer nélkül.	Légbuborék-képző adalékszer nélkül készített vízszintes, vagy maximum 5%-os lejtésű előre gyártott elemek, amelyeket fagy és csapadék, valamint jégolvasztó anyagok közvetlenül érnek.

Bár a vasbeton kármentő medencék oldalfalai függőlegesek, nagyobb arányban a vízszintes felületek vannak jelen. Emiatt számításba kell venni azt is, hogy a kármentő – funkciójából adódóan – visszatartja a bele hulló csapadékot is, mely ki van téve a fagyhatásnak. Ebből kifolyólag ezen műtárgyaknál az XF3, illetve az annál magasabb környezeti osztály alkalmazása ajánlott. Azonban meg kell jegyezni, hogy a gyakorlatban a gyűrűs és vasbeton kármentő medencéket gyakran szétválasztott és zárható csapadékvíz elvezető rendszerrel látják el, mely az összegyűlt csapadékvizet hatékonyan és biztonságosan vezeti ki a felfogótérből.

A kémiai hatásoknak kitett betonokat az XA1-XA6(H) környezeti osztály szerinti követelményeknek kell megfeleltetni. Fontos azonban megjegyezni, hogy míg az XA1-XA3 osztály a talajjal, talajvízzel érintkező betonok tervezési feltételeit adják, addig az XA4(H)-XA6(H) osztályok az üzemi hatásoknak kitett betonfelületekre adják meg a kritériumokat. A 16. táblázatban az utolsó három osztályra, azaz a szennyvizek, valamint egyéb agresszív vizek és folyadékok okozta kémiai korrózióra található példa.

16. táblázat: Egyéb agresszív vizek és folyadékok okozta kémiai korrózió

Forrás: [83] alapján saját szerkesztés

Környezeti osztály	Környezeti hatás	Példák
XA4(H)	Közcsatornába bocsátható, enyhén agresszív szennyvizek, illetve enyhén agresszív vizek és folyadékok, gázok, gőzök, permetek, erjedő anyagok környezete.	Új létesítésű szennyvíztisztító telepek, fizikai-kémiai tisztítási műtárgyainak betonfelületei.
XA5(H)	Közcsatornába bocsátható, közepesen agresszív szennyvizek, illetve közepesen agresszív vizek és folyadékok, gázok, gőzök, permetek, erjedő anyagok környezete.	Új létesítésű, közcsatornába bocsátható szennyvizekkel érintkező csatornák, közterületi átemelők, szennyvíztisztító telep mechanikai és biológiai tisztítási műtárgyai, szennyvíziszap-kezelő műtárgyak, illetve aknák betonfelületei.
XA6(H)	Közcsatornába nem bocsátható, nagyon agresszív ipari szennyvizek és folyadékok, gázok, gőzök, permetek, erjedő anyagok környezete.	Új létesítésű, közcsatornába nem bocsátható szennyvizekkel érintkező csatornák, átemelők, szennyvíztisztító telepi műtárgyak, aknák betonfelületei.

A 16. táblázat alapján elmondható, hogy ha a betonfelületet szennyvizek, agresszív vizek/folyadékok, gázok, gőzök, illetve erjedő anyagok érik, akkor a kémiai korrózió esetén a magasabb osztályok valamelyikének kell megfeleltetni a szerkezet terveit. Amennyiben a beton teljes védelme (magasabb osztály kritériumainak való megfeleltetés) túl drága lenne, vagy a karbantartás/javítás során technológiailag nem kivitelezhető, akkor az értintett betonfelületet szekunder védelemmel kell ellátni. Ilyen másodlagos védelemként javasolt a saválló, illetve a műgyanta bevonat alkalmazása, mely jellemzően igen jól ellenáll az környezeti osztályokból eredő hatásoknak.

A beton anyagára vonatkozóan három vízzárósági környezeti osztály különböztethető meg, melyeket a 17. táblázat tartalmaz.

17. táblázat: Víznyomás hatására létrejövő igénybevétel

Forrás: [83] alapján saját szerkesztés

Környezeti osztály	Környezeti hatás	Példák
XV0(H)	Nedves, víznyomás nélküli környezet.	Talajpárának, talajnedvességnek kitett alapozás, vagy pincefal, illetve olyan mélygarázs, amelynek környezetében tartósan meg lett szüntetve a víznyomás.
XV1(H)	2 méternél kisebb vízoszlop nyomása.	Csapadékelvezetők, átereszek, csapadécszornák, záportározók, aknák, pincefalak, víztároló medencék.
XV2(H)	2 és 10 méter közötti vízoszlop nyomása.	Vízépítési szerkezetek (például: csatornák, gátak, partfalak), föld alatti garázsok, víztároló medencék.
XV3(H)	10 méternél nagyobb vízoszlop nyomása.	Vízépítési műtárgyak, alagutak, mélygarázsok külső határoló szerkezetei.

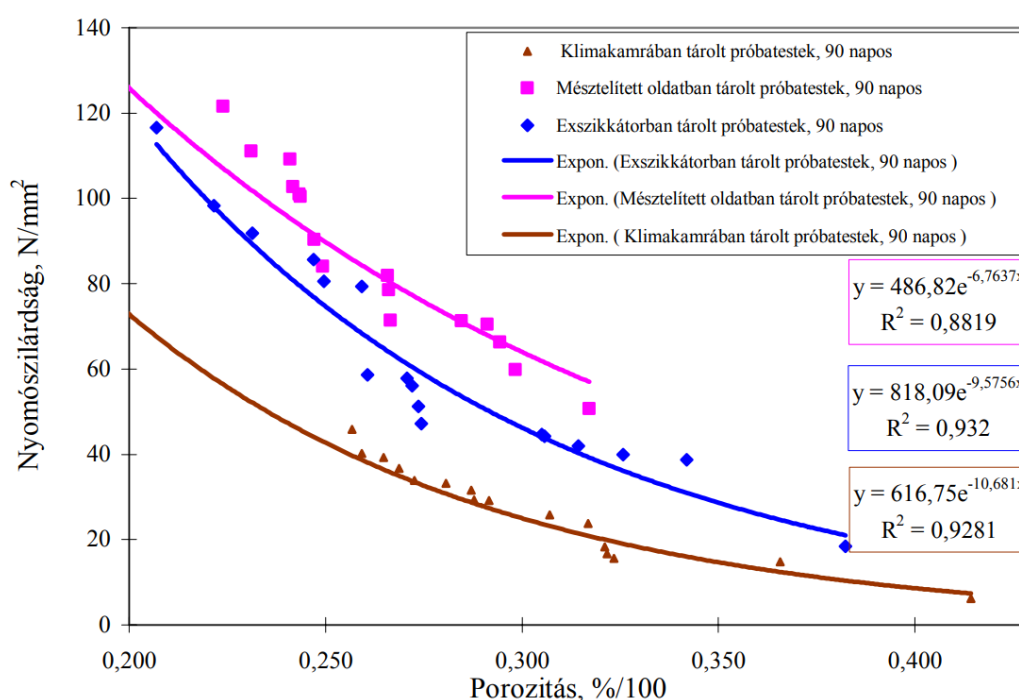
Tehát abban az esetben, ha a betonfelületet víznyomás, vagy talajnedvesség hatása éri, akkor a 17. táblázat szerint kell elemezni az igénybevételt. Meg kell azonban jegyezni, hogy a vízzáróság nem azt jelenti, hogy a (vas)beton szerkezet egyáltalán nem engedi át a folyadékot, hanem azt, hogy az adott környezeti osztálynak megfelelő beton esetében az átnedvesedés olyan kis mértékű, hogy (szellőzés biztosítása mellett) az a folyadékmennyiség rendszerint elpárolog a felületről. Ennek megfelelően a vízzáró betonszerkezetek az alábbi kategóriákba csoportosíthatók:

- mérsékelt vízzáró beton: a szerkezet 1 m² felületén a maximális üzemi víznyomás mellett, 24 óra alatt maximum 0,4 liter víz szivárog át;
- vízzáró beton: a szerkezet 1 m² felületén a maximális üzemi víznyomás mellett, 24 óra alatt maximum 0,2 liter víz szivárog át;
- különlegesen vízzáró beton: a szerkezet 1 m² felületén a maximális üzemi víznyomás mellett, 24 óra alatt maximum 0,1 liter víz szivárog át. [131]

A gyakorlatban rendszerint (tartóssági és gazdaságossági szempontból) elegendő a vízzáró betonszerkezet kialakítása, a műszaki előírásokban megfogalmazott elégséges feltételeken túlmenően, más módszerekkel érhető el a betonszerkezetek vízhatlansága (pl.: speciális vízzáró adalékszerek, műanyag fóliák alkalmazásával). Mivel a betonszerkezetek esetében nem zárhatók ki azok a szerkezeti részek (pl.: csomópontok, csatlakozások, munka- és dilatációs hézagok, repedések), melyek nem csak befolyásolják, hanem meg is határozzák a szerkezet vízzáróságát. Így a vasbeton kármentő medencék vonatkozásában szükséges a vízhatlanságot biztosító módszerek alkalmazása.

3.2.2. Az alkalmazott betonkeverék jelentőségének értékelése a tárolt anyag vonatkozásában

Az ipari létesítmények (vas)beton szerkezeteivel szemben magasabbak az elvárások a tartósságot és a külső hatásoknak való ellenállást illetően. Ezzel magyarázható a beton tulajdonságait (pl.: nyomószilárdság, hidrotechnikai tulajdonságok) alakító paraméterek megfelelő tervezésének szükségessége. Minél tömörebb a beton – azaz minél kevésbé porózus – annál nagyobb a beton nyomószilárdsága, illetve a vízzárósága. T. C. Powers és más kutatók kísérletei igazolták, hogy a cementkő-, illetve a beton nyomószilárdsága függ a porozitástól. [125] Balázs György kutatásaiban (1995-1999) hasonló következtetésre jutott, amikor a tárolás és a cementpép hatását vizsgálta (37. ábra). [132]



37. ábra: Porozitás és nyomószilárdság összefüggése eltérő tárolási körülmények esetén (Balázs Gy., 1995-1999)

Forrás: [132]

A beton tömörsége, illetve porozitása függ a V/C tényezőtől, az adalékanyag porozitásától, a bedolgozás/tömörítés mértékétől, valamint a beton korától (a szilárdulás előrehaladtával nő a tömörség). Tekintve, hogy a kémiailag kötött víz aránya szűk határok között változik a betonban, a friss és a megszilárdult beton testsűrűsége között annál nagyobb a különbség, minél nagyobb volt a V/C tényező. Mivel a vasbeton kármentő medencék tekintetében nagy szilárdságú, tömör betonra van szükség, a V/C tényezőt a lehető legkisebb mértékre kell csökkenteni. Ugyanakkor a V/C tényező csökkentésével a beton konzisztenciája

romlik, ezért folyósító/képlékenyítő adalékszerek alkalmazása válik szükségessé. A magyarországi gyakorlatban a V/C tényezőt (χ) a Bolomey-Palotás-féle összefüggés alapján határozzák meg. Ez a C20/25 – C50/60 nyomószilárdsági osztály esetén a (17) képlet szerint történik:

$$(f_{cm,cube,H} \geq (25+8)/0,92 = 35,9 \text{ N/mm}^2, \text{ mert } f_{cm,cube} = 0,92 * f_{cm,cube,H}):$$

$$\chi = \frac{1}{\frac{0,92 * f_{cm,cube,h}}{A} + 0,3} \quad (17)$$

ahol:

0,92 = 1/1,09 – a vegyesen tárolt 200 mm élhosszúságú és 150 mm élhosszúságú próbakocka nyomószilárdsága közötti átszámítás szorzója (C20/25- C50/60 nyomószilárdsági osztály esetén);

A – függvény állandó, amelynek értéke CEM 52,5; CEM 42,5; CEM 32,5; CEM 22,5 szilárdságú cement esetén rendre 27,5; 22,0; 17,0; 12,5. [133]

A cementkő döntő hatással bír a beton valamennyi tulajdonságára, melyeket a cement szabványos tulajdonságai, ásványi összetétele, a cementkő mennyisége, továbbá a cementkő porozitása és pórusszerkezete határoz meg. Kutatások szerint, ha a V/C tényező kisebb 0,4-nél, akkor a szilárdulás végére a porozitás minimalizálódhat. Összegzésként elmondható, hogy a porozitás elsősorban a V/C tényezőtől, a tömörítés mértékétől, illetve a telítetlen beton esetén a telítetlenség mértékétől függ. [126]

A beton károsodását kiváltó okok közül ki kell emelni a különböző korróziós hatásokat. Korrózió alatt a beton külső vagy belső, fizikai-kémiai, illetve biológiai hatásokra végbemenő károsodását értjük. A kémiai korrózió a betonra kívülről ható anyagok által okozott károsodás. A hatásmechanizmus szerint kémiai korrózióon belül négy típust különböztet meg a szakirodalom, melyek az alábbiak:

- A típus: a cementkő vegyületeinek a lágyvíz és/vagy a sóoldatok hatására végbemenő oldódása/átalakulása okozza;
- B típus: a savak, a savanyúan hidrolizáló sók, a lúgok és a bázikusan hidrolizáló sók váltják ki;
- C típus: a ható vegyület reakcióba lép a cementkő alkotóival, ezáltal nagyobb térfogatú vegyület keletkezik;
- D típus: a szerves vegyületek váltják ki. [126]

A tárolt anyag jelentősége az alkalmazandó betontechnológia meghatározásánál azzal magyarázható, hogy a nem megfelelően megválasztott betonkeverék esetén, a tárolótartályból szivárgó/kiáramló folyadék akár rövid idő alatt is jelentős mértékben károsíthatja a vasbeton kármentő medencét. Ezáltal a felfogótér már nem fogja tudni megfelelően ellátni funkcióját, tehát nem lesz biztonságos. Például B típusú korrózió esetén a savak és lúgok okozta korróziót értjük. [126]

A sav roncsoló hatása legfőképpen abból áll, hogy a beton felületén lévő karbonátos réteg feloldódik, mely hatására a mész kilúgozódása könnyebbé válik. A szerves és a szervesetlen savak ugyanúgy veszélyt jelentenek a betonra, hiszen megtámadják és tönkreteszik azt. Üzemi körülmények között a leggyakoribb szervesetlen savak a szénsav, a kénsav, a sósav és a salétromsav, míg a leggyakoribb szerves savak az ecetsav, a tejsav és a hangyasav. Lúg esetén lényegesen kisebb mértékű a korróziós hatás, mivel a cement maga is lúgos kémhatású, így a kis koncentrációjú lúgok nem károsak a betonra. Ugyanakkor az erősebb lúgok igen, ilyen például a tömény NaOH-oldat, mely elsődlegesen a CAH (kalcium-aluminát-hidrát) betonból való kioldódását váltja ki. [126]

A fentiekben írtakat támasztja alá a laboratóriumi vizsgálatot megelőző megalapozó kísérlet, mely során C25/30-XC2-XV1-16-F2 jelű beton próbakockák, 3 napig tartó savban (HCl 30%) és lúgban (NaOH 50%) történő áztatását követő, nyomószilárdságának vizsgálatára került sor. A vizsgálathoz használt betonkeveréket a gyakorlatban általánosan használják kültéri vasbetonszerkezetek, alapzatok építéséhez. A 38. ábra próbakockáknak a veszélyes folyadékból való kivételt követő állapotát szemlélteti.

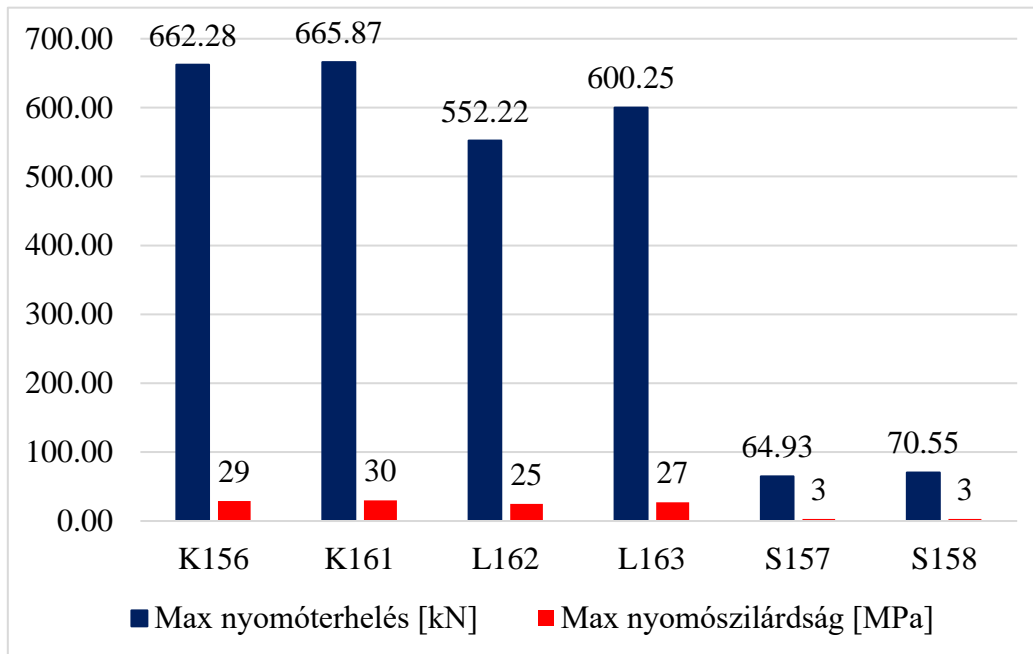


38. ábra: A próbakockák 3 napos áztatás után (balról jobbra: 2 db labor levegőn tárolt kontroll próbatest, 2 db NaOH 50%-ban ázott próbatest és 2 db HCl 30%-ban ázott próbatest)

Forrás: saját fénykép

A 35. ábrán látható, hogy a NaOH 50%-ban áztatott próbakockák felületén megfigyelhető némi kimosódás, azonban jelentős roncsolódás jelei nem észlelhetők. A HCl

30%-ban áztatott próbakockák esetében viszont a kioldódás mellett, jelentős szerkezeti roncsolódás is bekövetkezett. A próbakockák nyomószilárdságának meghatározása betontörő géppel történt, mely vizsgálat eredményeit a 39. ábra szemlélteti.



39. ábra: A próbakockák nyomószilárdságának változása az eltérő tárolási/áztatási közegek szerint

Forrás: saját szerkesztés

A 39. ábrán jól látható, hogy a sósavban áztatott próbakockák (S157, S158) esetében igen kis mértékű nyomóterhelés volt szükséges a törés eléréséhez. A kontroll próbakockákhoz (K156, K161) viszonyítva a nátrium-hidroxidban áztatott próbakockák (L162, L163) töréséhez szintén kisebb mértékű nyomóterhelés volt szükséges, azonban a különbség nem olyan jelentős, mint a sósavban áztatott próbakockák esetében. A vizsgálat összegzéseként elmondható, hogy egy esetleges tárolótartály sérülés esetén a tartályból szivárgó/kiáramló ipari sósav már rövid időn belül is jelentős mértékben károsítja a nem a tárolt anyag tulajdonságainak megfelelően tervezett vasbeton kármentő medencét. Ezen károsodásnak pedig katasztrofális következményei is lehetnek.

3.2.3. A biztonságos üzemeltetés megvalósítását célzó karbantartási modell kifejlesztése

Az üzemek és azok létesítményeinek rendszeres és megfelelő karbantartása több okból (melyek az értekezés korábbi fejezeteiben már ismertetésre kerültek) is kiemelt jelentőséggel bír, ezek közül a legjelentősebbnek tekinthetők az alábbiak:

- biztosítja a létesítmények, berendezések és eszközök biztonságos és hatékony működését, mely kulcsfontosságú a munkavállalók, az épített környezet és a természet biztonsága, valamint a termelés folyamatossága szempontjából,
- segít a lehetséges problémák és meghibásodások idejében történő azonosításában és kezelésében, így azok megelőzhetővé válnak még azelőtt, hogy veszélyes balesethez vezetnének,
- általa minimalizálható a létesítmény, berendezés, eszköz állásideje, ezáltal csökkenthető a költséges javítások, illetve cserék kockázatának mértéke,
- meghosszabbítja az üzem létesítményeinek, berendezéseinek és eszközeinek a hasznos élettartamát, mely azok megtérülési idejét is pozitívan befolyásolja,
- az így karbantartott létesítmények, berendezések és eszközök hatékonyabban működnek, kevesebb energiát fogyaszthatnak, valamint a működési költségeik is kedvezőbbek lehetnek.

A fenti felsorolással összhangban a veszélyes folyadék tárolótartályok, tároló-létesítmények és csatlakozó szerelvényeik vonatkozásában az üzemeltetők részére javasolt a következő karbantartási modell alkalmazása:

1. Optimalizált karbantartási terv: az adott üzem tevékenységi körével harmonizált karbantartási dokumentáció elkészítése és szükség szerint évenkénti felülvizsgálata.
2. Preventív karbantartás: a karbantartási tervben előre meghatározott ütemterv alapján, a rendszeres ellenőrzési és javítási tevékenységek elvégzése.
 - 2.1. Állapotfigyelés: folyamatos ellenőrzés révén a már meglévő és a várhatóan kialakuló meghibásodások, elhasználódások detektálása.
 - 2.2. Azonnali javítás: az állapotfigyelés révén detektált meghibásodások, elhasználódások haladéktalanul történő elhárítása, javítása.
3. Kritikus pontok azonosítása és folyamatos kontrollja: az üzemben végzett veszélyes tevékenység kockázatelemzése során azonosított kockázati tényezők, valamint a kritikus pontok ütemezetten történő ellenőrzése és dokumentálása.
4. Karbantartási üzemnapló vezetése: az üzem egészére kiterjedően a már elvégzett és a még elvégzendő karbantartási tevékenységeknek, a szükséges és pontos információkkal történő dokumentálása.

5. Jelzőrendszer működtetése: a karbantartási üzemnapló alapján automatikusan életbe lépő figyelmeztető jelzések alkalmazása.
6. Személyzet folyamatos képzése: a karbantartási terv és az üzem szervezeti és működési szabályzata alapján a személyzet rendszeres oktatása és továbbképzése, mely során kiemelt szerephez jut a preventív szemlélet és a technológiai innovációs transzfer.
7. Fenntarthatósági megfontolások: az energiahatékonyság és a hulladékgazdálkodás hierarchiájának megfelelő létesítési, üzemeltetési és karbantartási tevékenységek preferálása.

Ezen javasolt karbantartási modell által megvalósítható az üzem és ezáltal létesítményeinek, berendezéseinek, eszközeinek biztonságos, megbízható, valamint hatékony működése.

3.3. A vasbeton felfogóterek ellenállóképességének fejlesztése

Az értekezés ezen részében a 3. célkitűzésben megfogalmazottakkal összhangban, a vasbeton alapanyagú felfogóterek ellenállóságának fejlesztésével kapcsolatos laboratóriumi vizsgálatot végzem el.

3.3.1. A beton kémiai ellenállóképessége, valamint a fokozási lehetőségeinek bemutatása

A kémiaailag agresszív anyagok a beton duzzadásos, vagy oldódásos korrózióját, esetlegesen a kettő egy időben történő érvényesülését okozhatják. A duzzadásos betonkorrózió első jelei a természetes vizekkel érintkező vasbeton szerkezeteken jelentkeznek, az oldódásos korrózió pedig az ipari és kommunális technológiák terjedése során került előtérbe. Meg kell jegyezni, hogy a duzzadásos korrózióval szembeni védekezés (a szulfátálló cementek alkalmazásával) már 80 éves múltra tekint vissza, ehhez képest az oldódásos korrózió elleni védekezés újkeletűnek mondható. Ugyanakkor fontos kiemelni, hogy az oldódásos betonkorrózió igen sokrétű jelenség, ebből adódóan a kezelése is nehezebb és az eljárás módjai sem forrtak ki még teljesen. [134]

A (vas)beton széleskörű alkalmazásának elterjedési oka azzal magyarázható, hogy a többi anyaghoz viszonyítva, (normál esetben) a relatív hosszú élettartam viszonylag alacsony költséggel és viszonylag könnyű alkalmazhatósággal érhető el. Ugyanakkor hátránya, hogy a beton porózus szerkezete révén a víz és egyéb ártalmas anyagok a beton korrózióját okozzák, valamint az acélbetétekig történő bejutásuk során a szerkezet teljes tönkremenetelét válthatják

ki. A gyakorlati tapasztalatok alapján elmondható, hogy a beton kémiai hatásokkal történő ellenállóképessége gyenge, mely azonban fokozható például a beton belső szerkezetének javításával. A kémiai hatásokkal szembeni ellenállóképesség fokozásának jellemző betontechnológiai módszerei a következők lehetnek:

- cement kiegészítő anyagok alkalmazása (pl.: pernye, szilikapor, metakaolin),
- alacsony V/C tényező alkalmazása,
- nanotechnológiás anyagok (pl.: nano-kompozit, nano-titania) alkalmazása,
- valamint saválló bevonatok alkalmazása, mely azonban már másodlagos védelemnek tekinthető. [135-136]

A savak és lúgok (vas)betonra kifejtett hatásaival számos kutató foglalkozott. Kutatásaik alapján a következőkben összefoglalt főbb megállapításokra jutottak. A szervetlen savak, a sók, egyes esetekben a lúgok nedvesség jelenlétében káros kémiai, illetve fizikai elváltozást okozhatnak a betonban. A korrozív savakat és sókat jellemzően a talajvizek, szennyvizek, ipari és mezőgazdasági folyadékok, esetlegesen a szennyezett levegő hordozzák/tartalmazzák. A beton oldódásos korrózióját alapvetően a savas kémhatású oldatok váltják ki, azonban a kénsav, illetve a szulfátok idézhetnek elő duzzadásos korróziót is. Betonkorróziót a lúgok közül jellemzően az ammónia vizes oldata okozhat. [137-142]

A szakirodalmi források és a fentiekben írtak alapján levonható következtetés, hogy a (vas)beton szerkezetek kémiai ellenállóságának vizsgálata kiemelt jelentőséggel bír a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek vonatkozásában.

3.3.2. A kutatás során elvégzett laboratóriumi vizsgálat bemutatása

A laboratóriumi vizsgálat során az ipari gyakorlatban elterjedten használt betonkeverék, valamint az MSZ 4798:2016 szabvány szerinti környezeti osztályokkal szemben támasztott kritériumok alapján került meghatározásra az alkalmazott receptúra. Ezek alapján a keverék szabványos betonjele a következő: C35/45-XC4-XA5(H)-XK2(H)-XV2(H)-16-F4-100 év MSZ 4798, mely jelölések az alábbi jelentéstartalommal bírnak:

- C35/45: nyomószilárdsági osztály,
- XC4: karbonátosodás okozta acélkorrózió – váltakozva nedves és száraz helyen,
- XA5(H): kémiai korrózió egyéb agresszív vizek és folyadékok hatására – közcsatornába bocsátható, közepesen agresszív szennyvizek, illetve közepesen agresszív vizek és folyadékok, gázok, gőzök, permetek, erjedő anyagok környezete,

- XK2(H): koptató hatás okozta igénybevétel – gördülő igénybevétel okozta koptató hatás nehéz terhek alatt,
- XV2(H): víznyomás hatására létrejövő igénybevétel – 2 m és 10 m közötti vízoszlop nyomása,
- 16: legnagyobb szemnagyság,
- F4: konzisztencia-osztály,
- 100 év: a beton használati élettartama,
- MSZ 4798: az alkalmazott szabvány hivatkozási száma. [82]

Az alkalmazott betonösszetételt a 18. táblázat szemlélteti.

18. táblázat: Az alkalmazott beton receptúra

Forrás: saját szerkesztés

Alapanyag megnevezése				Tömeg kg/m ³	Térfogat l/m ³
Cement	CEM III/B 32.5 N LH/SR			351	129
Víz	vezetékes			155	155
v/c				0.40	
Adalékanyag	1	OHK 0/4	42%	775	290
	2	OK 4/8	20%	369	135
	3	OK 8/16	38%	701	262
Összes adalékanyag			100%	1846	687
Adalékszer	1	DenBraven	1.3 l 100 kg cementhez	5.07	5.07
	2	Metaver	10%	39	14
Levegő			1%		10
Tervezett testsűrűség és térfogat, kg/m ³ , liter				2396	1000

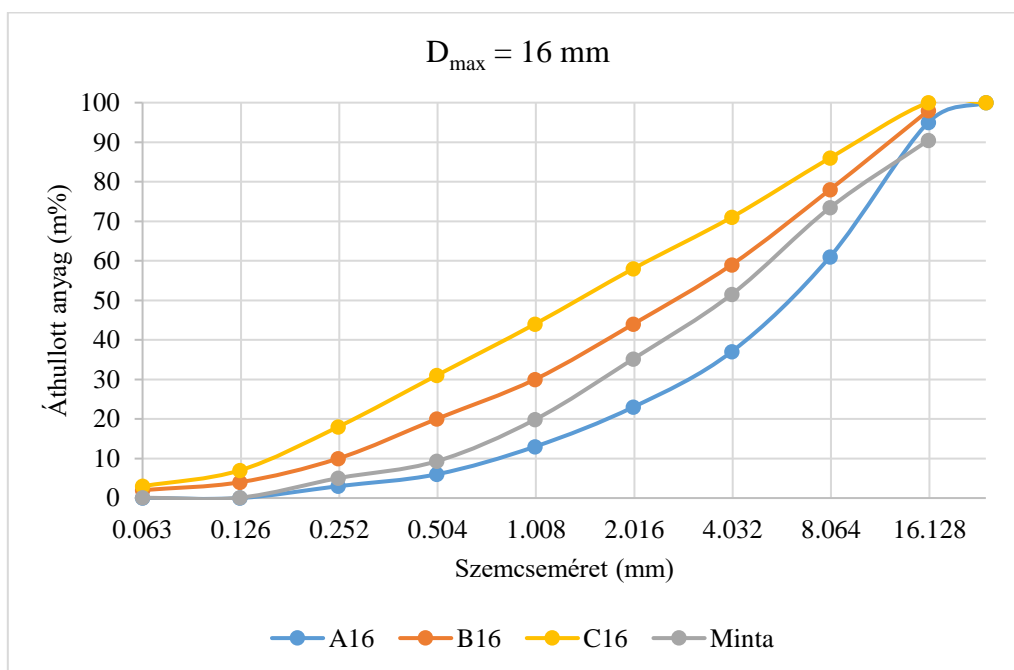
A 18. táblázatban látható, a betonhoz használt cement a CEM III/B 32.5 N LH/SR olyan kis hőfejlesztésű és szulfátálló kohósalakcement, mely az alábbi építőipari felhasználási célokra alkalmas:

- jelentősen agresszív kémiai környezetnek, illetve szulfáthatásnak kitett beton és vasbeton szerkezetek,
- vízzáró betonok, valamint vízépítési és szennyvízfeldolgozó műtárgyak szerkezetei,
- magas- és mélyépítési monolit vasbeton szerkezetek,

– nagy keresztmetszetű beton és vasbeton szerkezetek. [143]

A cement teljesítménynyilatkozatát a 10. melléklet szemlélteti. Tekintve, hogy az MSZ 4798-as szabvány alapján, a meghatározott környezeti osztályok kritériumai szerint, alacsonynak mondható V/C tényezőt kellett használni, így a bedolgozhatóság javítása érdekében folyósítószer (DenBraven RL) is alkalmazásra került.

Szakirodalmi források alapján a különböző cement kiegészítő anyagok jelentős mértékben tudják fokozni a beton kémiai hatásokkal szembeni ellenállóképességét. Ebből kifolyólag a receptúrához Metaver I típusú metakaolin került hozzáadásra. Az alkalmazott adalékanyagok (OHK 0/4, OK 4/8, OK8/16) szemmegoszlási görbéjét a 40. ábra szemlélteti.



40. ábra: Alkalmazott adalékanyagok szemmegoszlási görbéje

Forrás: saját szerkesztés

A vizsgálat során, három turnusban, 10-10 darab 150 x 150 x 150 mm élhosszúságú beton próbakockát készítettem a 18. táblázatban látható receptúra szerint. Az egyes turnusokhoz tartozó ütemtervet a 11. melléklet szemlélteti. A 41. ábra a második turnus során elkészített 10 db próbakockát mutatja a bezsaluzásukat követően.



41. ábra: Második turnus próbakockái a bezsaluzást követően

Forrás: saját fénykép

A próbakockák kiszaluzása után, azokat 7 napos korig vízben (42. ábra), majd azt követően 28 napos korig laborlevegőn (rendszeresen nedvesített textíliával lefedve) tároltam.



42. ábra: A próbakockák vízzel töltött utókezelőtartályban történő tárolása

Forrás: saját fénykép

Turnusonként 3-3 próbakocka bevonatolását végeztem el, mely során bevonatoló anyagként a Sikagard®-62 kétkomponensű, epoxigyanta védőbevonatot alkalmaztam (43. ábra). A Sikagard®-62 betonra, kőre, cementbázisú habarcsra, továbbá tartályok és silók belső védőbevonataként használható vegyszerálló anyag. [144] A védőbevonatot minden esetben 2 rétegben vittem fel a próbakocka minden lapjára. A rétegek felvitele között, a termék adatlapon szereplő ajánlás szerint 11 óra várakozási időt, a teljes keménység elérésére pedig 10 nap várakozási időt határoztam meg.



43. ábra: Próbakockák az első, illetve a második epoxigyanta réteg felvitele után
Forrás: saját fénykép

A 10 nap várakozási idő leteltét követően (turnusonként) 6-6 próbakockát tettem ki agresszív kémiai hatásnak, 3-3 kockát pedig kontrollként, labor levegőn tároltam. A kémiai hatásnak kitett próbakockák közegeként 20%-os töménységű sósavat (HCl) használtam (44. ábra). Sósav hatására a cement szabad kalcium-hidroxidja vízben gyorsan oldódó kalcium-kloriddá alakul, mely kimosódik, illetve kikristályosodik, ebből adódóan már a híg sósavoldat is igen ártalmas a betonra.



44. ábra: Próbakockák közvetlenül a 20%-os sósavba helyezésüket követően
(bal oldal: bevonat nélküli; jobb oldal: bevonatolt)
Forrás: saját fénykép

A 44. ábrán jól látható, hogy az epoxigyanta bevonat nélküli próbakockák felülete a behelyezést követően rögtön reakcióba lépett a sósavval, míg a bevonatolt kockák esetében szemmel látható reakció nem indult be.

A próbakockák kitéti (áztatási) idejének lejártát követően azokat megtisztítottam, majd pedig 50°C-on 4 órát szárítószekrényben szárítottam, ezután laborlevegőn szellőztettem. A 45. ábrán a 72 órán át 20%-os sósavban áztatott próbakockák láthatók.



45. ábra: Próbakockák a 72 óra kitéti idő leteltét követően

Forrás: saját fénykép

A 45. ábrán jól látható, hogy a kitéti idő leteltét követően a bevonat nélküli próbakockák esetében a közeg színének megváltozása, illetve pelyhesedése következett be, ami erőteljes reakció végbemenetére utal. Ezzel szemben a bevonatolt próbakockák esetében nem történt szemmel látható elváltozás.

A 46. ábrán a kitéti időt követően a sósavból kivett, valamint már megtisztított és megszáritott próbakockák láthatók.



46. ábra: Próbakockák a tisztítást és szárítószekrényben történő szárítást követően

Forrás: saját fénykép

A 46. ábra jól szemlélteti, hogy az epoxigyanta bevonat nélküli próbakockák felületén erőteljes kémiai reakció következett be, míg a bevonatolt kockák felülete láthatóan csak mattabb lett annál, mint amilyen a behelyezést megelőzően volt.

Az egyes turnusokhoz tartozó próbakockák bevonatolására és kitéti idejére vonatkozó információkat a 19-21. táblázatok tartalmazzák.

19. táblázat: *Próbakockák bevonatolására és kitéti idejére vonatkozó paraméterek az egyes turnusok vonatkozásában*

Forrás: saját szerkesztés

Próbakocka azonosító	Bevonatolás	Kitéti közeg	Kitéti idő
1_1_k	-	laborlevegő	24 óra
1_2_k			
1_3_k			
1_4_s	-	HCl (20%)	
1_5_s			
1_6_s			
1_7_s_m	+	HCl (20%)	
1_8_s_m			
1_9_s_m			

20. táblázat: *Próbakockák bevonatolására és kitéti idejére vonatkozó paraméterek az egyes turnusok vonatkozásában*

Forrás: saját szerkesztés

Próbakocka azonosító	Bevonatolás	Kitéti közeg	Kitéti idő
2_1_k	-	laborlevegő	72 óra
2_2_k			
2_3_k			
2_4_s	-	HCl (20%)	
2_5_s			
2_6_s			
2_7_s_m	+	HCl (20%)	
2_8_s_m			
2_9_s_m			

21. táblázat: Próbakockák bevonatolására és kitéti idejére vonatkozó paraméterek az egyes turnusok vonatkozásában

Forrás: saját szerkesztés

Próbakocka azonosító	Bevonatolás	Kitéti közeg	Kitéti idő
3_1_k	-	laborlevegő	144 óra
3_2_k			
3_3_k			
3_4_s	-	HCl (20%)	
3_5_s			
3_6_s			
3_7_s_m	+	HCl (20%)	
3_8_s_m			
3_9_s_m			

A próbakocka azonosítóban az első szám a turnust, a második szám a turnuson belüli kocka sorszámát, a „k” a kontroll kockát, az „s” a bevonat nélkül savba helyezett kockát, az „s_m” pedig a bevonatolt savba helyezett kockát jelöli. A 19-21. táblázatok alapján, az egyes turnusok között, tehát csak a kitéti időben van eltérés. A próbakockákkal kapcsolatos méréseket a kitéti idő lejártát követő napon végeztem el.

3.3.3. A vizsgálat során végrehajtott mérések bemutatása

A vizsgálat során elvégzett mérések három csoportra bonthatók. Az elsőben elvégeztem a próbakockák méretének és tömegének visszamérését, a másodikban roncsolásmentes vizsgálattal (Schmidt-kalapács) mértem meg a próbakockák nyomószilárdságát, a harmadikban pedig roncsolásos vizsgálattal (betontörő gép) határoztam meg a kockák nyomószilárdságát.

A próbatestek méretének és tömegének lemérése kettős céllal bír. Az egyik cél, hogy valamennyi turnus esetében összehasonlítható legyen az adott turnuson belüli kontroll-, bevonat nélküli- és bevonatolt kockák mérete és tömege. A másik cél, pedig hogy a roncsolásos nyomószilárdság vizsgálatnál a nyomott felületek mérete pontosan megadható legyen. A próbakockák tömegét ONHAUS GmbH Explorer Precision EX10201M táramérleggel mértem le egy tizedes pontossággal, majd pedig az *MSZ EN 12390-3:2019 A megszilárdult beton vizsgálata. 3. rész: A próbatestek nyomószilárdsága szabvány* B-mellékletében meghatározott módon mértem meg a kockák méreteit. A B-melléklet B1. és B2. ábrája alapján minden, egymásra merőleges irányban (x, y, z) lemértem a próbatesteket, melyet követően

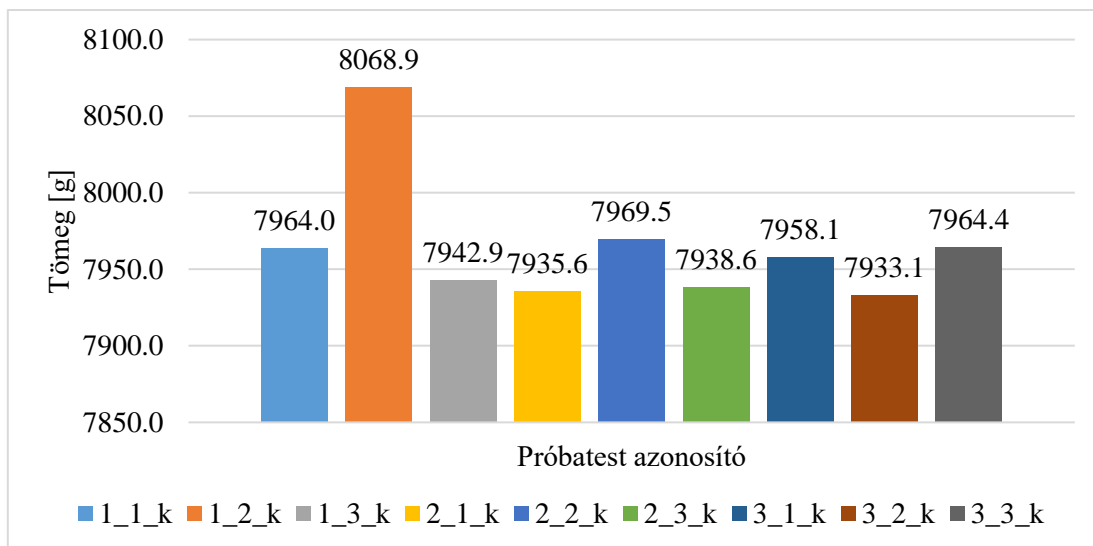
kiszámítottam a középértékeket (x_m , y_m) a terhelt felületen, majd pedig meghatároztam a terhelt felület területét (A_c). [145]

A Schmidt-kalapáccsal történő nyomószilárdság vizsgálatot az *MSZ EN 12504-2:2021 A beton vizsgálata szerkezetekben. 2. rész: Roncsolásmentes vizsgálat. A visszapattanási érték meghatározása* szabvány szerint végeztem el. A vizsgálat elve, hogy a rugóval meghúzott ütőkos ütést mér a vizsgált próbatest felületével érintkező ütőcsapra. Az ütőkos visszapattanási távolságának számban kifejezett értéke a visszapattanási érték, mely alapján meghatározható a próbatest nyomószilárdsági értéke. A vizsgálati hely visszapattanási értékét (a kalapács ütésirányával korrigálva) az összes leolvasás mediánjaként kell megadni. Amennyiben az összes leolvasás 20%-ának mediántól való eltérése meghaladja a 25%-ot, akkor a teljes leolvasási sorozatot el kell vetni. A vizsgálatot Proceq OS8000 N digitális Schmidt-kalapáccsal végeztem el. A digitális eszköz előnye, hogy a kalapácsot mobiltelefonnal összecsatlakoztatva és a gyártó által fejlesztett applikáció segítségével jóval gyorsabban és pontosabban lehet elvégezni a méréseket. A program az előzetesen beállított szabvány és konverziós görbe alapján, minden ütés alkalmával automatikusan elvégzi a korrekciót, illetve mutatja az egyes mérések, illetve a mérés végén a leolvasási sorozat megfelelését/nem megfelelését. Valamennyi próbakocka esetén az alsó és a felső nyomott felületen, előzetesen kijelölt 9-9 pontban hajtottam végre a leolvasási sorozatot, melyek kiértékelését a program automatikusan elvégezte. [146]

A betontörő géppel történő nyomószilárdság mérési módszerének elve, hogy az adott próbatestet a törésének eléréséig terheljük, majd a maximálisan elviselt terhelőerő és a nyomott felület alapján kiszámítjuk a próbatest nyomószilárdságát. Az eljárás úgy történik, hogy a próbatest teherhordó felületének előzetesen kiszámítjuk a területét. Ezután a próbatestet úgy helyezük a gépbe, hogy a terhelőerő a betonozás irányára merőleges legyen, illetve az alsó nyomólaphoz viszonyítva központosítjuk. A vizsgálatot Matest automata betontörő géppel végeztem el, melyen az MSZ EN 12390-3:2019 szabvány szerint beállítottam a feszültségnövekedési sebességet (11,25 kN/s), a kezdeti terhet (50.0 kN), valamint az adott próbatest nyomott felületének a területét. A törés elérését követően a gép automatikusan kijelzi a próbatest nyomószilárdságát. [145]

3.3.4. A próbatestek méret és tömeg visszamérésével kapcsolatos eredmények értékelése

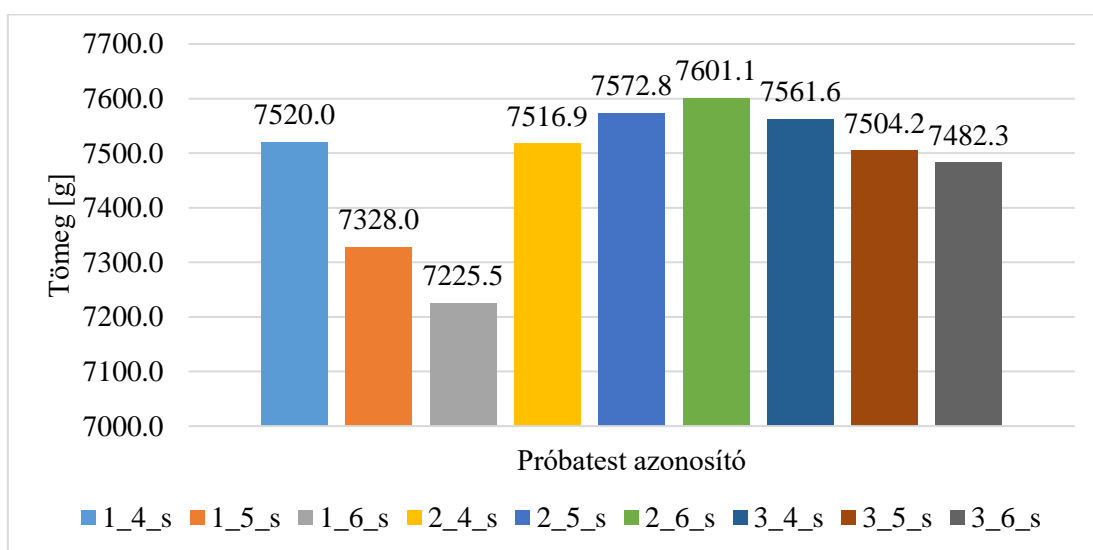
A próbakockák méret és tömeg visszamérésének értékét a 12-14. mellékletek tartalmazzák. Valamennyi turnus esetében a próbakockák labor levegőn, illetve sósavban történt áztatás utáni tömegének alakulását szemléltetik a 47-49. ábrák.



47. ábra: Kontroll próbakockák tömegének alakulása a három turnus esetében

Forrás: saját szerkesztés

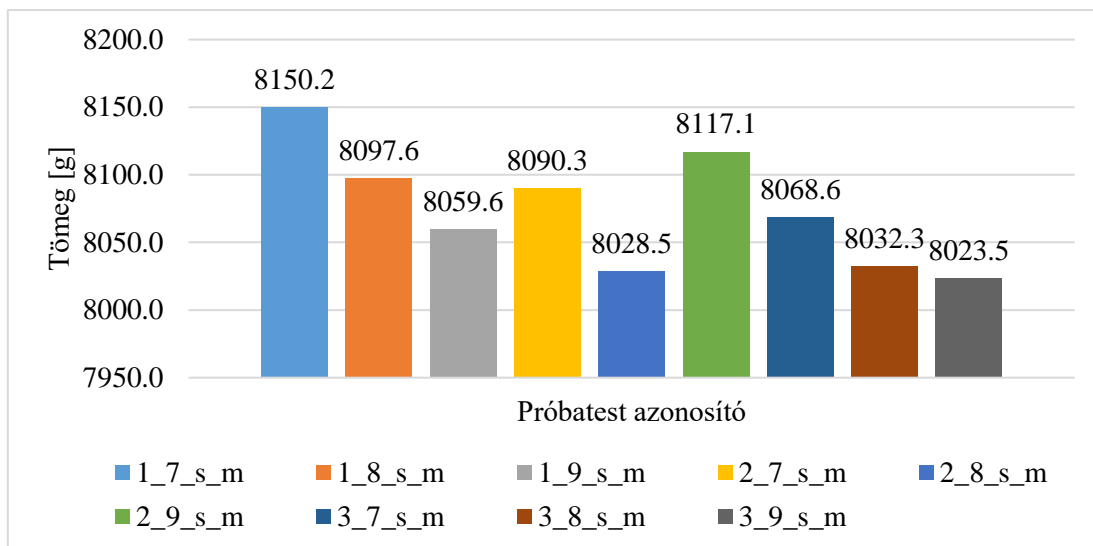
A 47. ábrán látható, hogy a kontroll próbakockák tömege jellemzően 7933,1-7969,5 g között alakult. Az 1_2_k azonosítójú kocka tömege haladja meg ezt (≈ 100 grammal), mely azonban még nem tekinthető számottevőnek.



48. ábra: Bevonat nélküli próbakockák tömegének alakulása a három turnus esetében

Forrás: saját szerkesztés

A 48. ábra alapján elmondható, hogy a 20%-os sósavban áztatott, bevonat nélküli próbatestek tömege a kontroll kockákhoz viszonyítva, az első turnus esetében átlagosan 634 grammal, a második turnus esetében átlagosan 384 grammal, a harmadik turnus esetében pedig átlagosan 436 grammal csökkent. Illetve az 1_5_s és az 1_6_s próbakockák kivételével, a többi próbatest tömege szintén szűk intervallumon belül változott.

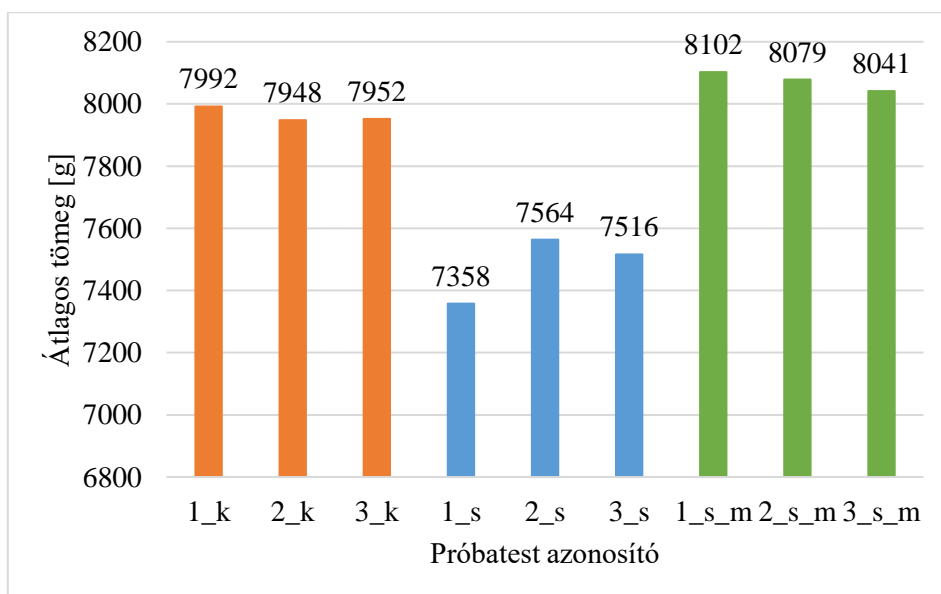


49. ábra: Bevonatolt próbakockák tömegének alakulása a három turnus esetében

Forrás: saját szerkesztés

A 49. ábrán látható, hogy a próbakockákra két rétegben felvitt epoxigyanta védőréteg a kockák tömegét kis mértékben (≈ 110 grammal) megnövelte. Valamint az is látható, hogy a 20%-os sósavban való áztatást követően (véltetően) nem következett be tömegcsökkenés. A bevonatolt próbakockák legnagyobb és legkisebb tömege között $126,7$ g különbség van, mely nem tekinthető jelentős különbségnek.

A kontroll, a bevonat nélküli és a bevonatolt próbakockák turnusok szerinti átlagos tömegét az 50. ábra szemlélteti.



50. ábra: Próbakockák átlagos tömegének alakulása a turnusok

szerinti összehasonlításban

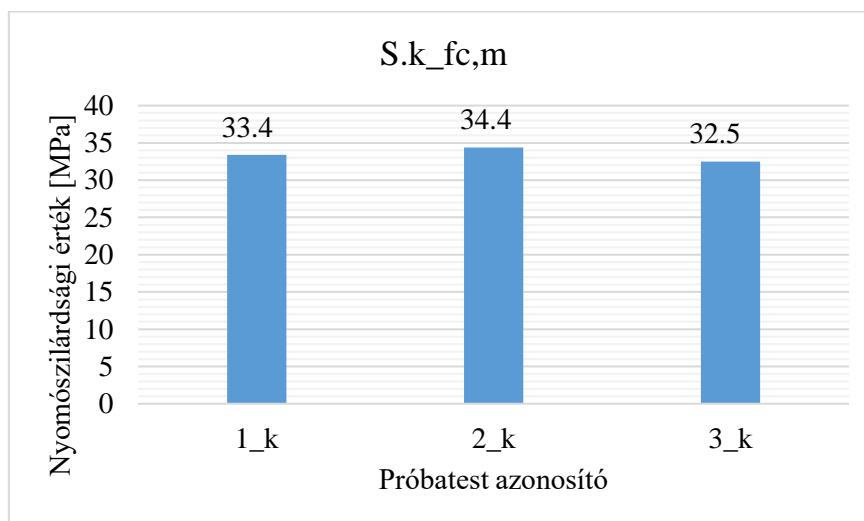
Forrás: saját szerkesztés

Az 50. ábra alapján elmondható, hogy a kontroll és a bevonatolt próbakockák turnusok szerinti átlagos tömege szűk tartományon belül változik. Ugyanakkor a bevonat nélküli próbatestek esetében is csak az első turnushoz tartozó próbakockák átlagos tömege tér el némileg nagyobb mértékben a másik két turnushoz képest. Továbbá az 50. ábra azt is jól szemlélteti, hogy a két rétegben felvitt epoxigyanta védőréteg csupán minimális mértékben növeli meg a próbatestek tömegét, viszont a védőbevonat nélküli próbakockák tömegét a 20%-os sósav, oldódásos korrózió révén, jelentős mértékben csökkentette.

3.3.5. A próbatestek roncsolásmentes nyomószilárdság mérésével kapcsolatos eredmények értékelése

A próbakockák roncsolásmentes módszer szerinti nyomószilárdság értékét a 12-14. mellékletek tartalmazzák. Valamennyi turnus esetében a próbakockák labor levegőn, illetve sósavban történt áztatás utáni nyomószilárdságának alakulását az 51-53. ábrák szemléltetik.

Az 51. ábrán látható, hogy a Schmidt-kalapáccsal végzett roncsolásmentes nyomószilárdsági értékek, az egyes turnusok tekintetében, szűk határon belül alakulnak. A legmagasabb átlagos nyomószilárdság (34,4 MPa) a második turnusban, míg a legalacsonyabb (32,5 MPa) a harmadik turnusban volt.



51. ábra: Kontroll próbakockák roncsolásmentes módszer szerinti átlagos nyomószilárdságának alakulása a három turnus esetében

Forrás: saját szerkesztés

Az 52. ábra alapján elmondható, hogy a 20%-os sósavban áztatott, bevonat nélküli próbakockák átlagos nyomószilárdsági értéke a kontroll testekhez viszonyítva, minden turnus esetén csökkenést mutat. Ugyanakkor ezen csökkenések mértéke között nem vehető észre

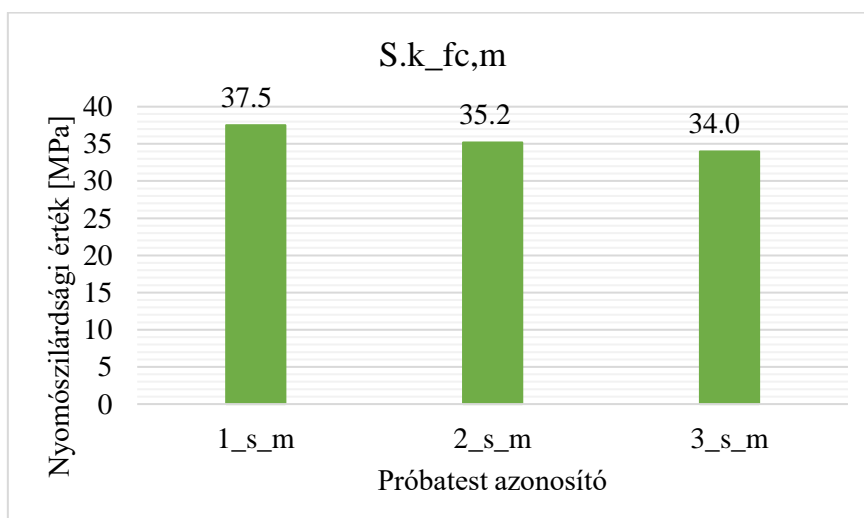
összefüggés, hiszen a legnagyobb eltérés (7,4 MPa) a második turnus esetén figyelhető meg, amelyhez tartozó kontroll próbakockák átlagos nyomószilárdsági értéke a legnagyobb volt.



52. ábra: Bevonat nélküli próbakockák roncsolásmentes módszer szerinti átlagos nyomószilárdságának alakulása a három turnus esetében

Forrás: saját szerkesztés

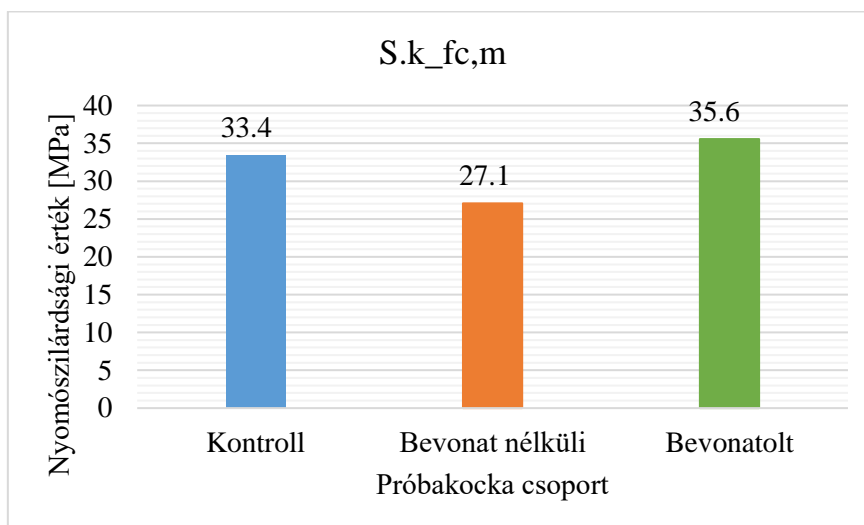
Az 53. ábrán azonban az látható, hogy a 20%-os sósavban áztatott, bevonatolt próbakockák esetében, a roncsolásmentes módszer szerinti átlagos nyomószilárdság érték minden turnus esetében növekedett a kontroll próbakockákhoz viszonyítva. A legnagyobb növekedés (4,1 MPa) az első turnus vonatkozásában figyelhető meg.



53. ábra: Bevonatolt próbakockák roncsolásmentes módszer szerinti átlagos nyomószilárdságának alakulása a három turnus esetében

Forrás: saját szerkesztés

Az 54. ábra a kitéti közeg és a bevonat szerinti összehasonlításban szemlélteti a próbakockák átlagos nyomószilárdsági értékeinek alakulását.



54. ábra: Próbakockák átlagos nyomószilárdsági értékeinek alakulása a kitéti közeg és a bevonat szerinti összehasonlításban

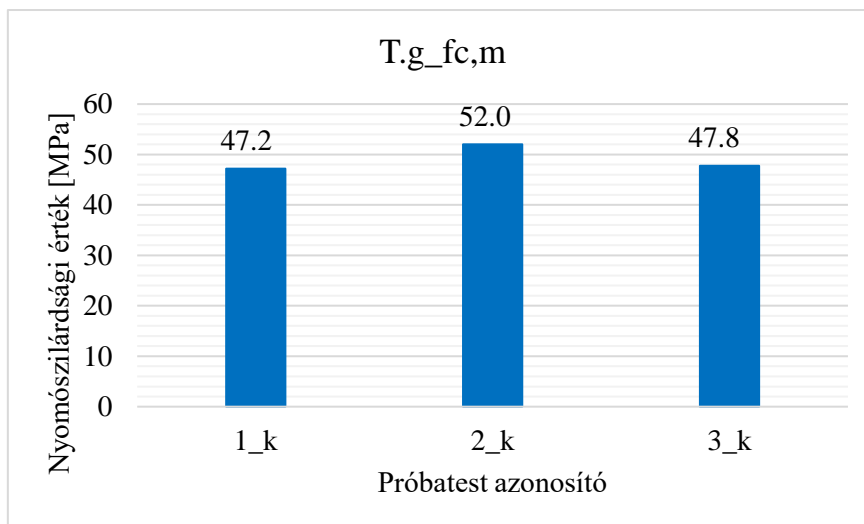
Forrás: saját szerkesztés

A fentiekben írtak összegzéseként és az 54. ábra alapján elmondható, hogy az epoxigyanta védőbevonat kis mértékben (2,2 MPa) növelte a próbakockák átlagos nyomószilárdságát, ugyanakkor ezt elenyésző mértékben tette. Azonban az, hogy a bevonat nélküli próbakockák átlagos nyomószilárdsága 6,3 MPa-lal marad el a kontroll próbakockákéhoz képest, nagyobb jelentőséggel bír.

3.3.6. A próbatestek roncsolásos nyomószilárdság mérésével kapcsolatos eredmények értékelése

A próbakockák roncsolásos módszer szerinti nyomószilárdság értékét a 12-14. mellékletek tartalmazzák. Valamennyi turnus esetében a próbakockák labor levegőn, illetve sósavban történt áztatás utáni átlagos nyomószilárdságának alakulását szemléltetik az 55-57. ábrák.

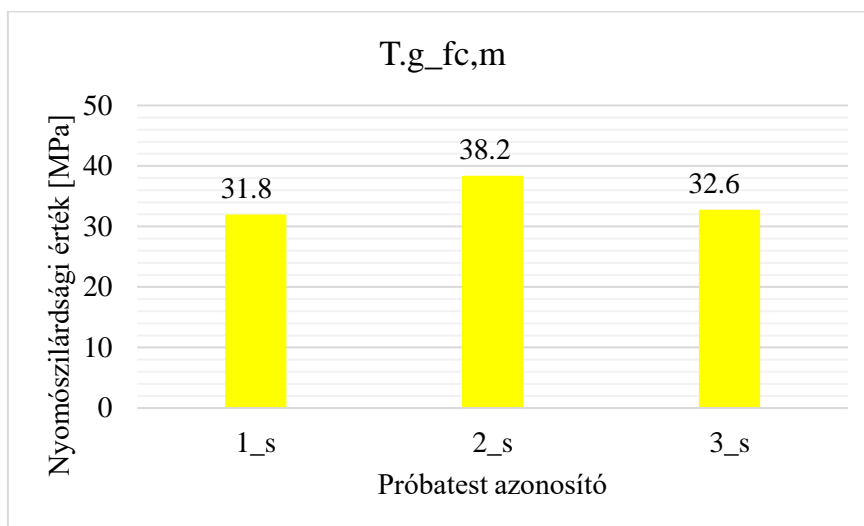
Az 55. ábrán látható, hogy a betontörő géppel végzett roncsolásos nyomószilárdsági értékek az egyes turnusok tekintetében, viszonylag szűknek mondható határon belül alakulnak. A legmagasabb átlagos nyomószilárdság (52,0 MPa) a második turnusban, míg a legalacsonyabb (47,2 MPa) az első turnusban volt. Ugyanakkor az első és a harmadik turnus átlagos nyomószilárdság értékei között elenyésző (0,6 MPa) különbség van. Az is megfigyelhető, hogy a betontörő gép szerinti átlagos nyomószilárdság értékek valamennyi turnus esetében meghaladják a Schmidt-kalapáccsal mértetket.



55. ábra: Kontroll próbakockák roncsolásos módszer szerinti átlagos nyomószilárdságának alakulása a három turnus esetében

Forrás: saját szerkesztés

Az 56. ábra alapján elmondható, hogy a 20%-os sósavban áztatott, bevonat nélküli próbakockák átlagos nyomószilárdsági értéke a kontroll testekhez viszonyítva, minden turnus esetében csökkenést mutat. Azonban az is látható, hogy az egyes turnusok között, az átlagos nyomószilárdság csökkenési mértéke tágabb tartományon belül (6,4 MPa) alakul, mint a kontroll próbakockák (4,8 MPa) esetében.

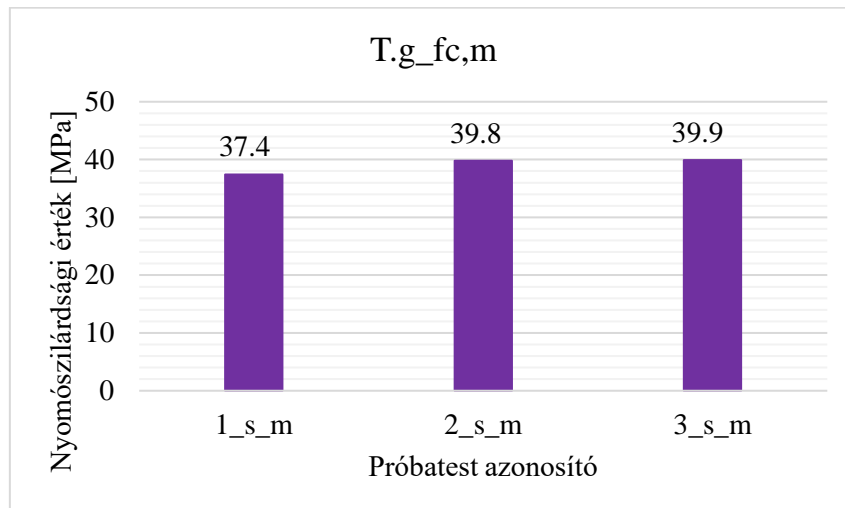


56. ábra: Bevonat nélküli próbakockák roncsolásos módszer szerinti átlagos nyomószilárdságának alakulása a három turnus esetében

Forrás: saját szerkesztés

Az 57. ábrán az látható, hogy a 20%-os sósavban áztatott, bevonatolt próbakockák esetében, a roncsolásos módszer szerinti átlagos nyomószilárdság érték minden turnus esetében

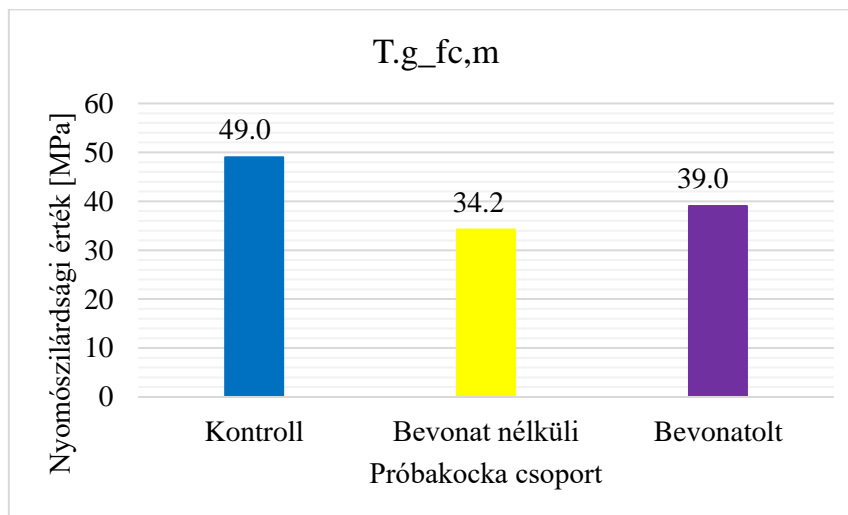
csökkent a kontroll próbakockákhoz viszonyítva. Tehát ebben az esetben a roncsolásmentes módszerhez képest ellentétes az eredmény. A legnagyobb csökkenés (12,2 MPa) a második turnus vonatkozásában figyelhető meg.



57. ábra: Bevonatolt próbakockák roncsolásos módszer szerinti átlagos nyomószilárdságának alakulása a három turnus esetében

Forrás: saját szerkesztés

Az 58. ábra a kitéti közeg és a bevonat szerinti összehasonlításban szemlélteti a próbakockák átlagos nyomószilárdsági értékének alakulását.



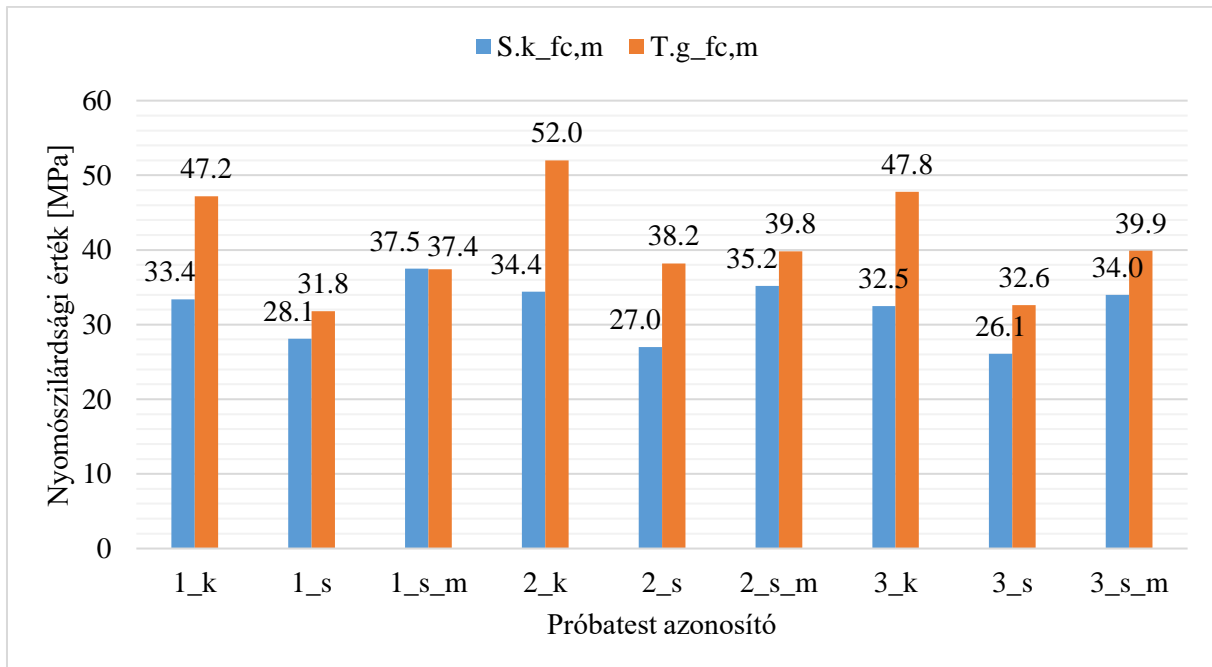
58. ábra: Próbakockák átlagos nyomószilárdsági értékének alakulása a kitéti közeg és a bevonat szerinti összehasonlításban

Forrás: saját szerkesztés

A fentiekben írtak összegzésként és az 58. ábra alapján elmondható, hogy a védőbevonat nélküli próbakockák átlagos nyomószilárdsága 14,8 MPa-lal marad el a kontroll

próbakockákéhoz képest. Míg a védőbevonattal ellátott próbatestek vonatkozásában ez a különbség jóval kisebb (10,0 MPa).

Az 59. ábrán az átlagos nyomószilárdsági értékek összehasonlítása látható a roncsolásmentes és a roncsolásos módszerek vonatkozásában.



59. ábra: A roncsolásmentes és a roncsolásos módszerek szerinti átlagos nyomószilárdsági értékek összehasonlítása

Forrás: saját szerkesztés

Az 59. ábra alapján jól megfigyelhető, hogy a Schmidt-kalapáccsal végzett mérések esetében, a kontroll próbatestek átlagos nyomószilárdsági értékei és a betontörő géppel végzett mérések ugyanezen értékei között nagyobb különbség van valamennyi turnust tekintve. Ugyanakkor ezen különbségek a sósavban áztatott, bevonat nélküli próbatestek esetében mérséklődtek. A sósavban áztatott, bevonatolt kockák vonatkozásában pedig további csökkenés figyelhető meg, mely során már-már kiegyenlítettnek tekinthetők.

3.4. Összegzés és részkövetkeztetések a 3. fejezethez

A beton szilárdsága, testsűrűsége, környezeti hatásoknak-, illetve a fizikai-, kémiai igénybevételeknek való ellenállósága elsődleges szempontoknak tekinthetők egy adott műtárgyszerkezet betonkeverékének meghatározásakor. Ebből adódóan fontos feladat a tervezés megkezdése előtt, az építmény alkalmazási környezetének és a funkciójának minél alaposabb megismerése. Sok esetben eltérő betonkeveréket és műszaki előírásokat kell

alkalmazni például a magasépítési-, a vízépítési-, illetve az ipari műtárgyszerkezetek tervezése és kivitelezése során. A tervezés vonatkozásában lényeges kezdeti kérdésnek számít például,

- hogy mely cement alkalmazható az adott környezeti osztály szerint,
- hogy mekkora az a minimális szilárdsági osztály, amelyet a szerkezet megfelelő tartósságának biztosítása érdekében alkalmazni kell,
- illetve, hogy milyen tervezési élettartam figyelembevételével kell a tervezési paramétereket meghatározni és a vizsgálati eredményeket értékelni.

Az épületek és tartószerkezetek élettartamát jellemzően ≤ 50 évre tervezik, azonban ez a monumentális építmények esetében 100 év. Mivel a tervezési élettartam hatással van többek között a beton nyomószilárdsági osztályára és a környezeti osztályára is, ezért a tervezési paramétereket és a vizsgálati eredményeket a tervezési élettartam figyelembevételével kell értékelni. Fontos azonban megjegyezni, hogy a tervezési élettartamnak mind az alul-, mind pedig a túlbecslése kockázatokkal, illetve szükségtelen teherrel járhat az üzemeltető/megbízó számára. Ezek alapján már a tervezési munkálatok elején törekedni kell a szerkezet használati élettartamának megfelelő tervezési élettartam megállapítására.

A tervezés során a szerkezetre ható erők mellett azon környezeti hatásokat is figyelembe kell venni, melyek az adott műtárgyszerkezet üzemelési viszonyai között jelentkezhetnek. A megszilárdult betont érő környezeti hatásokat az MSZ 4798:2016 szabvány környezeti osztályokba sorolja. A környezeti osztály jelentősége elsősorban azzal magyarázható, hogy az adott osztály kritériumai alapján meg lehet adni a friss- és a megszilárdult betonnal szemben támasztott főbb követelményeket. Ha a tervezés és a kivitelezés során a szabványok előírásai és tervezési kritériumai betartásra kerülnek, akkor az adott vasbeton szerkezet (tervezett élettartama alatt és a megfelelően elvégzett karbantartási tevékenységek mellett) eleget tesz a tartóssági követelményeknek.

Az ipari létesítmények szerkezeteivel szemben magasabb elvárások vannak mind a tartósságot, mind a külső hatásokkal szembeni ellenállóképességet illetően. Gyakorlati tapasztalatok alapján megállapítható, hogy minél tömörebb a beton, annál nagyobb a nyomószilárdsága, illetve a vízzárósága is. számos kutató kísérlettel igazolta, hogy a cementkő-, illetve a beton nyomószilárdsága függ a porozitástól. A beton porozitása pedig nagyban függ például a V/C tényezőtől és az adalékanyag porozitásától.

A beton károsodását kiváltó okok közül az egyik legjelentősebbnek tekinthetők a különböző korróziós hatások. A megalapozó kísérlet összegzéseként elmondható, hogy a nátrium-hidroxidban áztatott próbakockák esetében kisebb, a sósavban áztatott próbakockák

esetében pedig igen jelentős mértékben csökkent a nyomószilárdsági érték. Ezáltal megerősítést nyert a kémiai korróziós környezeti osztálynak megfelelő betonkeverék megválasztásának jelentősége.

Az üzemek rendszeres és megfelelő karbantartása kiemelt jelentőséggel bír. Ebből kifolyólag a veszélyes folyadék tárolótartályok, tároló-létesítmények és csatlakozó szerelvényeik vonatkozásában az üzemeltetők alapvetőnek vehető érdeke és felelőssége a rendszeres és megfelelően elvégzett karbantartási tevékenység elvégzése.

A kémiailag agresszív anyagok a beton duzzadásos, vagy oldódásos korrózióját, esetlegesen azok egyidejű hatását okozhatják. Mivel mindkét esetben a (vas)beton szerkezet károsodása, súlyos esetben tönkremenetele következhet be, így a terület vizsgálata kiemelt jelentőséggel bír a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek vonatkozásában. Míg a duzzadásos korrózióval szembeni védekezés már több évtizedes múltra tekint vissza, addig az oldódásos betonkorrózió elleni védekezési módszerek még kiforratlanabbnak tekinthetők. Ez azzal magyarázható, hogy az oldódásos betonkorrózió igen sokrétű jelenség, így a megelőzése és kezelése is összetettebb eljárás módokat igényel.

Laboratóriumi vizsgálat keretében tanulmányoztam egy az ipari gyakorlatban jellemzően alkalmazott betonkeveréknek – az előzetesen meghatározott környezeti osztályok kritériumainak való megfeleltetését követően – egy agresszív kémiai anyaggal szembeni ellenálló képességét. Az agresszív kémiai anyagként 20%-os sósavat használtam, melybe belehelyeztem a meghatározott betonrecept szerint elkészített bevonat nélküli, illetve (epoxigyanta védőréteggel) bevonatolt próbakockákat. A próbatestek agresszív anyagnak való kitéti ideje 24, 72, illetve 144 órában került megállapításra. Ennek megfelelően három turnusban hajtottam végre a próbakockákkal kapcsolatos méréseket.

A vizsgálat során elvégzett mérések három csoportra bonthatók. Az elsőben elvégeztem a próbakockák méretének és tömegének visszamérését, a másodikban roncsolásmentes vizsgálattal mértem meg a próbakockák nyomószilárdságát, a harmadikban pedig szintén a kockák nyomószilárdságát határoztam meg, azonban roncsolásos vizsgálattal. A méret és a tömeg mérési eredményei alapján elmondható, hogy a két rétegben felvitt epoxigyanta védőréteg csupán minimális mértékben növeli meg a próbatestek tömegét, viszont a védőbevonat nélküli próbakockák tömege a 20%-os sósav okozta oldódásos korrózió révén, jelentős mértékben csökkent. A bevonat nélküli próbakockák átlagos nyomószilárdsága jelentős mértékben elmarad a kontroll próbakockákéhoz képest. A nyomószilárdság meghatározását célzó roncsolásos módszer eredményei alapján pedig megállapítható, hogy amíg a védőbevonat nélküli próbakockák átlagos nyomószilárdsága elmarad a kontroll

próbakockákéhoz képest, addig a bevonattal ellátott próbatestek tekintetében ez a különbség jóval kisebb. Továbbá megállapítható, hogy a Schmidt-kalapáccsal végzett mérések esetében a kontroll próbatestek átlagos nyomószilárdsági értékei és a betontörő géppel végzett mérések ugyanezen értékei között (valamennyi turnust tekintve) nagyobb a különbség. Azonban ezek a különbségek a sósavban áztatott, bevonat nélküli próbatestek esetében mérséklődtek, valamint a bevonatolt próbakockák tekintetében tovább redukálódtak, mely során szinte már kiegyenlítettnek tekinthetők.

A fentiek alapján a 3. fejezethez levonható részkövetkeztetések az alábbi pontokban foglalhatók össze:

1. A veszélyes tevékenységet folytató üzemek területén lévő (vas)beton szerkezetek tartóssága és a különböző környezeti hatásokkal szembeni ellenállóképessége kulcsfontosságú az üzem műszaki biztonsági és katasztrófavédelmi-iparbiztonsági szempontból megfelelő működése miatt. Éppen ezért már a tervezési fázisban kiemelt jelentőséggel bír a betontechnológia megválasztásánál az üzem tevékenységi körének megfelelő környezeti osztályok meghatározása. A megalapozó kísérlet eredményei alapján megerősítésre került a kémiai korróziós környezeti osztálynak (azaz a tárolótartályban, tároló-létesítményben tárolt veszélyes folyadék fizikai és kémiai tulajdonságainak) megfelelő betonkeverék megválasztásának jelentősége.
2. Az üzemek rendszeres és megfelelő karbantartása kulcsfontosságú a hatékonysági, a műszaki biztonsági, valamint a katasztrófavédelmi-iparbiztonsági követelmények teljesítése miatt. Ebből kifolyólag a veszélyes folyadék tárolótartályok, tároló-létesítmények és csatlakozó szerelvényeik vonatkozásában, az üzemeltetők részére kidolgozásra került egy karbantartási modell. Ezen ajánlott séma révén megvalósítható az üzem és ezáltal létesítményeinek, berendezéseinek, eszközeinek biztonságos, megbízható, valamint hatékony működése.
3. Egy esetleges tárolótartály, tároló-létesítmény sérülése esetén a szivárgó/kiáramló kémiaileg agresszív folyadék révén a vasbeton kármentő medence betonfelülete, illetve a behatás mélységétől függően a beton belsőbb részei is károsodhatnak, súlyosabb esetben tönkre is mehetnek. Az elvégzett laboratóriumi vizsgálat eredményei alapján megállapítható, hogy a káresemény elhárítását és az érintett betonfelületek megtisztítását követően,

roncsolásmentes módszerrel (Schmidt-kalapács) a betonfelület nyomószilárdsági értéke jól közelíthető. Ebből adódóan a káreseményt követően ajánlott, a felső réteg megtisztítását követően, a Schmidt-kalapáccsal történő nyomószilárdsági vizsgálat elvégzése. Majd ezt követően, a vizsgálat eredménye alapján annak eldöntése, hogy a kármentő medence elbontása, vagy pedig javítása/felújítása a szükséges lépés. Ugyanakkor már a létesítés során javasolt a vasbeton kármentő medencék vonatkozásában védőréteg alkalmazása, melyre a vegyszerálló epoxigyanta kiválóan alkalmas. Továbbá a már meglévő felfogóterek esetén javasolt a védőréteg felvitelének karbantartási ütemtervben való rögzítése.

ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK

I. A felfogóterekkel kapcsolatos releváns jogszabályok és előírások elemzése és értékelése területén

Az első fejezetben fő kutatási célkitűzésem volt a felfogóterek létesítésével összefüggésben a releváns jogszabályi és műszaki előírások körének elemzése és értékelése, mely alapján a következő összegzett következtetésekre jutottam:

1. Az üzemi felfogótereket a jogszabályok, az útmutatók és a szabványok a katasztrófavédelmi-iparbiztonsági és a műszaki biztonsági aspektusok vonatkozásában is a tárolótartályok, tároló-létesítmények kapcsolódó védelmi elemének tekintik. Ezek alapján megállapítható, hogy speciálisan a felfogóterekre irányuló ellenőrzési, felülvizsgálati, karbantartási tevékenységek nem kerültek megállapításra.
2. A „Releváns szakirodalom áttekintése”, valamint a „Jogszabályi környezet” fejezetekben leírtak alapján azonban egyértelműen levonható következtetés, hogy a felfogóterek másodlagos védelmi zárként kiemelt jelentőséggel bírnak. Ebből kifolyólag javasolt a vonatkozó jogszabályokban, útmutatókban és szabványokban a felfogóterekkel kapcsolatos tervezési, létesítési, ellenőrzési, felülvizsgálati és karbantartási tevékenységeinek kiemelten történő kezelése.
3. Az előző két pont alapján javasolt a felfogóterek tervezésénél megfelelő méretezési gyakorlat kidolgozása, továbbá a felfogóterek építési alapanyag használatára vonatkozó konkrét ajánlások megfogalmazása. Ezáltal elérhetővé válik a tárolási technológia, tárolási körülmények és a tárolt anyagnak leginkább megfelelő felfogótér létesítése. Ezek mellett az üzemeltetőnek javasolt a reaktív helyett, a preventív jellegű karbantartási stratégiák alkalmazására történő átállás és a hatóság részéről ennek magasabb szintű kontrollja.

A fenti következtetésekre alapozva igazoltnak látom az 1. hipotézisemben leírtak teljesülését, amellyel megalapoztam az 1. tudományos kutatási eredményemet.

II. Új méretezési módszer kifejlesztése a biztonságos felfogóterek tervezésének területén

A második fejezetben kutatási célkitűzésem volt a felfogóterek méretezésére vonatkozó módszerek kutatása és új metodika kifejlesztése, mely eredményei alapján az alábbi összegzett következtetésekre jutottam:

1. A vonatkozó szakirodalomban számos felfogótér méretezési módszer lelhető fel, melyek jellemzően a „110%-os szabályra” épülnek. Ugyanakkor ezen módszerek többsége nem veszi figyelembe az esetleges káresemény során a kiáramló veszélyes folyadéknek a felfogótér falán történő átfolyási kockázatát. Így egy ilyen esemény során a nem megfelelően méretezett felfogótér nem tudja maradéktalanul betölteni a funkcióját.
2. Az újonnan kifejlesztett módszer I. összetevője az optimális felfogótér méretezésére irányul. Ezen összetevővel biztosítható az a minimális falmagasság, amely esetén a felfogótér megfelel a „110%-os szabálynak”, valamint a sérülés során kiáramló folyadék átfolyási kockázata is kizárható.
3. Az újonnan kifejlesztett módszer II. összetevője a tartály fala és a felfogótér fala közötti adott távolság esetén adja meg azt a minimális falmagasságot, amellyel biztosítható a „110%-os szabálynak” való megfelelés, és a kiáramló folyadék falon történő átfolyásának kizárása.
4. A megfelelően méretezett felfogótér biztosítja, hogy tartálysérülés/szivárgás esetén korlátolt felületű „tócsa” alakuljon ki. A korlátolt tócsafelület kisebb veszélyességi zónákat eredményez, ezáltal a biztonsági távolságok is kisebbek lehetnek. Ezért javasolt a következményelemző szoftvereknek az újonnan kifejlesztett módszer II. összetevője alapján számított paraméterekkel történő kiegészítése.

A fenti következtetéseim alapján igazoltnak látom a 2. hipotézisem teljesülését, mely a 2. tudományos kutatási eredményemet alapozza meg.

III. A karbantartási, illetve vasbeton felfogóterekkel kapcsolatos alapelvek és ajánlások megfogalmazása területén

A harmadik fejezetben fő kutatási célkitűzésem volt az üzemeltetés/karbantartás vonatkozásában a műszaki- és hatósági ellenőrzés szempontjainak, továbbá a vasbeton felfogóterekkel kapcsolatos kutatások elemzése és ajánlásoknak a kidolgozása, mely alapján a következő összegzett következtetésekre jutottam:

1. A veszélyes tevékenységet folytató üzemek területén lévő (vas)beton szerkezetek tartóssága és a különböző környezeti hatásokkal szembeni ellenállóképessége kulcsfontosságú az üzem műszaki biztonsági és katasztrófavédelmi-iparbiztonsági szempontból megfelelő működése miatt. Éppen ezért már a tervezési fázisban kiemelt jelentőséggel bír a betontechnológia megválasztásánál az üzem tevékenységi körének megfelelő környezeti osztályok meghatározása. A megalapozó kísérlet eredményei alapján megerősítésre került a kémiai korróziós környezeti osztálynak (azaz a tárolótartályban, tároló-létesítményben tárolt veszélyes folyadék fizikai és kémiai tulajdonságainak) megfelelő betonkeverék megválasztásának jelentősége.
2. Az üzemek rendszeres és megfelelő karbantartása kulcsfontosságú a hatékonysági, a műszaki biztonsági, valamint a katasztrófavédelmi-iparbiztonsági követelmények teljesítése miatt. Ebből kifolyólag a veszélyes folyadék tárolótartályok, tároló-létesítmények és csatlakozó szerelvényeik vonatkozásában, az üzemeltetők részére kidolgozásra került egy karbantartási modell. Ezen ajánlott séma révén megvalósítható az üzem és ezáltal létesítményeinek, berendezéseinek, eszközeinek biztonságos, megbízható, valamint hatékony működése.
3. Egy esetleges tárolótartály, tároló-létesítmény sérülése esetén a szivárgó/kiáramló kémiaileg agresszív folyadék révén a vasbeton kármentő medence betonfelülete, illetve a behatás mélységétől függően a beton belsőbb részei is károsodhatnak, súlyosabb esetben tönkre is mehetnek. Az elvégzett laboratóriumi vizsgálat eredményei alapján megállapítható, hogy a káresemény elhárítását és az érintett betonfelületek megtisztítását követően, roncsolásmentes módszerrel (Schmidt-kalapács) a betonfelület nyomószilárdsági értéke jól közelíthető. Ebből adódóan a káreseményt követően ajánlott, a felső réteg megtisztítását követően, a Schmidt-kalapáccsal történő

nyomószilárdsági vizsgálat elvégzése. Majd ezt követően, a vizsgálat eredménye alapján annak eldöntése, hogy a kármentő medence elbontása, vagy pedig javítása/felújítása a szükséges lépés. Ugyanakkor már a létesítés során javasolt a vasbeton felfogóterek vonatkozásában védőréteg alkalmazása, melyre a vegyszerálló epoxigyanta kiválóan alkalmas. Továbbá a már meglévő felfogóterek esetén javasolt a védőréteg felvitelének karbantartási ütemtervben való rögzítése.

A fenti következtetéseim alapján igazoltnak látom a 3. hipotézisem teljesülését, mely a 3. tudományos kutatási eredményemet alapozza meg.

ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

Kutatómunkám alapján az alábbi **új tudományos eredmények elfogadására teszek javaslatot:**

1. A tárolótartályok, tároló-létesítmények és a hozzájuk szervesen kapcsolódó felfogóterek létesítésével összefüggésben, a releváns jogszabályi és műszaki előírások körének elemzése és értékelése kapcsán elvégzett kutatás alapján
 - a) **azonosítottam** a tárolótartályok, tároló-létesítmények és az azok elemének tekintett felfogóterekkel kapcsolatos jogszabályokat, műszaki biztonsági előírásokat és útmutatókat;
 - b) melyek elemzése és értékelése során **megállapítottam**, hogy azokban speciálisan a felfogóterekre irányuló ellenőrzési, felülvizsgálati és karbantartási tevékenységek nem kerültek megállapításra;
 - c) ezek alapján **javaslatot tettem** a vonatkozó jogszabályokban, útmutatókban és szabványokban a felfogóterekkel kapcsolatos tervezési, létesítési, ellenőrzési, felülvizsgálati és karbantartási tevékenységek kiemelten történő kezelésére.
2. A felfogóterek méretezésére vonatkozó módszerek kutatására és az új metodika kifejlesztésére irányuló vizsgálatok eredményeinek átfogó elemzését és vizsgálatát követően
 - a) **megállapítottam**, hogy a szakirodalomban fellelhető felfogótér méretezési módszerek jellemzően a „110%-os szabályra” épülnek, ezáltal a módszerek többsége nem veszi figyelembe a sérülésen keresztül kiáramló folyadéknek a felfogótér falán történő átfolyási kockázatát;
 - b) ezzel összefüggésben **kifejlesztettem** egy új módszert, mely
 - i. I. összetevőjével biztosítható az a minimális falmagasság, amely esetén a felfogótér megfelel a „110%-os szabálynak”, valamint a sérülésen kiáramló folyadék átfolyási kockázata is kizárható
 - ii. II. összetevőjével pedig a tartály fala és a felfogótér fala közötti adott távolság esetén meghatározható az a minimális felfogótér falmagasság, amellyel biztosítható a „110%-os szabálynak” való megfelelés, és a kiáramló folyadék falon történő átfolyásának kizárása;

- c) a fentiekben leírtak alapján **javaslatot tettem** a következményelemző szoftvereknek az értekezésben leírt új módszer II. összetevője alapján számított felfogótér paraméterekkel történő kiegészítésére.
3. Az üzemeltetés/karbantartás vonatkozásában a műszaki- és hatósági ellenőrzés szempontjainak, továbbá a vasbeton felfogóterekkel kapcsolatos kutatások elemzése és ajánlások kidolgozására irányuló vizsgálatokat követően
- a) szakirodalmi forrásokból kiindulva és az elvégzett megalapozó kísérlet eredményei alapján **megerősítettem** a veszélyes tevékenységet folytató üzemek (vas)beton szerkezetei esetében a kémiai korróziós környezeti osztálynak megfelelő betonkeverék megválasztásának jelentőségét;
 - b) a rendszeres és megfelelő karbantartás számos aspektus vonatkozásában kulcsfontosságú elem, ezzel összefüggésben **kidolgoztam** egy karbantartási modellt, mely révén megvalósítható az üzem és ezáltal létesítményeinek, berendezéseinek, eszközeinek biztonságos, megbízható, valamint hatékony működése;
 - c) az elvégzett laboratóriumi vizsgálat eredményei alapján **megállapítottam**, hogy a káresemény elhárítását és az érintett betonfelületek megtisztítását követően, roncsolásmentes módszerrel jól közelíthető a betonfelület nyomószilárdsági értéke
 - d) ugyancsak az elvégzett laboratóriumi vizsgálat eredményei alapján **javaslatot tettem** arra vonatkozóan, hogy a vasbeton felfogóterek esetében a védőréteg már a létesítés során kerüljön alkalmazásra, illetve a már meglévő szerkezet tekintetében a védőréteg felvitele kerüljön rögzítésre a karbantartási ütemtervben.

Az értekezés hipotéziseinek, kutatási célkitűzéseinek és tudományos eredményeinek egymásra épülését a 15. melléklet szemlélteti.

AZ ÉRTEKEZÉS AJÁNLÁSAI

Az értekezés részleges és összegzett következtetéseinek és tudományos eredményeinek alapján az alábbi ajánlások megfontolására teszek javaslatokat:

1. A veszélyes folyadékok vagy olvadékok tárolótartályainak, tárolólétesítményeinek katasztrófavédelmi-iparbiztonsági és műszaki biztonsági keretrendszerének felülvizsgálata során javaslom az értekezésben bemutatott indoklás mentén, a vizsgálati eredmények alapján tett megállapításokat figyelembe venni a felfogóterekkel kapcsolatos kritériumok meghatározása során.
2. Javaslom a gyakorlatban alkalmazott következményelemző szoftvereknek az értekezésben leírt új módszer (de legalább a II. összetevője) alapján számított felfogótér paraméterekkel történő kiegészítését.
3. Javaslom a kidolgozott karbantartási modell üzemeltetői alkalmazását és hatósági ellenőrzési szempontrendszerként történő használatát, mely révén megvalósítható az üzem és ezáltal létesítményeinek, berendezéseinek, eszközeinek biztonságos, megbízható, valamint hatékony működése.
4. Ajánlom megfontolásra a vasbeton felfogóterek esetében, hogy a védőréteg már a létesítés során kerüljön alkalmazásra, illetve a már meglévő szerkezet tekintetében a védőréteg felvitele kerüljön rögzítésre a karbantartási ütemtervben.

AZ EREDMÉNYEK GYAKORLATI FELHASZNÁLHATÓSÁGA

Az értekezés kutatási eredményeit az alábbiak szerint javaslom felhasználni:

1. Az értekezésben leírt katasztrófavédelmi és azon belül az iparbiztonsági jogi szabályozással, illetve a veszélyes anyaggal kapcsolatos tevékenységek esetén a kárelhárítással kapcsolatos elemzések és értékelések felhasználhatók az állami, az önkormányzati és az üzemeltetői szakfeladatok végrehajtásának fejlesztésére, illetve szakmai és műszaki kutatások tudományos megalapozására.
2. A felfogóterek méretezésével kapcsolatos vizsgálataim eredményei felhasználhatók a létesítési, ellenőrzési és felülvizsgálati dokumentációk elkészítéséhez, valamint ezekkel összefüggésben a következményelemző szoftverek továbbfejlesztéséhez.
3. A karbantartási, illetve vasbeton felfogóterekkel kapcsolatos alapelvekkel és ajánlásokkal kapcsolatos vizsgálataim eredményei felhasználhatók a konkrét műszaki képességek létrehozásához szükséges műszaki leírások, létesítési-, üzemeltetési és karbantartási tervdokumentációk elkészítéséhez, valamint az alkalmazási lehetőségek fejlesztéséhez.
4. Továbbá értekezésem oktatási segédletként is felhasználható a felsőoktatási intézmények katasztrófavédelmi és műszaki képzései, a gazdálkodó szervezetek képzései, illetve azok fejlesztése esetén.

Budapest, 2024. május 31.

Berger Ádám

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Jian-Feng Yang, Peng-Chao Wang, Xin-Yong Liu, Ming-Cheng Bian, Liang-Chao Chen, Si-Yun Lv, Jin-Fu Tao, Guan-Yu Suo, Shen-Qing Xuan, Ru Li, Jian-Wen Zhang, Chi-Min Shu, Zhan Dou: Analysis on causes of chemical industry accident from 2015 to 2020 in Chinese mainland: A complex network theory approach. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Volume 83. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2023.105061> (2023)
- [2] Ross L. Manley, Elisa Alonso, Nedal T. Nassar: A model to assess industry vulnerability to disruptions in mineral commodity supplies. *Resources Policy*, Volume 78. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102889> (2022)
- [3] Szakál Béla, Cimer Zsolt, Kátai-Urbán Lajos, Sárosi György, Vass Gyula: Módszertani kézikönyv a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezéssel foglalkozó gyakorló szakemberek részére. Szerk.: Cimer Zsolt. Budapest, Magyarország: Hungária Veszélyesáru Mérnöki Iroda, 175 p. ISBN 978-615-00-7402-3 (2020)
- [4] Berger Ádám: Evaluation of the Experience of International Accidents Related to the Storage and Handling of Ammonium Nitrate Fertilisers. *Hadmérnök*, 17(2), 129–145. <https://doi.org/10.32567/hm.2022.2.9> (2022)
- [5] Berger Ádám, Cimer Zsolt: Katasztrófák és következmények, az ammónium-nitrát műtrágya veszélyei. *Katasztrófák és következmények, az ammónium-nitrát műtrágya veszélyei*. In: Hábermayer Tamás Varga István, Ackermann Zsuzsanna (szerk.): *Katasztrófák és következmények, segítők és áldozatok*. Szekszárd, Magyarország: Tolna Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság, pp. 103-117., 15 p. ISBN 978-615-82022-1-3 (2022)
- [6] Cimer Zsolt, Kátai-Urbán Lajos, Vass Gyula: Katasztrófa-kockázatok, a településrendezési tervezés szerepe a megelőzésben. In: Hábermayer, Tamás (szerk.): *Katasztrófák, kockázatok, önkéntesek*. Szekszárd, Magyarország: Tolna Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság, pp. 56-63., 8 p. ISBN 978-615-00-8297-4 (2020)
- [7] Ping Yang, Xianjia Huang, Lan Peng, Zeming Zheng, Xiaodong Wu, Chaoliang Xing: Safety evaluation of major hazard installations based on regional disaster system theory. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Volume 69. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2020.104346> (2021)

- [8] Berger Ádám: A veszélyesanyag-tárolótartályok tervezésének iparbiztonsági aspektusai. *Hadmérnök*, 16(3), pp. 81–96. <https://doi.org/10.32567/hm.2021.3.5> (2021)
- [9] Berger Ádám: Veszélyesanyag-tároló tartály üzemeltetésének iparbiztonsági feltételrendszere. *Műszaki Katonai Közlöny*, 31(3), pp. 17-31. <https://doi.org/10.32562/mkk.2021.3.2> (2021)
- [10] Mashel Gonyora, Esther Ventura-Medina: Investigating the relationship between human and organisational factors, maintenance, and accidents. The case of chemical process industry in South Africa. *Safety Science*, Volume 176, pp. 1-20. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2024.106530> (2024)
- [11] Mojtaba Emkani, Mohammad Yazdi, Esmail Zarei, Karen Klockner, Moslem Alimohammadlou, Mojtaba Kamalinia: Advancing understanding of vulnerability assessment in process industries: A systematic review of methods and approaches. Volume 107. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2024.104479> (2024)
- [12] James I. Chang, Cheng-Chung Lin: A study of storage tank accidents. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 19(1), pp. 51-59. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2005.05.015> (2006)
- [13] Karan Sotoodeh: Chapter 8 - Inspection of storage tanks. In: Karan Sotoodeh: *Storage Tanks Selection, Design, Testing, Inspection, and Maintenance*. Elsevier, pp. 253-270. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-23909-0.00010-2> (2024)
- [14] Vass Gyula: A klímaváltozás és az ipari balesetek kialakulásának kockázata. *AGRO-21 FÜZETEK*, 11(36), pp. 64-88. (2004)
- [15] 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. (Megtekintés dátuma: 2024. május 9.)
- [16] 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról. (Megtekintés dátuma: 2024. május 9.)
- [17] 234/2011. (XI. 10.) Korm. rendelet a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény végrehajtásáról. (Megtekintés dátuma: 2024. május 9.)
- [18] 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről. (Megtekintés dátuma: 2024. május 9.)
- [19] Jianfeng Zhou, Genserik Reniers: Area impact analysis of chemical installations and critical installations identification. *Process Safety and Environmental Protection*, Volume 150, pp. 522-531. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2021.04.044> (2021)

- [20] Jinkun Men, Guohua Chen, Genserik Reniers, Yue Wu, Hailing Huang: Experimental and numerical study on earthquake-fire coupling failure mechanism of steel cylindrical tanks. *Reliability Engineering & System Safety*, Volume 245. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2024.110016> (2024)
- [21] Yuqi Ding, Baishuai Li, Ye Lu, Ming Yang, Jiahe Zhang, Qiaozhen Li, Kai Liu: Study on tank damage and response of adjacent tanks in full time domain of detonation. *Heliyon*, 10(4). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24147> (2024)
- [22] K.G.V.K. De Silva, M.Y. Gunasekera, A.A.P. De Alwis: Development of a risk informed quantitative decision making framework for major accident hazards installations in Sri Lanka. *Process Safety and Environmental Protection*, Volume 162, pp. 965-977. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2022.04.074> (2022)
- [23] Karan Sotoodeh: Chapter 10 - Safety systems for storage tanks. In: Karan Sotoodeh: *Storage Tanks Selection, Design, Testing, Inspection, and Maintenance*. Elsevier, pp. 301-326. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-23909-0.00005-9> (2024)
- [24] Petr Trávníček, Petr Junga, Jan Kudělka, Luboš Kotek: Prevention of an atmospheric storage tank bund failure. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Volume 70. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2021.104438> (2021)
- [25] CEN EN 14620-1:2006 Design and manufacture of site built, vertical, cylindrical, flat-bottomed steel tanks for the storage of refrigerated, liquefied gases with operating temperatures between 0 °C and -165 °C - Part 1: General. (Megtekintés dátuma: 2024. május 9.)
- [26] EPA IPC Guidance Note on Storage and Transfer of Materials for Scheduled Activities. Ireland: Environmental Protection Agency, 132 p. ISBN: 1-84095-145-1 (2004)
- [27] Ian Walton: Containment systems for the prevention of pollution. Secondary, tertiary and other measures for industrial and commercial premises. Griffin Court, 15 Long Lane, London: CIRIA. ISBN: 978-0-86017-740-1 (2014)
- [28] Health and Safety Executive: The Fire at Allied Colloids Limited, Low Moor, Bradford. 21st July 1992. Online: <https://www.hse.gov.uk/comah/sragtech/casealliedcol92.htm>. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 8.)
- [29] Health and Safety Executive: Gas release at the bulk terminals complex, Chicago, Illinois. 26th April 1974. Online: <https://www.hse.gov.uk/comah/sragtech/casechicago74.htm>. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 8.)

- [30] Health and Safety Executive: Refinery fire at Feyzin. 4th January 1966. Online: <https://www.hse.gov.uk/comah/sragtech/casefeyzin66.htm>. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 8.)
- [31] Health and Safety Executive: Icmesa chemical company, Seveso, Italy. 10th July 1976. Online: <https://www.hse.gov.uk/comah/sragtech/techmeascontain.htm>. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 8.)
- [32] 1/2016. (I. 5.) NGM rendelet a veszélyes folyadékok vagy olvadékok tárolótartályainak, tároló-létesítményeinek műszaki biztonsági követelményeiről, hatósági felügyeletéről. (Megtekintés dátuma: 2024. május 9.)
- [33] 216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet a veszélyes folyadékok vagy olvadékok tárolótartályainak, tároló-létesítményeinek műszaki-biztonsági hatósági felügyeletéről. (Megtekintés dátuma: 2024. május 9.)
- [34] Yashoda Tammineni, Teja Dakuri: VIZAG GAS LEAK- A CASE STUDY ON THE UNCONTROLLED STYRENE VAPOUR RELEASE FOR THE FIRST TIME IN INDIA. EPRA International Journal of Research and Development (IJRD), 5(8), pp. 13-24. <https://doi.org/10.36713/epra2016> (2020)
- [35] British Geological Survey: Analysis of the Buncefield Oil Depot Explosion 11 December 2005. Online: https://quakes.bgs.ac.uk/research/events/buncefield_explosion.html. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 23.)
- [36] Berger Ádám: Súlyos balesetek káros hatásainak vizsgálata. Védelem Tudomány a Katasztrófavédelmi Online Szakmai, tudományos folyóirata, 6(2), pp. 175-191. (2021)
- [37] Nagy Sándor: A lakosságvédelmet érintő kockázatelemzés és kockázatkezelés fejlesztése. PhD értekezés. Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar - Katonai Műszaki Doktori Iskola, Magyarország, Budapest, (2019)
- [38] Berger Ádám, Kátai-Urbán Lajos, Cimer Zsolt: Soil Liquefaction as a Geological Risk, In: Bodnár László, Heizler György (szerk.): 2nd Fire Engineering & Disaster Management Prerecorded International Scientific Conference Védelem online – cooperated with the University of Public Service: Book of extended abstracts. Budapest, Magyarország: Nemzeti Közszolgálati Egyetem, pp. 121-123, 3 p. ISBN 978-615-01-5555-5 (2022)

- [39] BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság: Katasztrófatípusok, magatartási szabályok. Online: <https://www.katasztrofavedelem.hu/47/katasztrofatipusok-magatartasi-szabalyok>. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 25.)
- [40] euro news. (Rita Konya): Földrengések, hurrikánok, erdőtüzek – 2023, a természeti katasztrófák éve. Online: <https://hu.euronews.com/2023/12/28/foldrenges-hurrikan-erdotuz-2023-termeszeti-katasztrofa-visszatekintes>. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 25.)
- [41] The European Chemical Industry Council, AISBL – cefic: Facts and Figures 2022 - A vital part of Europe's Future. Online: <https://cefic.lademo.be/a-pillar-of-the-european-economy/facts-and-figures-of-the-european-chemical-industry/profile/#h-europe-is-the-second-largest-chemicals-producer-in-the-world>. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 25.)
- [42] The European Chemical Industry Council – cefic: Facts & Figures 2023. Online: https://cefic.org/app/uploads/2023/12/2023_Facts_and_Figures_The_Leaflet.pdf. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 25.)
- [43] Chao Chen, Genserik Reniers: Chemical industry in China: The current status, safety problems, and pathways for future sustainable development. *Safety Science*, Volume 128, p. 13. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104741> (2020)
- [44] The European Chemical Industry Council – cefic: Care For People and Planet. Online: <https://cefic.org/a-solution-provider-for-sustainability/cefic-sustainable-development-indicators/care-for-people-and-planet/>. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 25.)
- [45] European Commission: JRC Science Hub, MINERVA Portal - Seveso tier. Online: <https://emars.jrc.ec.europa.eu/en/emars/statistics/statistics>. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 25.)
- [46] Google, INEGI, TerraMetrics: Was there a chemical incident in your area recently? Online: https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1zCj2AS1ynDT__bvSw_NadCU5vaNdNuXW&ll=36.7631924277653%2C-97.06501198727993&z=5. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 25.)
- [47] Központi Statisztikai Hivatal: Helyzetkép 2021. Online: <https://ksh.hu/s/helyzetkep-2021/#/kiadvany/ipar/az-ipari-termeles-volumenvoltozasa-az-elozo-evhez-kepest-az-europai-unio-tagallamaiban-2021>. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 25.)

- [48] Központi Statisztikai Hivatal: Összefoglaló táblák – Ipar, 2022. Online: https://www.ksh.hu/stadat_files/ipa/hu/ipa0021.html. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 25.)
- [49] Központi Statisztikai Hivatal: Helyzetkép 2021. Online: <https://ksh.hu/s/helyzetkep-2021/#/kiadvany/ipar>. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 25.)
- [50] Hábermayer Tamás: Veszélyforrások és környezetünk biztonsága - generációs konfliktusok és a segítségnyújtás. In: Hábermayer Tamás, Varga István, Ackermann Zsuzsanna (szerk.): Katasztrófák és következmények, segítők és áldozatok, Szekszárd, Tolna Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság, pp. 24-35. ISBN 978-615-82022-1-3 (2022)
- [51] 365/2016. (XI. 29.) Korm. rendelet Budapest Főváros Kormányhivatalának egyes ipari és kereskedelmi ügyekben eljáró hatóságként történő kijelöléséről, valamint a területi mérésügyi és műszaki biztonsági hatóságokról. (Megtekintés dátuma: 2024. május 10.)
- [52] Sibalín Iván, Cimer Zsolt, Kátai Urbán Lajos, Szakál Béla: Hungarian legal and institution system for critical infrastructure protection. The Science for Population Protection, 12(1), pp. 1-6. (2020)
- [53] MSZ-05-94.0024:1979 Földfeletti, álló, hengeres tartály tűzveszélyes folyadék tárolására. Fő méretek. (Megtekintés dátuma: 2024. május 13.)
- [54] MSZ-05-95.0450:1982 Tároló tartályok általános műszaki követelményei. (Megtekintés dátuma: 2024. május 13.)
- [55] MSZ 9910:1988 Föld feletti, álló, hengeres, merevtetős acéltartály éghető folyadékok és olvadékok tárolására. (Megtekintés dátuma: 2024. május 13.)
- [56] MSZ 9999:1988 Úszótetős acéltartály éghető folyadékok tárolására. (Megtekintés dátuma: 2024. május 13.)
- [57] MSZ 9910-2:1993 Föld feletti, álló, hengeres acéltartályok éghető folyadékok és olvadékok tárolására. Szerelvényezési, biztonságtechnikai és környezetvédelmi előírások. (Megtekintés dátuma: 2024. május 13.)
- [58] MSZ 9935:1993 Veszélyes árukkal rakott közúti szállítóegységek átmeneti tárolásának biztonsági követelményei. (Megtekintés dátuma: 2024. május 13.)
- [59] MSZ 9936:1993 Veszélyes áruk átmeneti-ideiglenes tárolására használatos raktárak biztonsági követelményei. (Megtekintés dátuma: 2024. május 13.)
- [60] MSZ 9910-3:1998 Föld feletti, álló, hengeres acéltartályok éghető folyadékok és olvadékok tárolására. Időszakos ellenőrző vizsgálat. (Megtekintés dátuma: 2024. május 13.)

- [61] MSZ EN 12285-2:2005 Műhelyben gyártott acéltartályok. 2. rész: Fekvő, hengeres, szimpla és dupla falú tartályok éghető és nem éghető, vizet szennyező folyadékok föld feletti tárolására. (Megtekintés dátuma: 2024. május 13.)
- [62] MSZ EN 1993-4-2:2007 Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése. 4-2. rész: Tartályok. (Megtekintés dátuma: 2024. május 13.)
- [63] MSZ EN 1992-3:2011 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 3. rész: Folyadéktartályok és tárolószerkezetek. (Megtekintés dátuma: 2024. május 13.)
- [64] MSZ EN 12972:2018 Veszélyes anyagok szállítótartályai. A fém szállítótartályok vizsgálata, ellenőrzése és megjelölése. (Megtekintés dátuma: 2024. május 13.)
- [65] MSZ EN 14564:2020, Tartályok veszélyes áruk szállítására. Terminológia. (Megtekintés dátuma: 2024. május 13.)
- [66] MSZ EN 13094:2020+A1:2022, Tartályok veszélyes anyagok szállítására. Gravitációs ürítésű fémtartályok. Kialakítás és konstrukció. (Megtekintés dátuma: 2024. május 13.)
- [67] Valeria Villa, Nicola Paltrinieri, Faisal Khan, Valerio Cozzani: Towards dynamic risk analysis: A review of the risk assessment approach and its limitations in the chemical process industry. *Safety Science*, Volume 89, pp. 77-93. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2016.06.002> (2016)
- [68] Faisal I Khan, S.A Abbasi: Techniques and methodologies for risk analysis in chemical process industries. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 11(4), pp. 261-277. [https://doi.org/10.1016/S0950-4230\(97\)00051-X](https://doi.org/10.1016/S0950-4230(97)00051-X) (1998)
- [69] Nor Addin Mohammed Ahmed Al-rawhaniVladimir AlekhinLyudmila Poluyan: Risk assessment of storage tanks in the oil and gas industry. *E3S Web of Conferences*, 474(4), pp. 1-9. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202447401059> (2024)
- [70] American Petroleum Institute: Products & Services - Standards, API Standard 650 Welded Tanks for Oil Storage, 13th Ed. Online: <https://www.api.org/products-and-services/standards/important-standards-announcements/standard650>. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 28.)
- [71] European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Paolacci, F., Karamanos, S., Chandrinou, I. et al., Structural safety of industrial steel tanks, pressure vessels and piping systems under seismic loading (INDUSE), Publications Office, 2013. Online: <https://data.europa.eu/doi/10.2777/49423>. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 28.)

- [72] Britannica: Texas City explosion of 1947. Written and fact-checked by The Editors of Encyclopaedia Britannica. Online: <https://www.britannica.com/event/Texas-City-explosion-of-1947>. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 28.)
- [73] Edward Broughton: The Bhopal disaster and its aftermath: a review. *Environ Health*, 4(1), p. 6. <https://doi.org/10.1186/1476-069X-4-6> (2005)
- [74] BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság - Katasztrófavédelem Központi Múzeuma és Vidéki Kiállítóhelyei - Virtuális kiállítások: 10 éve történt a vörösiszap-katasztrófa. Online: <https://muzeum.katasztrofavedelem.hu/35837/10-eve-tortent-a-vorosizsap-katasztrofa>. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 28.)
- [75] 2000. évi XXV. törvény a kémiai biztonságról. (Megtekintés dátuma: 2024. május 10.)
- [76] P.A.M. Ujit de Haag, B.J.M. Ale: Guidelines for Quantitative Risk Assessment. (Purple book) CPR 18E, Netherlands: The Director-General of Labour, 237 p. (1999)
- [77] Google Képek, Airbus, Maxar Technologies, 2024: Budapest XXI. kerület. Online: <https://www.google.hu/maps/place/Budapest,+XXI.+ker%C3%BClet/@47.426677,19.0651994,1934m/data=!3m1!1e3!4m6!3m5!1s0x4741e7ee650b9249:0x500c4290c1ed680!8m2!3d47.4243579!4d19.066142!16zL20vMDVubWRy?hl=hu&entry=ttu>. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 28.)
- [78] Kátai-Urbán Lajos, Cimer Zsolt, Berger Ádám: Remediation board versus protective ring: poszter. In: Bodnár László, Heizler György (szerk.): Proceedings of the Fire Engineering & Disaster Management Prerecorded International Scientific Conference Budapest, Magyarország: Nemzeti Közszolgálati Egyetem, pp. 491-491, 1 p. (2021)
- [79] Vass Gyula, Kátai-Urbán Lajos: Küszöbérték alatti üzemek felügyeletének műszaki előírásai - II. rész. Védelem Tudomány a Katasztrófavédelem Online Szakmai, tudományos folyóirata, 1(4), pp. 100-117. (2023)
- [80] Berger Ádám, Kátai-Urbán Lajos, Cimer Zsolt: Principles for the outdoor storage of dangerous goods in parcels. In: Bodnár László, Heizler György (szerk.): 3rd Fire Engineering & Disaster Management Prerecorded International Scientific Conference : Book of extended abstracts. Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2023, pp. 149-152. (2023)
- [81] Z. E. H. Kft.: Eurocode ismertető. Online: <https://tartaly.co.hu/Blog%20Posts/az-eurocode-az-epuletek-tartoszerkezeteinek-meretezesere-vonatkozó-europai-szinten-harmonizált-szabványcsomag.html>. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 28.)

- [82] MSZ 4798:2016 Beton. Műszaki követelmények, tulajdonságok, készítés és megfelelés, valamint az EN 206 alkalmazási feltételei Magyarországon. (Megtekintés dátuma: 2024. május 16.)
- [83] Csorba Gábor: Alkalmazott Betontechnológia - A beton élete a szabványoktól a szerkezetek átadásáig. Gyakorlati Kézikönyv, Budapest: Forum Média Kiadó Kft., p. 103. (2018)
- [84] MSZ EN 14015:2005 Folyadékot környezeti és magasabb hőmérsékleten tároló, a helyszínen gyártott, föld feletti, álló, hengeres, sík fenekű, hegesztett acéltartályok tervezési és gyártási előírásai. (Megtekintés dátuma: 2024. május 16.)
- [85] MSZ EN 1090 Acél- és alumíniumszerkezetek kivitelezése - szabványsorozat. (Megtekintés dátuma: 2024. május 16.)
- [86] R.U.M. Testing: Tartályok és nyomástartó edények vizsgálata. Online: https://rumtesting.hu/o_tartaly.html. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 28.)
- [87] Petrol Plus Kft.: Álló és fekvő, hengeres veszélyes folyadékokat és olvadékokat tároló tartályok vizsgálati technológiája. Online: <https://petrolplus.hu/szolgáltatások/tartalyvizsgalat/>. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 28.)
- [88] 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról. (Megtekintés dátuma: 2024. május 16.)
- [89] MSZ EN 62305 Villámvédelem – szabványsorozat. (Megtekintés dátuma: 2024. május 16.)
- [90] MSZ 4851 Érintésvédelmi vizsgálati módszerek – szabványsorozat. (Megtekintés dátuma: 2024. május 16.)
- [91] 10/2016. (IV. 5.) NGM rendelet a munkaeszközök és használatuk biztonsági és egészségügyi követelményeinek minimális szintjéről. (Megtekintés dátuma: 2024. május 16.)
- [92] BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság: Beépített tűzoltó berendezések tervezése, telepítése, Tűzvédelmi Műszaki Irányelv (2023. december 12.). Online: <https://www.katasztrofavedelem.hu/application/uploads/documents/2023-12/82907.pdf>. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 28.)
- [93] Cimer Zsolt, Tóth László: Irányítási rendszer és a vállalati menedzsment szerepe a súlyos ipari balesetek megelőzésében. In: Hábermayer Tamás: Katasztrófák, kockázatok, önkéntesek. Szekszárd, Tolna Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság, pp. 49-55. (2020)

- [94] BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság: Ellenőrzési terv a BM OKF területi szervei részére a 2021. évi veszélyes üzemekkel kapcsolatos iparbiztonsági hatósági ellenőrzési feladatok végrehajtására. mellékletek, 4/A számú melléklet. Online: <https://www.katasztrofavedelem.hu/application/uploads/documents/2021-01/73325.pdf>. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 28.)
- [95] Mesics Zoltán, Laczkó Levente, Domján Iván: Útmutató a műszaki állapot nyomon követéssel és a karbantartással kapcsolatos biztonsági irányítási rendszerelemek hatékony kialakításához és működtetéséhez. Online: <https://www.katasztrofavedelem.hu/application/uploads/documents/2020-01/68231.PDF>. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 28.)
- [96] 246/2014. (IX. 29.) Korm. rendelet az egyes hulladékgazdálkodási létesítmények kialakításának és üzemeltetésének szabályairól. (Megtekintés dátuma: 2024. május 10.)
- [97] MSZ 15633-1:1992 Éghető folyadékok és olvadékok tároló- és kiszolgálólétesítményeinek, -berendezéseinek tűzvédelmi előírásai. Általános követelmények (Megtekintés dátuma: 2024. május 16.)
- [98] Health and Safety Executive: Secondary containment. Online: <https://www.hse.gov.uk/comah/sragtech/techmeascontain.htm> (Hozzáférés dátuma: 2024. május 28.)
- [99] GPT Environmental Management Services: Bund Design, Construction, Maintenance and Repair. Online: <https://gptenvironmental.co.uk/bunds>. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 28.)
- [100] VdS 2557 Planning and Installation of Facilities for Retention of Extinguishing Water. Guidelines for Loss Prevention by the German Insurers. Online: <https://shop.vds.de/download/vds-2557en/655005ca-be7a-4981-b603-25a2df30f5b6>. (Hozzáférés dátuma: 2023. november 15.)
- [101] US Environmental Protection Agency: Protection, Spill Prevention Control and Countermeasure (SPCC) Plan. Single Vertical Cylindrical Tank Inside a Rectangular or Square Dike or Berm. Online: https://www.epa.gov/sites/default/files/2014-04/documents/example_single_vertical.pdf. (Hozzáférés dátuma: 2023. november 15.)
- [102] Environmental Protection Authority: Secondary Containment Systems HSNO COP 47, New Zealand Government, 2012. Online: <https://www.worksafe.govt.nz/assets/dmsassets/2/2269WKS-1-hazardous-substances-ACOP-Secondary-containment-systems.pdf>. (Hozzáférés dátuma: 2023. november 15.)

- [103] Qiang Liu, Zhili Chen, Hongtao Liu, Wenqi Yin, Yi Yang: CFD simulation of fire dike overtopping from catastrophic ruptured tank at oil depot. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Volume 49, Part B, pp. 427-436. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2017.06.005> (2017)
- [104] A.M Thyer, I.L Hirst, S.F Jagger: Bund overtopping — the consequence of catastrophic tank failure. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 15(5), pp. 357-363. [https://doi.org/10.1016/S0950-4230\(02\)00023-2](https://doi.org/10.1016/S0950-4230(02)00023-2) (2002)
- [105] D.M. Webber, M.J. Ivings: Modelling bund overtopping using Shallow Water Theory. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 23(5), pp. 662-667. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2010.07.002> (2010)
- [106] Sara Brambilla, Davide Manca: On pool spreading around tanks: Geometrical considerations. *Journal of Hazardous Materials*, 158(1), pp. 88-99. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.01.049> (2008)
- [107] Novid Inc.: Stainless Liquid Storage Tanks. Online: <https://novid.ca/wp-content/uploads/2020/04/mcbee-farm-4.jpg>. (Hozzáfézés dátuma: 2024. május 24.)
- [108] Collegedunia Team: Torricelli's law: Theorem and Law Derivation. Online: <https://collegedunia.com/exams/torricellis-law-theorem-and-law-deviation-physics-articleid-3788>. (Hozzáfézés dátuma: 2024. május 9.)
- [109] Johann Otto, Kirk T. McDonald: Torricelli's Law for Large Holes. *Physics*, pp. 1-16, (2018)
- [110] Vjera Lopac: Water Jets from Bottles, Buckets, Barrels, and Vases with Holes. *The Physics Teacher*, 53(3), pp. 169-173. <https://doi.org/10.1119/1.4908088> (2015)
- [111] Planinši, Gorazd, Christian Ucke, Laurence Viennot: Holes in a bottle filled with water: which waterjet has the largest range? *Physics, Environmental Science*. Corpus ID: 202634658 (2011)
- [112] Minyoung Choi, Seungbum Jo: New Developments in Detector and Bund Wall Standards to Mitigate the Risk of Hazardous Liquid Leaks. 11(11). <https://doi.org/10.3390/pr11113179> (2023)
- [113] J. Ferrand, L. Favreau, S. Joubaud, and E. Freyssingeas: Wetting Effect on Torricelli's Law. *American Physical Society*, 117(24), 5 p. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.117.248002> (2016)
- [114] M. Franchini, L. Lanza: Use of Torricelli's Equation for Describing Leakages in Pipes of Different Elastic Materials, Diameters and Orifice Shape and Dimension. *Procedia*

- Engineering, Volume 89, pp. 290-297. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.11.190> (2014)
- [115] US Environmental Protection Agency: CAMEO - What is the CAMEO Software Suite? Online: <https://www.epa.gov/cameo/what-cameo-software-suite>. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 20.)
- [116] Carl Roth GmbH: Acetone Safety data sheet. Online: <https://www.carlroth.com/medias/SDB-5025-IE-EN.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wyODI4NjJ8YX-BwbGljYXRpb24vcGRmfGg2Yi9oOTkvOTE0MjExODAyMzE5OC9TREJfNTAyNV9JRV9FTi5wZGZ8OGJkNzIxMDhiNWl4N2RmYTU5N2U4NDBmNTk1NmE1YT-YzNDYzZjgzOWRkYjE3Zjg4NTA5NTEyYjE4MGE2Nzc3Nw>. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 9.)
- [117] Berger Ádám, Kátai-Urbán Lajos: A veszélyes anyagok beszivárgásának betontechnológiai kockázatai. In: Hábermayer Tamás (szerk.): Iparbiztonsági és Hatósági Szakmai Nap: Tudományos Konferencia Paks, Magyarország: Tolna Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság, pp. 28-38, 11 p. ISBN 978-615-00-7435-1 (2020)
- [118] ENPAC: Spill Containment. Online: <https://enpac.com/>. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 28.)
- [119] Justrite: Spill Containment - Engineered Solutions. Online: <https://www.justrite.com/spill-containment>. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 28.)
- [120] Eagle Justrite Safety Group: Spill Control & Safety Equipment. Online: <https://eagle.justrite.com/spill-containment-control>. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 28.)
- [121] The Slovak Spectator: Slovak oil transporter plans to build new oil tanks. Online: https://m.smedata.sk/api-media/media/image/spectator/7/23/2395227/2395227_1200x.jpeg?rev=2. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 28.)
- [122] 32 Bau Kft: Kármentő tálcák műgyantás védelme. Online: <https://mugyantazunk.hu/karmento-talca-mugyantas-vedelme/>. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 28.)
- [123] WolfSystem: Concrete tanks references - Competence as the best reference, Liquid fertilizer tanks. Online: <https://www.wolfssystem.ca/assets/WOLF-AT/WOLF-System/Referenzen/Betonbehaelter/Sprinklerbehaelter/WOLFSystem-Betonbehaelter-Sprinklerbehaelter-Lidl.jpg>. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 28.)

- [124] MSZ 15033:1979 Beton- és vasbetonszerkezeti fogalmak és meghatározások. (Megtekintés dátuma: 2024. május 16.)
- [125] Balázs György: Beton és vasbeton I. Alapismeretek története, 1. kiadás szerk., Budapest: Akadémiai Kiadó, p. 446. (1994)
- [126] Balázs György: Építőanyagok és kémia, 5. utánnomás szerk., Budapest: Műegyetemi Kiadó, p. 656. (2002)
- [127] Deák György, Draskóczy András, Dulácska Endre, Kollár László, Visnovitz György, Vasbeton szerkezetek. Tervezés az Eurocode alapján, 4. bővített kiadás, Budapest: Artifex Kiadó Kft., p. 104. ISBN 978-963-7727-07-8 (2018)
- [128] MSZ EN 1990:2011 Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai. (Megtekintés dátuma: 2024. május 16.)
- [129] MSZ EN 1992-1-1:2010 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok. (Megtekintés dátuma: 2024. május 16.)
- [130] Ujhelyi János: Vízépítési segédletek. Betontechnológia II. Budapest: Vízügyi Dokumentációs Szolgáltató Leányvállalat, p. 263. (1985)
- [131] Balázs L. György, Kausay Tibor: Vízáró beton és vizsgálata. Vasbetonépítés, 12(2), pp. 47-57. (2010)
- [132] Salem Georges Nehme: A porozitás hatása a beton tartósságra. In: Balázs György, Balázs L. György: Betonszerkezetek tartóssága. Budapest, Műegyetemi Kiadó, pp. 127-140. (2008)
- [133] Kausay Tibor: Betonos eKönyv. Anyagtani fogalmak, tulajdonságok, követelmények, vizsgálatok. Budapest: Magánkiadás, p. 742. (2020)
- [134] Balázs L. György, Kausay Tibor, Kopecskó Katalin, Nemes Rita, Salem Georges Nehme, Lublőy Éva, Józsa Zsuzsanna, Arany Piroska: Betonok oldódásos korróziója - szakirodalmi áttekintés 1. rész: A vizek és folyadékok kémhatása, keménysége, agresszív széndioxid-tartalma. In: Balázs L. György: NVKP_16-1-2016-0019 Fokozott ellenálló képességű (kémiai korrózióknak fokozottan ellenálló, tűzálló és fagyálló) beton termékek anyagtudományi, kísérleti fejlesztése. Projektbeszámoló, Budapest, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, pp. 223-236. (2021)
- [135] Kopecskó Katalin, Mlinárik Lilla, Lublőy Éva, Salem Georges Nehme, Balázs L. György: A beton kémiai ellenállóképességének fokozása,” In: Balázs L. György: NVKP_16-1-2016-0019 Fokozott ellenálló képességű (kémiai korrózióknak fokozottan ellenálló, tűzálló és fagyálló) beton termékek anyagtudományi, kísérleti fejlesztése.

- Projektbeszámoló, Budapest, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, pp. 289-294. (2021)
- [136] Salem George Nehme: Kiegészítőanyagok hatása a szokványos és az öntömörödő betonokra 2. rész. Laboratóriumi vizsgálatok. Építőanyag. *Journal of Silicate Based and Composite Materials*, 67(2), pp. 72-78. (2015)
- [137] Balázs L. György, Kausay Tibor, Kopecskó Katalin, Nemes Rita, Salem George Nehme, Lublós Éva, Józsa Zsuzsanna, Arany Piroska, „Betonok oldódásos korróziója - szakirodalmi áttekintés 2. rész: A cement kötőanyagú betonok agresszív, szerves anyagok okozta oldódásos fizikai, kémiai korróziója. In: Balázs L. György: NVKP_16-1-2016-0019 Fokozott ellenálló képességű (kémiai korrózióknak fokozottan ellenálló, tűzálló és fagyálló) beton termékek anyagtudományi, kísérleti fejlesztése. Projektbeszámoló, Budapest, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, pp. 367-378. (2021)
- [138] Erdélyi Attila, Kovács József, Gál Attila, Szegőné Kertész Éva: Savállóak lehetnek-e a betonok? *Vasbetonépítés*, Volume 3, pp. 57-66. <https://doi.org/10.32969/VB.2018.3.2> (2018)
- [139] Kopecskó Katalin, Horváth Szilvia, Kovács Marcell, Mlinárik Lilla, Must Anita, Somlai Bálint, Zsovár Zsófia, Balázs L. György: A beton kémiai ellenálló képességének fokozása - áttekintés az NVKP_16-1-2016-0019 projekt altémájának feladatairól és eredményeiről,” In: Balázs L. György: NVKP_16-1-2016-0019 Fokozott ellenálló képességű (kémiai korrózióknak fokozottan ellenálló, tűzálló és fagyálló) beton termékek anyagtudományi, kísérleti fejlesztése. Projektbeszámoló, Budapest, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, pp. 97-129. (2021)
- [140] Szegőné Kertész Éva: Savkorrózióknak fokozottan ellenálló beton. *Beton szakmai lap*, XXIII. évf. 3-4. szám, pp. 18-20. (2015)
- [141] Jie Xiao, Linhai Huang, Zhaoxiang He, Wenjun Qu, Long Li, Haibo Jiang, Zucui Zhong, Xiang Long: Probabilistic models applied to concrete corrosion depth prediction under sulfuric acid environment. *Measurement*, Volume 234. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2024.114807> (2024)
- [142] Wei Yu: Comparative study of corrosion inhibition effect on steel rebars in carbonated concrete-pore-solutions: Tolyltriazole vs. sodium phosphate. *International Journal of Electrochemical Science*, 19(1). <https://doi.org/10.1016/j.ijoes.2023.100442> (2024)
- [143] Holcim Magyarország Kft.: CEM III/B 32,5 N-LH/SR teljesítménynyilatkozat, Királyegyháza. (2023)

- [144] Sika Magyarország: Sikagard®-62 kétkomponensű, epoxigyanta védőbevonat - Termék adatlap. Online: <https://hun.sika.com/dam/dms/hucon/x/sikagard-62.pdf>. (Hozzáférés dátuma: 2024. május 30.)
- [145] MSZ EN 12390-3:2019, A megszilárdult beton vizsgálata. 3. rész: A próbatestek nyomószilárdsága. (Megtekintés dátuma: 2024. május 17.)
- [146] MSZ EN 12504-2:2021, A beton vizsgálata szerkezetekben. 2. rész: Roncsolásmentes vizsgálat. A visszapattanási érték meghatározása. (Megtekintés dátuma: 2024. május 17.)

A TÉMAKÖRBŐL KÉSZÜLT PUBLIKÁCIÓIM

LEKTORÁLT KÖNYV, TANKÖNYV, JEGYZET (ONLINE IS)

Magyar nyelvű könyvfejezet

- [1] Berger Ádám; Cimer Zsolt: Katasztrófák és következmények, az ammónium-nitrát műtrágya veszélyei. In: Hábermayer Tamás; Varga István; Ackermann Zsuzsanna (szerk.) „Katasztrófák és következmények, segítők és áldozatok” Tanulmánykötet. Szekszárd: Tolna Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság, 145 p., pp 103-117 (2022) ISBN: 9786158202220
<https://tolna.katasztrofavedelem.hu/application/uploads/documents/2022-09/79591.pdf>

LEKTORÁLT SZAKMAI FOLYÓIRATCIKKEK (ONLINE IS)

Hazai megjelenésű mértékadó folyóiratban idegen nyelven

- [2] Berger Ádám: Evaluation of the experience of international accidents related to the storage and handling of ammonium nitrate fertilizers. HADMÉRNÖK 17 : 2 pp. 129-145. , 17 p. (2022) doi: 10.32567/hm.2022.2.9

Hazai megjelenésű mértékadó folyóiratban magyar nyelven

- [3] Berger Ádám: A veszélyesanyag-tárolótartályok tervezésének iparbiztonsági aspektusai. HADMÉRNÖK 16 : 3 pp. 81-96. , 16 p. (2021) doi: 10.32567/hm.2021.3.5
- [4] Berger Ádám: Veszélyes anyag tárolótartály üzemeltetésének iparbiztonsági feltételrendszere. MŰSZAKI KATONAI KÖZLÖNY 31 : 3 pp. 17-31. , 15 p. (2021) doi: 10.32562/mkk.2021.3.2

Hazai megjelenésű egyéb szakmai folyóiratban magyar nyelven

- [5] Berger Ádám: Súlyos balesetek káros hatásainak vizsgálata. Védelem Tudomány, ISSN 2498-6194. VI : 2, 2021., pp 1-16., 16 p.

NEMZETKÖZI SZAKMAI KONFERENCIA KIADVÁNYBAN MEGJELENT ELŐADÁS (ONLINE IS, HAZAI ÉS KÜLFÖLDI EGYARÁNT)

Lektorált idegen nyelvű előadás

- [6] Berger Ádám, Kátai-Urbán Lajos, Cimer Zsolt: Soil liquefaction as a geological risk. In: László, Bodnár; György, Heizler (szerk.) 2nd Fire Engineering & Disaster Management Prerecorded International Scientific Conference Védelem online – cooperated with the University of Public Service : Book of extended abstracts.

Budapest, Magyarország : Védelem online (2022) 201 p. pp. 121-123., 3 p. Elérhető:
http://vedelem.hu/hirek/0/3623#D1_1

Idegen nyelvű absztrakt/poszter

- [7] Kátai-Urbán Lajos, Cimer Zsolt, Berger Ádám: Remediation board versus protective ring. In: Bodnár, László; Heizler, György (szerk.) Proceedings of the Fire Engineering & Disaster Management Prerecorded International Scientific Conference Budapest, Magyarország : Nemzeti Közszolgálati Egyetem (2021) 503 p. pp. 491-491., 1 p. ISBN 978-615-01-1362-3 URL.: <http://vedelem.hu/hirek/0/3259#K%C3%A1tai-Urb%C3%A1n,%20LCimer,%20Zs-Berger,%20%C3%81:%20Remediation%20board%20versus%20protetctive%20ring>
- [8] Berger Ádám, Kátai-Urbán Lajos, Cimer Zsolt: Principles for the outdoor storage of dangerous goods in parcels. In: László, Bodnár; György, Heizler (szerk.) 3rd Fire Engineering & Disaster Management Prerecorded International Scientific Conference Védelem online – cooperated with the University of Public Service : Book of extended abstracts. Budapest, Magyarország : Védelem online (2023) 231 p. pp. 149-151., 3 p. ISBN: 9786150181042 Elérhető: <https://vedelem.hu/letoltes/document/585-isbn-978-615-01-8104-2.pdf#page=149>

HAZAI SZAKMAI KONFERENCIA KIADVÁNYBAN MEGJELENT (ONLINE IS)

Magyar nyelvű előadás

- [9] Berger Ádám, Kátai-Urbán Lajos: A veszélyes anyagok beszivárgásának betontechnológiai kockázatai. Iparbiztonsági és Hatósági Szakmai Nap, Konferencia Kiadvány, Paks, 2020. február 24., ISBN 978-615-00-7435-1, pp 28-38.

MELLÉKLETEK

1. melléklet: Fogalomjegyzék	154
2. melléklet: Jogszabályok jegyzéke	160
3. melléklet: Szabványok jegyzéke	161
4. melléklet: Ábrák jegyzéke.....	163
5. melléklet: Táblázatok jegyzéke	166
6. melléklet: 1. kísérlet bemenő adatai, a meghatározott x és y paraméterek, valamint az eredmények	167
7. melléklet: 2. kísérlet bemenő adatai, a meghatározott x és y paraméterek, valamint az eredmények	169
8. melléklet: 3. kísérlet bemenő adatai, a meghatározott x és y paraméterek, valamint az eredmények	170
9. melléklet: Szabvány szerinti környezeti osztályok és határértékeik	171
10. melléklet: Az alkalmazott cement teljesítménynyilatkozata	173
11. melléklet: Az elvégzett laboratóriumi vizsgálat ütemterve.....	174
12. melléklet: Az első turnus mérési eredményeit összefoglaló táblázat	175
13. melléklet: A második turnus mérési eredményeit összefoglaló táblázat.....	176
14. melléklet: A harmadik turnus mérési eredményeit összefoglaló táblázat	177
15. melléklet: A hipotézisek, kutatási célkitűzések és tudományos eredmények egymásra épülése, valamint gyakorlati alkalmazhatósága	178

1. melléklet: Fogalomjegyzék

- Alsó küszöbértékű veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem: ahol az 1. melléklet alapján meghatározható alsó küszöbértéket elérő vagy meghaladó, de a felső küszöbértéket el nem érő mennyiségben veszélyes anyagok vannak jelen. (219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet)
- Átalakítás: a tároló-létesítmény engedélyezett állapotához képest minden olyan beavatkozás, amely a tároló-létesítmény eredeti funkciójának, műszaki kialakításának, technológiai paramétereinek lényeges megváltoztatását eredményezi. (216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet)
- Beavatkozás: a katasztrófák, veszélyhelyzetek és kiterjedt káresemények hatásainak felszámolására irányuló szervezett, tervszerű megelőző, védekező, segítségnyújtó és kárfelszámoló tevékenység. (234/2011. (XI. 10.) Korm. rendelet)
- Belső védelmi terv: a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek kialakulásának megelőzését, a balesetek elhárítását, következményeinek mérséklését szolgáló intézkedések megtételét, az értesítési, riasztási, felkészítési feladatok veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemben, veszélyes anyagokkal foglalkozó létesítményen belüli végrehajtásának rendjét, feltételeit szabályozó üzemeltetői okmány. (2011. évi CXXVIII. törvény)
- Biztonsági elemzés: az üzemeltető által készített dokumentum, amely tartalmazza a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem üzemeltetőjének a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek megelőzésére vonatkozó általános célkitűzéseit, továbbá annak az irányítási, vezetési és műszaki eszközrendszernek a bemutatását, amely biztosítja mind az ember, mind a környezet magas szintű védelmét, valamint annak bizonyítását, hogy az üzemeltető a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleseti veszélyeket azonosította, és a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek kockázatát elemezte és értékelte. A dokumentumnak elegendő információt kell szolgáltatnia a hatósági döntés kialakításához. A biztonsági elemzésben rögzített feladatoknak és intézkedéseknek arányosnak kell lenniük a biztonsági elemzésben leírt veszélyeztetéssel. (2011. évi CXXVIII. törvény)
- Biztonsági jelentés: az üzemeltető által készített dokumentum, amely annak bizonyítására szolgál, hogy rendelkezik a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleseteket megelőző politikával és az annak végrehajtását szolgáló biztonsági irányítási rendszerrel, működőképes belső védelmi tervvel, a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleseti veszélyeket azonosította, és a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek kockázatát elemezte és értékelte, a megelőzésükre a szükséges intézkedéseket megtette, kellő mértékű a létesítményeinek biztonsága, megbízhatósága. A jelentésnek elegendő információt kell szolgáltatnia a külső védelmi tervek elkészítéséhez és a hatósági döntés kialakításához. (2011. évi CXXVIII. törvény)

Ciklusidő:	két egymást követő ellenőrzés, felülvizsgálat vagy karbantartás között eltelt idő megengedett maximuma. (54/2014. (XII. 5.) BM rendelet)
Csővezeték:	a szimpla és dupla falú tárolótartály, illetve a tároló-létesítmény rendeltetészerű üzemeltetéséhez szükséges töltő-ürítő csővezeték a tartály csonkjától a töltő-befogadó eszköz csatlakoztatási pontjáig, beleértve a biztonsági, technológiai berendezéseket összekötő csővezeték szakaszt is. (216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet)
Dominóhatás:	a veszélyes anyagokkal foglalkozó létesítményben bekövetkező olyan baleset, amely a közelben lévő más, veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemre áttérjedve a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek valószínűségét és lehetőségét megnöveli vagy a bekövetkezett veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleset következményeit súlyosbítja. (2011. évi CXXVIII. törvény)
Elhelyezési távolság:	a tároló létesítmény berendezéseinek egymástól való távolsága. (1/2016. (I. 5.) NGM rendelet)
Építőanyag:	építési tevékenységhez használt, építési termék, építményszerkezet alkotóelemét képező anyag. (54/2014. (XII. 5.) BM rendelet)
Felső küszöbértékű veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem:	ahol a jelen lévő veszélyes anyagok mennyisége az 1. melléklet alapján meghatározható felső küszöbértéket eléri vagy meghaladja. (219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet)
Felülvizsgálat:	a jogosult személy által végzett mindazon intézkedések, tevékenységek összessége, amelyek célja az érintett műszaki megoldás működőképességéről, hatékonyságáról, az üzemeltetői ellenőrzés, a karbantartás és a javítás megtörténtéről való meggyőződés, valamint ezek írásban történő dokumentálása. (54/2014. (XII. 5.) BM rendelet)
Figyelmeztető jel:	olyan biztonsági jel, amely valamely veszélyforrásra hívja fel a figyelmet. (54/2014. (XII. 5.) BM rendelet)
Folyadék:	az a közeg, amely a szándékolt üzemeltetési körülmények között a tárolótartály telepítési helyén uralkodó atmoszférikus, maximum 0,5 bar nyomáson folyékony halmazállapotú. (216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet)
Gazdálkodó szervezet:	a polgári perrendtartásról szóló törvényben meghatározott gazdálkodó szervezet. (2011. évi CXXVIII. törvény)
Hatóság:	a hivatásos katasztrófavédelmi szerv. (219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet)
Javítás:	a kimérő berendezés cseréjén túl a tároló-létesítmény berendezésein történő minden olyan beavatkozás, amely a töltettel közvetlenül érintkező szerkezeti részek korábbi állapotának hegesztéssel történő helyreállításával jár, továbbá minden olyan átalakítás, amely a tároló-létesítmény eredeti funkciójának, technológiai paramétereinek lényeges megváltoztatását nem eredményezi. (216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet)
Karbantartás:	a tároló létesítmény berendezésein minden olyan javításnak nem minősülő beavatkozás, amely a tároló létesítmény eredeti állapotának és funkciójának fenntartását vagy helyreállítását eredményezi. (1/2016. (I. 5.) NGM rendelet)

- mindazon intézkedések, tevékenységek összessége, amelyek célja az érintett műszaki megoldás működőképességének, hatékonyságának biztosítása, meghibásodásának megelőzése, valamint ezek dokumentálása. (54/2014. (XII. 5.) BM rendelet)
- Katasztrófa:** a veszélyhelyzet kihirdetésére alkalmas, illetve e helyzet kihirdetését el nem érő mértékű olyan állapot vagy helyzet, amely emberek életét, egészségét, anyagi értékeit, a lakosság alapvető ellátását, a természeti környezetet, a természeti értékeket olyan módon vagy mértékben veszélyezteti, károsítja, hogy a kár megelőzése, elhárítása vagy a következmények felszámolása meghaladja az erre rendelt szervezetek előírt együttműködési rendben történő védekezési lehetőségeit, és különleges intézkedések bevezetését, valamint az önkormányzatok és az állami szervek folyamatos és szigorúan összehangolt együttműködését, illetve nemzetközi segítség igénybevételét igényli. (2011. évi CXXVIII. törvény)
- Katasztrófavédelem:** a különböző katasztrófák elleni védekezésben azon tervezési, szervezési, összehangolási, végrehajtási, irányítási, létesítési, működtetési, tájékoztatási, riasztási, adatközlési és ellenőrzési tevékenységek összessége, amelyek a katasztrófa kialakulásának megelőzését, közvetlen veszélyek elhárítását, az előidéző okok megszüntetését, a károsító hatásuk csökkentését, a lakosság élet- és anyagi javainak védelmét, az alapvető életfeltételek biztosítását, valamint a mentés végrehajtását, továbbá a helyreállítás feltételeinek megteremtését szolgálják. (2011. évi CXXVIII. törvény)
- Keverék:** két vagy több anyagból álló keverék vagy oldat. (219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet)
- Kiemelten kezelendő létesítmények:**
- a) a veszélyes anyagok, veszélyes hulladékok üzemen kívüli csővezetéken történő szállításának létesítményei, beleértve a szállító vezetéseket, szivattyú-, kompresszor- és elosztó állomásokat; kivéve a lakossági gázellátás elosztó vezetéseit és azok létesítményeit, valamint a szénhidrogén-bányászat gyűjtővezetéseit 400 mm névleges átmérő alatt;
 - b) az 1. melléklet 1. táblázatában szereplő veszélyes tulajdonságok valamelyikével rendelkező veszélyes hulladékok égetéssel történő ártalmatlanítással foglalkozó létesítmények, amennyiben nem tartoznak a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek körébe;
 - c) azon üzemek, amelyek területén klór vagy ammónia legalább 1000 kg mennyiségben van jelen, amennyiben nem tartoznak a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek körébe. (219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet)
- Kitelepítés:** a lakosság és a létfenntartáshoz szükséges anyagi javak veszélyeztetett területről történő – a veszélyelhárítási tervben meghatározottak szerinti – kivonása és befogadóhelyen történő átmeneti jellegű elhelyezése. (234/2011. (XI. 10.) Korm. rendelet)

Kockázat:	egy adott területen adott időtartamon belül vagy meghatározott körülmények között jelentkező egészség-, illetve környezetkárosító hatás valószínűsége. (2011. évi CXXVIII. törvény)
Kockázatelemzés:	olyan eljárás, mely az adott területre vonatkozó azonosított lehetséges kockázatok csoportosítását és értékelését foglalja magában. (234/2011. (XI. 10.) Korm. rendelet)
Kockázatértékelés:	az az eljárás, mely a kockázatelemzés eredményeit felhasználva meghatározza az adott veszélyeztető hatás adott településre gyakorolt kockázati szintjét. (234/2011. (XI. 10.) Korm. rendelet)
Következmények:	az egyes veszélyeztető hatások által okozott, az emberi életet, a létfenntartáshoz szükséges anyagi javakat és a környezetet érintő káros hatások. (234/2011. (XI. 10.) Korm. rendelet)
Külső védelmi terv:	a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem, küszöbérték alatti üzem környezetében élő lakosság mentése, az anyagi javakban, a környezetben bekövetkező károk enyhítése érdekében a végrehajtandó rendszabályok bevezetésére, a végrehajtó szervezetre, a vezetésre, az adatszolgáltatásra vonatkozó terv, amely a települési veszélyelhárítási terv része. (2011. évi CXXVIII. törvény)
Küszöbérték alatti üzem:	egy adott üzemeltető irányítása alatt álló azon terület, ahol e törvény végrehajtására kiadott jogszabály szerinti alsó küszöbérték negyedét elérő vagy meghaladó, de az alsó küszöbértéket el nem érő mennyiségben veszélyes anyag van jelen, valamint a külön jogszabályban meghatározott, kiemelten kezelendő létesítmények. (2011. évi CXXVIII. törvény)
Létesítés:	a tárolótartály, tároló-létesítmény adott helyre történő telepítése, beleértve a meglévő létesítmény bővítését is. (216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet)
Megelőzés:	minden olyan tevékenység vagy előírás alkalmazása, amely a katasztrófát előidéző okokat megszünteti vagy minimálisra csökkenti, a károsító hatás valószínűségét a lehető legkisebbre korlátozza. (2011. évi CXXVIII. törvény)
Megszüntetés:	a tároló-létesítmény teljes körű vagy részleges bontása, vagy az eredeti célú használatra alkalmatlanná tétele az esetlegesen szükséges kármentéssel együttesen, vagy funkcióváltással más célra történő hasznosítása. (216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet)
Névleges térfogat:	a tárolótartály geometriai méreteiből adódó térfogatának köbméterben kifejezett értékéből 4 m ³ alatt tizedesre, felette egész számra kerekített mutatószám, úszótetős, belső úszótetős tartályok esetében a tartály névleges térfogata a túlfolyónyílások alsó éléig számított térfogat alapján. (216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet)
Olvadék:	az a közeg, amely a szándékolt üzemeltetési körülmények között, maximum 0,5 bar nyomáson folyékony, környezeti hőmérsékleten szilárd halmazállapotú. (216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet)
Robbanás:	nagy sebességű égési folyamat, ahol a mozgó lángfront sebessége 10 m/s vagy afelett van, de 100 m/s-nál kisebb. (54/2014. (XII. 5.) BM rendelet)

- Súlyos káresemény elhárítási terv: küszöbérték alatti üzem üzemeltetői okmánya, amely tartalmazza az üzem veszélyeztető hatásainak elemzését, valamint a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek megelőzését, elhárítását és hatásainak csökkentését szolgáló intézkedések végrehajtásának rendjét, feltételeit. (2011. évi CXXVIII. törvény)
- Szerelvények és tartozékok: mindazon kézi vagy segédenergiával működő szerkezetek, részegységek összessége, amelyek a tároló-létesítmény biztonságos üzemeltetését hivatottak közvetlen vagy közvetett módon biztosítani. (216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet)
- Tárolás: a veszélyes anyag ideiglenes vagy tartós jelenléte raktározás, készletezés vagy biztonságos felügyelet melletti elhelyezés céljából, kivéve a szállítókonténerek közötti, vasúti vagy belvízi kombinált fuvarozásra történő átrakását. (219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet)
- Tárolótartály: nyomástartó edénynek nem minősülő, veszélyes folyadék vagy olvadék befogadására és tárolására tervezett és gyártott berendezés, konténerben elhelyezett tartály, beleértve az üzemeléshez szükséges berendezések, felszerelések, szerelvények és tartozékok, valamint csővezetékek összességét is. (216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet)
- Tároló-létesítmény: adott ingatlanon elhelyezett egy vagy több tárolótartályt magában foglaló műszaki rendszer, amelynek elemei közötti kapcsolat a rendszer biztonságos üzemét alapvetően meghatározza. (216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet)
- Tevékenység: a veszélyes anyaggal, vagy a veszélyes keverékkel kapcsolatos előállítás – ideértve a bányászatot (feltáró fúrást, kitermelést) is –, a gyártás, a feldolgozás, a csomagolás, a címkézés, az osztályozás, a tárolás, az anyagmozgatás, a forgalmazás, az értékesítés, a felhasználás, és a veszélyes anyagok, vagy a veszélyes keverékek elemzésével, ellenőrzésével kapcsolatos vizsgálat. (2000. évi XXV. törvény)
- Üzemeltető: bármely természetes vagy jogi személy, vagy jogi személyiséggel nem rendelkező szervezet, aki vagy amely veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemet, létesítményt vagy küszöbérték alatti üzemet működtet, irányít, vagy alapszabály, alapító okirat, illetve szerződés alapján meghatározó gazdasági vagy döntéshozatali befolyással rendelkezik a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem, létesítmény, küszöbérték alatti üzem műszaki üzemeltetése felett. (2011. évi CXXVIII. törvény)
- Veszélyelhárítási terv: kiterjedt káresemény időszakában végrehajtandó katasztrófavédelmi feladatokat tartalmazó, központi, területi (fővárosi), járási, települési (a fővárosban kerületi) és munkahelyi okmányrendszer. (2011. évi CXXVIII. törvény)
- Veszélyes anyag: e törvény végrehajtását szolgáló kormányrendeletben meghatározott ismérveknek megfelelő anyag, keverék vagy készítmény, akár nyersanyag, termék, melléktermék, maradék, köztes termék, vagy hulladék formájában. (2011. évi CXXVIII. törvény) valamennyi, a CLP alapján veszélyesként osztályozott anyag. (2000. évi XXV. törvény)
- Veszélyes anyagokkal foglalkozó létesítmény: olyan, a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem területén lévő – föld alatti vagy föld feletti – technológiai vagy termelés-szervezési okokból elkülönülő műszaki egység, ahol egy vagy több berendezésben (technológiai rendszerben)

veszélyes anyagok előállítás, felhasználása, szállítása vagy tárolása történik, magában foglal minden olyan felszerelést, szerkezetet, csővezeték, gépi berendezést, eszközt, iparvágányt, kikötőt, a létesítményt szolgáló rakpartot, kikötőgátat, raktárt vagy hasonló – úszó vagy egyéb – felépítményt, amely a létesítmény működéséhez szükséges. (2011. évi CXXVIII. törvény)

Veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem: egy adott üzemeltető irányítása alatt álló azon terület egésze, ahol egy vagy több veszélyes anyagokkal foglalkozó létesítményben – ideértve a közös vagy kapcsolódó infrastruktúrát is – veszélyes anyagok vannak jelen a törvény végrehajtására kiadott jogszabályban meghatározott küszöbértéket elérő mennyiségben, és ennek alapján alsó vagy felső küszöbértékűnek minősül. (2011. évi CXXVIII. törvény)

Veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleset: olyan mértékű veszélyes anyag kibocsátásával, tűzzel vagy robbanással járó, veszélyes anyagokkal kapcsolatos esemény, amely a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem, küszöbérték alatti üzem működése során befolyásolhatatlan folyamatként megy végbe, és amely az üzemben belül vagy azon kívül közvetlenül vagy lassan hatóan súlyosan veszélyezteti vagy károsítja az emberi egészséget, illetve a környezetet. (2011. évi CXXVIII. törvény)

Veszélyes folyadék vagy olvadék: valamennyi, folyékony halmazállapotú, a kémiai biztonságról szóló 2000. évi XXV. törvény alapján a veszélyesként osztályozott anyag vagy készítmény keverék, valamint a legalább 50 °C nyílttéri lobbaspontú gázolajok, tüzelőolajok és a világításra használatos petróleum, továbbá az éghető cseppfolyós anyag, amelynek nyílttéri lobbaspontja 55 °C felett van, vagy üzemi hőmérséklete a nyílttéri lobbaspontjánál legalább 20 °C-kal kisebb. (216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet)

Veszélyes keverék: valamennyi, a CLP alapján veszélyesként osztályozott keverék. (2000. évi XXV. törvény)

Veszélyes tevékenység: olyan, veszélyes anyagok jelenlétében végzett tevékenység, amely ellenőrizhetlenné válása esetén tömeges méretekben veszélyeztetheti, illetve károsíthatja az emberi egészséget, a környezetet, az élet- és vagyonbiztonságot. (2011. évi CXXVIII. törvény)

Veszélyeztetett terület: ahol a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem, küszöbérték alatti üzem tevékenysége során bekövetkező veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek, események által okozott mérgező, hősugárzási, ökotoxikus vagy túlnyomási hatások az emberi egészséget, a környezetet vagy a természeti értékeket károsíthatják. (219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet)

Védőtávolság: a veszélyforrás és a védendő létesítmény legközelebbi pontja közötti távolság. (1/2016. (I. 5.) NGM rendelet)

2. melléklet: Jogszabályok jegyzéke

2000. évi XXV. törvény a kémiai biztonságról

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

2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról

234/2011. (XI. 10.) Korm. rendelet a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény végrehajtásáról

219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről

54/2014. (XII. 5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról

246/2014. (IX. 29.) Korm. rendelet az egyes hulladékgazdálkodási létesítmények kialakításának és üzemeltetésének szabályairól

1/2016. (I. 5.) NGM rendelet a veszélyes folyadékok vagy olvadékok tárolótartályainak, tároló-létesítményeinek műszaki biztonsági követelményeiről, hatósági felügyeletéről

10/2016. (IV. 5.) NGM rendelet a munkaeszközök és használatuk biztonsági és egészségügyi követelményeinek minimális szintjéről

365/2016. (XI. 29.) Korm. rendelet Budapest Főváros Kormányhivatalának egyes ipari és kereskedelmi ügyekben eljáró hatóságként történő kijelöléséről, valamint a területi mérésügyi és műszaki biztonsági hatóságokról

216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet a veszélyes folyadékok vagy olvadékok tárolótartályainak, tároló-létesítményeinek műszaki-biztonsági hatósági felügyeletéről

3. melléklet: Szabványok jegyzéke

MSZ-05-94.0024:1979 Földfeletti, álló, hengeres tartály tűzveszélyes folyadék tárolására. Fő méretek

MSZ 15033:1979 Beton- és vasbetonszerkezeti fogalmak és meghatározások

MSZ-05-95.0450:1982 Tároló tartályok általános műszaki követelményei

MSZ 9910:1988 Föld feletti, álló, hengeres, merevtetős acéltartály éghető folyadékok és olvadékok tárolására

MSZ 9999:1988 Úszótetős acéltartály éghető folyadékok tárolására

MSZ 4851 Érintésvédelmi vizsgálati módszerek. (1-6. rész) szabványsorozat

MSZ 15633-1:1992 Éghető folyadékok és olvadékok tároló- és kiszolgálólétesítményeinek, -berendezéseinek tűzvédelmi előírásai. Általános követelmények

MSZ 9910-2:1993 Föld feletti, álló, hengeres acéltartályok éghető folyadékok és olvadékok tárolására. Szerelvényezési, biztonságtechnikai és környezetvédelmi előírások

MSZ 9935:1993 Veszélyes árukkal rakott közúti szállítóegységek átmeneti tárolásának biztonsági követelményei

MSZ 9936:1993 Veszélyes áruk átmeneti-ideiglenes tárolására használatos raktárak biztonsági követelményei

MSZ 9910-3:1998 Föld feletti, álló, hengeres acéltartályok éghető folyadékok és olvadékok tárolására. Időszakos ellenőrző vizsgálat

MSZ EN 12285-2:2005 Műhelyben gyártott acéltartályok. 2. rész: Fekvő, hengeres, szimpla és dupla falú tartályok éghető és nem éghető, vizet szennyező folyadékok föld feletti tárolására

MSZ EN 14015:2005 Folyadékot környezeti és magasabb hőmérsékleten tároló, a helyszínen gyártott, föld feletti, álló, hengeres, sík fenekű, hegesztett acéltartályok tervezési és gyártási előírásai

CEN 14620-1:2006 Design and manufacture of site built, vertical, cylindrical, flat-bottomed steel tanks for the storage of refrigerated, liquefied gases with operating temperatures between 0 °C and -165 °C - Part 1: General

MSZ EN 1993-4-2:2007 Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése. 4-2. rész: Tartályok

MSZ EN 1992-1-1:2010 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok

MSZ EN 1990:2011 Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai

MSZ EN 1992-3:2011 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 3. rész: Folyadéktartályok és tárolószerkezetek

MSZ EN 62305 Villámvédelem. (1-4. rész) szabványsorozat

MSZ 4798:2016 Beton. Műszaki követelmények, tulajdonságok, készítés és megfelelés, valamint az EN 206 alkalmazási feltételei Magyarországon

MSZ EN 12972:2018 Veszélyes anyagok szállítótartályai. A fém szállítótartályok vizsgálata, ellenőrzése és megjelölése

MSZ EN 12390-3:2019 A megszilárdult beton vizsgálata. 3. rész: A próbatestek nyomószilárdsága

MSZ EN 14564:2020 Tartályok veszélyes áruk szállítására. Terminológia

MSZ EN 13094:2020+A1:2022 Tartályok veszélyes anyagok szállítására. Gravitációs ürítésű fémtartályok. Kialakítás és konstrukció

MSZ EN 12504-2:2021 A beton vizsgálata szerkezetekben. 2. rész: Roncsolásmentes vizsgálat. A visszapattanási érték meghatározása

4. melléklet: Ábrák jegyzéke

1. ábra: Az ipari baleseteket kiváltó okok megoszlása.....	6
2. ábra: A természeti eredetű veszélyek összefoglaló ábrája	13
3. ábra: A civilizációs eredetű veszélyek összefoglaló ábrája.....	13
4. ábra: A világ vegyi anyag értékesítése 2021-ben.....	16
5. ábra: A világ vegyi anyag értékesítése 2022-ben.....	16
6. ábra: Veszélyes anyagokkal kapcsolatos balesetek alakulása Kínában a 2004-2018 közötti időszakban.....	17
7. ábra: Az EU-27 vegyiparából származó véletlen szennyezőanyag-kibocsátás.....	17
8. ábra: A bekövetkezett káresemények évenkénti megoszlása az adott Seveso-szint szerint	18
9. ábra: Vegyi anyagokkal kapcsolatos balesetek az Amerikai Egyesült Államokban (2021-2023).....	19
10. ábra: Az ipari termelés volumenváltozása az előző évhez (2021) képest az EU-ban [%]	19
11. ábra: A magyar ipar főbb mutatóinak változása az előző évihez (2021) képest [%].....	21
12. ábra: Az értekezés szerkezeti felépítése	29
13. ábra: Az alkalmazott felfogótér két elterjedt típusa (bal: vasbeton kármentő medence, jobb: acéllemezes védőgyűrű).....	32
14. ábra: Hősugárzás alakulása a távolság függvényében, védőgyűrűs felfogótér esetén	33
15. ábra: Túlnyomás alakulása a távolság függvényében, védőgyűrűs felfogótér esetén.....	34
16. ábra: Hősugárzás alakulása a távolság függvényében, kármentő medencés felfogótér esetén	34
17. ábra: Túlnyomás alakulása a távolság függvényében, kármentő medencés felfogótér esetén	35
18. ábra: Példa a felfogótér kapacitásának meghatározására	63
19. ábra: A HSNOCOP 47 szerint használt jelölések magyarázata	65
20. ábra: Példa az alacsony és a tartály palástjához közel eső felfogótér falra	67
21. ábra: Az (5) és (6) képletekben alkalmazott paraméterek meghatározása	68
22. ábra: Toricelli-tétel – kapcsolat a folyadéknyomás és a kiáramló folyadék sebessége között	71
23. ábra: A kísérlethez készített cső és a túlfolyó	74
24. ábra: A kísérlethez készített cső a mércével és a sérülést reprezentáló lyukak.....	75
25. ábra: Az 1. kísérlet egy adott vizsgálati fázisa	76
26. ábra: A tartály és az egyes módszerekhez tartozó felfogótér falainak ábrázolása	78

27. ábra: Maximum tócsaméretre vonatkozó beállítási ablak	80
28. ábra: 1. eseménysor – a hőszigetelési zónák alakulása	81
29. ábra: 2. eseménysor – a hőszigetelési zónák alakulása	81
30. ábra: 3. eseménysor - a hőszigetelési zónák alakulása.....	82
31. ábra: Példa műanyag felfogótérre	89
32. ábra: Példa fém felfogótérre (kármegelőző tálca).....	90
33. ábra: Példa fém felfogótérre (védőgyűrűs felfogótér).....	90
34. ábra: Példa beton süllyesztett kármegelőző medencére.....	91
35. ábra: Példa vasbeton felszínre helyezett kármegelőző medence	91
36. ábra: Csúszózsákos technológiával történő építés	92
37. ábra: Porozitás és nyomószilárdság összefüggése eltérő tárolási körülmények esetén (Balázs Gy., 1995-1999)	101
38. ábra: A próbakockák 3 napos áztatás után (balról jobbra: 2 db labor levegőn tárolt kontroll próbatest, 2 db NaOH 50%-ban ázott próbatest és 2 db HCl 30%-ban ázott próbatest).....	103
39. ábra: A próbakockák nyomószilárdságának változása az eltérő tárolási/áztatási közegek szerint	104
40. ábra: Alkalmazott adalékanyagok szemmegoszlási görbéje	109
41. ábra: Második turnus próbakockái a bekezelést követően.....	110
42. ábra: A próbakockák vízzel töltött utókezelőtartályban történő tárolása.....	110
43. ábra: Próbakockák az első, illetve a második epoxigyanta réteg felvitele után	111
44. ábra: Próbakockák közvetlenül a 20%-os sósavba helyezését követően (bal oldal: bevonat nélküli; jobb oldal: bevonatolt)	111
45. ábra: Próbakockák a 72 óra kitételi idő leteltét követően	112
46. ábra: Próbakockák a tisztítást és szárítószekrényben történő szárítást követően.....	112
47. ábra: Kontroll próbakockák tömegének alakulása a három turnus esetében.....	116
48. ábra: Bevonat nélküli próbakockák tömegének alakulása a három turnus esetében.....	116
49. ábra: Bevonatolt próbakockák tömegének alakulása a három turnus esetében	117
50. ábra: Próbakockák átlagos tömegének alakulása a turnusok szerinti összehasonlításban	117
51. ábra: Kontroll próbakockák roncsolásmentes módszer szerinti átlagos nyomószilárdságának alakulása a három turnus esetében	118
52. ábra: Bevonat nélküli próbakockák roncsolásmentes módszer szerinti átlagos nyomószilárdságának alakulása a három turnus esetében.....	119

53. ábra: Bevonatolt próbakockák roncsolásmentes módszer szerinti átlagos nyomószilárdságának alakulása a három turnus esetében.....	119
54. ábra: Próbakockák átlagos nyomószilárdsági értékének alakulása a kitéti közeg és a bevonat szerinti összehasonlításban.....	120
55. ábra: Kontroll próbakockák roncsolásos módszer szerinti átlagos	121
56. ábra: Bevonat nélküli próbakockák roncsolásos módszer szerinti átlagos nyomószilárdságának alakulása a három turnus esetében.....	121
57. ábra: Bevonatolt próbakockák roncsolásos módszer szerinti átlagos	122
58. ábra: Próbakockák átlagos nyomószilárdsági értékének alakulása	122
59. ábra: A roncsolásmentes és a roncsolásos módszerek szerinti átlagos	123

5. melléklet: Táblázatok jegyzéke

1. táblázat: A vegyi anyagok körének bővülése	15
2. táblázat: Az EU27 tagállamainak ipari termelési volumenének alakulása az előző évhez képest [%] (kék: előzetes adat, zöld: revideált adat)	20
3. táblázat: Az értekezés szempontjából főbb magyar szabványok	24
4. táblázat: Az értekezés szempontjából főbb európai szabványok,	25
5. táblázat: Karbantartási stratégiák különböző szempontok szerinti összehasonlítása.....	53
6. táblázat: Méretezésnél használt azonos bemeneti paraméterek	67
7. táblázat: Példa (10) és (11) képletek alapján számított kiáramlási távolságok alakulására	72
8. táblázat: Az egyes méretezési módszerek alapján számított paraméterek	78
9. táblázat: A szimulált eseménysorok eredményei	84
10. táblázat: Iparban alkalmazott felfogóterek alapanyag szerinti lehetséges csoportosítási módja.....	87
11. táblázat: Iparban alkalmazott felfogóterek méret és alak szerinti lehetséges csoportosítási módja.....	88
12. táblázat: Iparban alkalmazott felfogóterek elhelyezés szerinti lehetséges csoportosítási módja.....	88
13. táblázat: Kármentő medence szemben a védőgyűrűvel	92
14. táblázat: Szerkezetek tervezési élettartama	96
15. táblázat: Fagyási-olvadási hatás jégolvasztó anyaggal, vagy anélkül	98
16. táblázat: Egyéb agresszív vizek és folyadékok okozta kémiai korrózió	99
17. táblázat: Víznyomás hatására létrejövő igénybevétel	100
18. táblázat: Az alkalmazott beton receptúra	108
19. táblázat: Próbakockák bevonatolására és kitéti idejére vonatkozó	113
20. táblázat: Próbakockák bevonatolására és kitéti idejére vonatkozó	113
21. táblázat: Próbakockák bevonatolására és kitéti idejére vonatkozó	114

6. melléklet: 1. kísérlet bemenő adatai, a meghatározott x és y paraméterek, valamint az eredmények

Forrás: saját szerkesztés

Lyuk átmérő	H	1	m		
	R	0.1	m		
5 mm	OPT	ADOTT X_0.1	ADOTT X_0.2	ADOTT X_0.4	ADOTT X_0.6
x	0.33	0.10	0.20	0.40	0.60
y	0.67	0.89	0.83	0.71	0.59
h1 = 0.90	nem ment át	nem ment át	nem ment át	nem ment át	nem ment át
h2 = 0.80	nem ment át, de fal belső éléhez ütközött	alatta van	nem ment át	nem ment át	nem ment át
h3 = 0.70	nem ment át	alatta van	alatta van	nem ment át	nem ment át
h4 = 0.60	alatta van	alatta van	alatta van	alatta van	nem ment át
Lyuk átmérő	H	1	m		
	R	0.1	m		
10 mm	OPT	ADOTT X_0.1	ADOTT X_0.2	ADOTT X_0.4	ADOTT X_0.6
x	0.33	0.10	0.20	0.40	0.60
y	0.67	0.89	0.83	0.71	0.59
h1 = 0.90	nem ment át	nem ment át	nem ment át	nem ment át	nem ment át
h2 = 0.80	nem ment át	alatta van	nem ment át	nem ment át	nem ment át
h3 = 0.70	nem ment át	alatta van	alatta van	nem ment át	nem ment át
h4 = 0.60	alatta van	alatta van	alatta van	alatta van	nem ment át
Lyuk átmérő	H	1	m		
	R	0.1	m		
15 mm	OPT	ADOTT X_0.1	ADOTT X_0.2	ADOTT X_0.4	ADOTT X_0.6
x	0.33	0.10	0.20	0.40	0.60
y	0.67	0.89	0.83	0.71	0.59
h1 = 0.90	nem ment át	nem ment át, de a fal belső élének ütközött	nem ment át	nem ment át	nem ment át
h2 = 0.80	nem ment át, de a fal belső élének ütközött	alatta van	nem ment át	nem ment át	nem ment át
h3 = 0.70	nem ment át	alatta van	alatta van	nem ment át	nem ment át
h4 = 0.60	alatta van	alatta van	alatta van	alatta van	nem ment át

Lyuk átmérő 20 mm	H	1	m		
	R	0.1	m	ADOTT X_0.4	ADOTT X_0.6
	OPT	ADOTT X_0.1	ADOTT X_0.2	ADOTT X_0.4	ADOTT X_0.6
x	0.33	0.10	0.20	0.40	0.60
y	0.67	0.89	0.83	0.71	0.59
h1 = 0.90	nem ment át	nem ment át, de a fal belső élének ütközött	nem ment át	nem ment át	nem ment át
h2 = 0.80	nem ment át	alatta van	nem ment át	nem ment át	nem ment át
h3 = 0.70	nem ment át	alatta van	alatta van	nem ment át	nem ment át
h4 = 0.60	alatta van	alatta van	alatta van	alatta van	nem ment át

7. melléklet: 2. kísérlet bemenő adatai, a meghatározott x és y paraméterek, valamint az eredmények

Forrás: saját szerkesztés

Lyuk átmérő	H	1	m		
	R	0.1	m		
5 mm	OPT	ADOTT X_0.1	ADOTT X_0.2	ADOTT X_0.4	ADOTT X_0.6
x	0.33	0.10	0.20	0.40	0.60
y	0.70	0.91	0.85	0.72	0.60
h1 = 0.90	nem ment át	nem ment át	nem ment át	nem ment át	nem ment át
h2 = 0.80	nem ment át	alatta van	nem ment át	nem ment át	nem ment át
h3 = 0.70	nem ment át	alatta van	alatta van	nem ment át	nem ment át
h4 = 0.60	alatta van	alatta van	alatta van	alatta van	nem ment át
Lyuk átmérő	H	1	m		
	R	0.1	m		
10 mm	OPT	ADOTT X_0.1	ADOTT X_0.2	ADOTT X_0.4	ADOTT X_0.6
x	0.33	0.10	0.20	0.40	0.60
y	0.70	0.91	0.85	0.72	0.60
h1 = 0.90	nem ment át	nem ment át	nem ment át	nem ment át	nem ment át
h2 = 0.80	nem ment át	alatta van	nem ment át	nem ment át	nem ment át
h3 = 0.70	nem ment át	alatta van	alatta van	nem ment át	nem ment át
h4 = 0.60	alatta van	alatta van	alatta van	alatta van	nem ment át
Lyuk átmérő	H	1	m		
	R	0.1	m		
15 mm	OPT	ADOTT X_0.1	ADOTT X_0.2	ADOTT X_0.4	ADOTT X_0.6
x	0.33	0.10	0.20	0.40	0.60
y	0.70	0.91	0.85	0.72	0.60
h1 = 0.90	nem ment át	nem ment át	nem ment át	nem ment át	nem ment át
h2 = 0.80	nem ment át	alatta van	nem ment át	nem ment át	nem ment át
h3 = 0.70	nem ment át	alatta van	alatta van	nem ment át	nem ment át
h4 = 0.60	alatta van	alatta van	alatta van	alatta van	nem ment át
Lyuk átmérő	H	1	m		
	R	0.1	m		
20 mm	OPT	ADOTT X_0.1	ADOTT X_0.2	ADOTT X_0.4	ADOTT X_0.6
x	0.33	0.10	0.20	0.40	0.60
y	0.70	0.91	0.85	0.72	0.60
h1 = 0.90	nem ment át	nem ment át	nem ment át	nem ment át	nem ment át
h2 = 0.80	nem ment át	alatta van	nem ment át	nem ment át	nem ment át
h3 = 0.70	nem ment át	alatta van	alatta van	nem ment át	nem ment át
h4 = 0.60	alatta van	alatta van	alatta van	alatta van	nem ment át

8. melléklet: 3. kísérlet bemenő adatai, a meghatározott x és y paraméterek, valamint az eredmények

Forrás: saját szerkesztés

Lyuk átmérő	H	1	m		
	R	0.1	m		
5 mm	OPT	ADOTT X_0.1	ADOTT X_0.2	ADOTT X_0.4	ADOTT X_0.6
x	0.33	0.10	0.20	0.40	0.60
y	0.70	0.91	0.85	0.72	0.60
h1 = 0.90	nem ment át	nem ment át	nem ment át	nem ment át	nem ment át
h2 = 0.80	nem ment át	alatta van	nem ment át	nem ment át	nem ment át
h3 = 0.70	nem ment át	alatta van	alatta van	nem ment át	nem ment át
h4 = 0.60	alatta van	alatta van	alatta van	alatta van	nem ment át
Lyuk átmérő	H	1	m		
	R	0.1	m		
10 mm	OPT	ADOTT X_0.1	ADOTT X_0.2	ADOTT X_0.4	ADOTT X_0.6
x	0.33	0.10	0.20	0.40	0.60
y	0.70	0.91	0.85	0.72	0.60
h1 = 0.90	nem ment át	nem ment át	nem ment át	nem ment át	nem ment át
h2 = 0.80	nem ment át	alatta van	nem ment át	nem ment át	nem ment át
h3 = 0.70	nem ment át	alatta van	alatta van	nem ment át	nem ment át
h4 = 0.60	alatta van	alatta van	alatta van	alatta van	nem ment át
Lyuk átmérő	H	1	m		
	R	0.1	m		
15 mm	OPT	ADOTT X_0.1	ADOTT X_0.2	ADOTT X_0.4	ADOTT X_0.6
x	0.33	0.10	0.20	0.40	0.60
y	0.70	0.91	0.85	0.72	0.60
h1 = 0.90	nem ment át	nem ment át	nem ment át	nem ment át	nem ment át
h2 = 0.80	nem ment át	alatta van	nem ment át	nem ment át	nem ment át
h3 = 0.70	nem ment át	alatta van	alatta van	nem ment át	nem ment át
h4 = 0.60	alatta van	alatta van	alatta van	alatta van	nem ment át
Lyuk átmérő	H	1	m		
	R	0.1	m		
20 mm	OPT	ADOTT X_0.1	ADOTT X_0.2	ADOTT X_0.4	ADOTT X_0.6
x	0.33	0.10	0.20	0.40	0.60
y	0.70	0.91	0.85	0.72	0.60
h1 = 0.90	nem ment át	nem ment át	nem ment át	nem ment át	nem ment át
h2 = 0.80	nem ment át	alatta van	nem ment át	nem ment át	nem ment át
h3 = 0.70	nem ment át	alatta van	alatta van	nem ment át	nem ment át
h4 = 0.60	alatta van	alatta van	alatta van	alatta van	nem ment át

9. melléklet: Szabvány szerinti környezeti osztályok és határértékeik

Forrás: [128] alapján saját szerkesztés

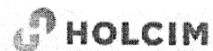
Környezeti osztály	Alkalmazási terület	Minimum nyomó-szilárdsági osztály	Minimum cement-tartalom [kg/m ³]	Maximum víz-cement tényező
Nincs korróziós kockázat				
X0	Vasalatlan beton, kivéve ha fagyás/olvadás, koptatás, vagy kémiai korrózió éri. Vasalt beton <35% relatív páratartalmú környezetben.	C12/15	-	-
XN(H)	Káros környezeti hatás nem éri a szilárdsági szempontból alárendelt jelentőségű betont.	C8/10	165	0,90
X0b(H)	Káros környezeti hatás nem éri a betont.	C12/15	230	0,75
X0v(H)	Karbonátosodáson kívül egyéb káros környezeti hatás nem éri a vasalt betont.	C16/20	250	0,70
Karbonátosodás okozta acélkorrózió				
XC1	Száraz vagy tartósan nedves helyen.	C20/25	260	0,65
XC2	Nedves, ritkán száraz helyen.	C25/30	280	0,60
XC3	Mérsékeltén nedves helyen.	C30/37	280	0,55
XC4	Váltakozva nedves és száraz helyen.	C30/37	300	0,50
Nem tengervízből származó kloridok okozta acélbetét-korrózió				
XD1	Mérsékeltén nedves helyen.	C30/37	300	0,55
XD2	Nedves, ritkán száraz helyen.	C35/45	320	0,50
XD3	Váltakozva nedves és száraz helyen, kloridok permetének kitéve.	C35/45	320	0,45
Tengervízből származó kloridok okozta acélbetét-korrózió				
XS1	Sós levegőnek kitéve, de nincs közvetlen érintkezés tengervízzel.	C30/37	300	0,55
XS2	Állandóan tengervízbe merülve.	C35/45	320	0,40
XS3	Árapálllyal, felcsapódással, vagy permettel érintkező zónák.	C35/45	340	0,45
Fagyási-olvadási hatás jégolvasztó anyaggal, vagy anélkül				
XF1	Mérsékelt víztelítettség, jégolvasztó anyag nélkül.	C30/37	300	0,55
XF2	Mérsékelt víztelítettség, jégolvasztó anyaggal.	C25/30	300	0,55
XF2(H)	Mérsékelt víztelítettség jégolvasztó, légbuborék-képző adalékszer nélkül.	C35/45	320	0,50
XF3	Nagy víztelítettségű, jégolvasztó anyag nélkül.	C30/37	320	0,50
XF3(H)	Nagymérvű víztelítettség, jégolvasztó anyag nélkül, légbuborék-képző adalékszer nélkül.	C40/50	340	0,45
XF4	Nagy víztelítettségű, jégolvasztó anyaggal.	C30/37	340	0,45
XF4(H)	Nagymérvű víztelítettség, jégolvasztó anyaggal, légbuborék-képző adalékszer nélkül.	C40/50	360	0,40
Talaj, vagy talajvíz okozta kémiai korrózió				
XA1	Enyhén agresszív kémiai környezet.	C30/37	300	0,55
XA2	Mérsékeltén agresszív kémiai környezet.	C30/37	320	0,50
XA3	Nagymértékben agresszív kémiai környezet.	C35/45	360	0,45

Egyéb agresszív vizek és folyadékok okozta kémiai korrózió				
XA4(H)	Közcsatornába bocsátható, enyhén agresszív szennyvizek, illetve enyhén agresszív vizek és folyadékok, gázok, gőzök, permetek, erjedő anyagok környezete.	C35/45	330	0,45
XA5(H)	Közcsatornába bocsátható, közepesen agresszív szennyvizek, illetve közepesen agresszív vizek és folyadékok, gázok, gőzök, permetek, erjedő anyagok környezete.	C35/45	330	0,42
XA6(H)	Közcsatornába nem bocsátható, nagyon agresszív ipari szennyvíz okozta hatás.	C40/50	330	0,38
Koptató hatás okozta igénybevétel				
XK1(H)	Könnyű szemcsés anyagok koptató igénybevétele.	C30/37	310	0,50
XK2(H)	Gördülő igénybevétel okozta koptató hatás nehéz terhek alatt.	C35/45	330	0,45
XK3(H)	Csúsztató-gördülő igénybevétel okozta koptató hatás igen nehéz terhek alatt.	C40/50	350	0,40
XK4(H)	Csúsztató-gördülő igénybevétel okozta koptató hatás igen nehéz terhek alatt, nagy felületi pontosság és pormentesség igénye esetén.	C45/55	370	0,38
Víznyomás hatására létrejövő igénybevétel				
XV0(H)	Nedves, víznyomás nélküli környezet.	C25/30	300	0,55
XV1(H)	2 méternél kisebb vízoszlop nyomása.	C25/30	300	0,55
XV2(H)	2 és 10 méter közötti vízoszlop nyomása.	C30/37	300	0,50
XV3(H)	10 méternél nagyobb vízoszlop nyomása.	C30/37	300	0,45

10. melléklet: Az alkalmazott cement teljesítménynyilatkozata

Forrás: [143]

TELJESÍTMÉNYNYILATKOZAT



CEM III/B 32,5 N-LH/SR

6Q00-J08P-R005-4P6G

EK-teljesítménynyilatkozati tanúsítvány száma: 1414-CPR-T0419

Dokumentum jelölése: NFR-TNY-001-013

Vázlat: 1.0

- A terméktípus egyedi azonosító kódja (pl. szabványos megnevezése): Kohósalakciment EN 197-1 – CEM III/B 32,5 N-LH/SR
- A felhasználás célja(i): Betonok, habarcsok, injektált habarcsok és egyéb keverékek készítése az építési számára, és építési termékek előállítására.
- Gyártó: Holcim Magyarország Kft. 7953 Kővályegyháza, Cement utca 1.
- Neghatalmazott képviselő: Nincs
- TÁEE rendszer: 1+ rendszer
- Harmozított szabvány: MSZ EN 197-1:2011 Cementek. 1. rész: Az általános felhasználású cementek összetétel, követelményei és megfelelőségi feltételei. Bejelentett tanúsító szerve: neve, azonosítója: CEMKUT Kft. 1414

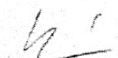
7. Teljesítménykövetelmények értékelése

Lényeges jellemzők	Teljesítmény
Általános felhasználású cementek (alcsaládok) összetétel és alkotórészek:	CEM III/B 32,5 N-LH/SR
Kedő nyomószilárdság (7 nap):	> 16,0 MPa*
Szabványos nyomószilárdság (28 nap):	> 32,5 MPa*
Kötési idő kezdete:	Megfelel
Oldhatatlan maradék:	Megfelel
Ízvási veszteség:	Megfelel
Térfogatállandóság / Tégulás:	Megfelel
SO ₂ tartalom:	Megfelel
Hidratációs hő:	Megfelel
Kloridtartalom:	Megfelel

* a szabványban előírt legkisebb jellemző érték

Az 1. pontban meghatározott termék megfelel a 7. pontban feltüntetett, teljesítménynyilatkozat szerinti teljesítménynek. A 305/2011/ EU rendeletnek megfelelően a teljesítménynyilatkozat kiadásáért kizárólag a 3. pontban meghatározott gyártó a felelős.

A gyártó nevében és részéről aláíró személy:


Hoffmann Tamás
Ügyvezető Igazgató

Kővályegyháza, 2023.06.30.

BIZTONSÁGI FIGYELMEZTETÉS

H315 – Bőrirritáló hatású.
H317 – Allergiás bőrreakciót válthat ki.
H318 – Súlyos szemkárosodást okoz.
H335 – Légúti irritációt okozhat.

BIZTONSÁGI ÚTMUTATÁSOK

P102 – Gyermekektől elzárva tartandó.
P261 – Kerülje a por/lüst/gáz/köd/gőzök/permet belélegzését.
P280 – Védőkesztyű/védőruha/szemvédő/arcvédő használata kötelező.
P302 + P352 – HA BŐRRE KERÜL: Lemosás bő szappanos vízzel.
P333 + P313 – Bőrirritáció vagy kiütések megjelenése esetén: Orvosi ellátást kell kérni.
P304 + P340 + P312 – BELÉLEGZÉS ESETÉN: Az érintett személyt friss levegőre kell vinni és olyan nyugalmi testhelyzetbe kell helyezni, hogy könnyen tudjon lélegezni. Rosszullét esetén forduljon TOXIKOLÓGIAI KÖZPONTHOZ/orvoshoz.
P305 + P351 + P338 + P310 – SZEMBE KERÜLÉS ESETÉN: Több percig tartó óvatos öblítés vízzel. Adott esetben a kontaktlencsék eltávolítása, ha könnyen megoldható. Az öblítés folytatása. Azonnal forduljon TOXIKOLÓGIAI KÖZPONTHOZ/orvoshoz.
P501 – A tartalom/edény elhelyezése hulladéként: A helyi előírásoknak megfelelően.

SIGURNOSNO UPOZORENJE

H315 – Nadražuje koži.
H317 – Može izazvati alergijsku reakciju na koži.
H318 – Uznrokuje teške ozljede oka.
H335 – Može nadražiti dišni sustav.

SIGURNOSNA UPUTA

P102 – Čuvati izvan dohvata djece
P260 – Nositi zaštitne rukavice / zaštitno odijelo / zaštitu za oči / zaštitu za lice.
P305 + P351 + P338 + P310 U SLUČAJU DODIRA S OČIMA: prazno ispirati vodom nekoliko minuta. Ukloniti kontaktne leće ukoliko ih nosite i ako se one lako uklanjaju. Nastaviti ispiranje
P302 + P352 + P333 + P313 U SLUČAJU DODIRA S KOŽOM: oprati velikom količinom sapuna i vode. U slučaju nadražaja ili osipa na koži: zatražiti savjet / pomoć liječnika
P261 + P304 + P312 – Izbjegavati udisanje prašine. AKO SE UDIŠE: premjestiti unesrećenog na svjež zrak, uniriti ga i postaviti u položaj koji olakšava disanje. U slučaju zdravstvenih tegoba nazvati liječnika
P501 – Odložiti sadržaj/spremnik u skladu s nacionalnim propisima.

STAVKI O NEVARNOSTI

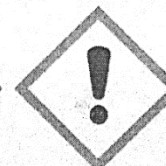
H315 – Povroča draženje kože.
H317 – Lahko povzroči alergijsko odziv kože.
H318 – Povroča hude poškodbe oči.
H335 – Lahko povzroči draženje dihalnih poti.

PREVIDNOSTNI STAVKI

P102 – Hraniti zunaj dosega otrok.
P260 – Nositi zaštitne rokavice/zaštitno odijelo/zaštitu za oči/zaštitu za obraz.
P261 – Ne vdihavati prahu/dima/plina/meglje/hlapov/razpršila.
P302 + P352 – PRI STIKU S KOŽO: Umiti z veliko vode in mila.
P333 + P313 – Če nastopi draženje kože ali se pojavi izpuščaj: poiščite zdravniško pomoč/oskrbo.
P304 + P340 + P312 – PRI VDIHAVANJU: Prenešite osebo na svež zrak in jo pustite v udobnem položaju, ki olajša dihanje. Ob slabem počutju pokličite CENTER ZA ZASTRUPITVE/zdravnika.
P305 + P351 + P338 + P310 – PRI STIKU Z OČMI: Previdno ispirati z vodo nekaj minut. Odstranite kontaktne leče, če jih imate in če to lahko storite brez težav. Nadaljujte z ispiranjem. Takoj pokličite CENTER ZA ZASTRUPITVE/zdravnika.
P501 – Odstraniti vsebino/posodo v skladu z lokalnimi predpisi.



GHS05



GHS07

11. melléklet: Az elvégzett laboratóriumi vizsgálat ütemterve

Forrás: saját szerkesztés

	2024.02.24	2024.02.26	2024.03.02	2024.03.04	2024.03.09	2024.03.11	2024.03.16	2024.03.22	2024.03.23	2024.03.29	2024.03.30
Keverés_1	keverés +zsuhzás	kizsuhzás +utókezelőbe	utókezelőből ki					tisztítás súly és méret lemérése műgyanta 1. réteg	28. napos - műgyanta 2. réteg		
Keverés_2			keverés +zsuhzás	kizsuhzás +utókezelőbe	utókezelőből ki					tisztítás súly és méret lemérése műgyanta 1. réteg	28. napos - műgyanta 2. réteg
Keverés_3					keverés +zsuhzás	kizsuhzás +utókezelőbe	utókezelőből ki				
	2024.04.02	2024.04.03	2024.04.04	2024.04.05	2024.04.06	2024.04.09	2024.04.12	2024.04.13	2024.04.16	2024.04.22	2024.04.23
Keverés_1	savba helyezés (24 órára)	savból kivétel +tisztítás +szárítás (50°C-on 4 órát)	méret és súly visszamérése Schmidt- kalapács +Törögép								
Keverés_2						savba helyezés (72 órára)	savból kivétel +tisztítás +szárítás (50°C-on 4 órát)	méret és súly visszamérése Schmidt- kalapács +Törögép			
Keverés_3				tisztítás súly és méret lemérése műgyanta 1. réteg	28. napos - műgyanta 2. réteg				savba helyezés (144 órára)	savból kivétel +tisztítás +szárítás (50°C-on 4 órát)	méret és súly visszamérése Schmidt- kalapács +Törögép

12. melléklet: Az első turnus mérési eredményeit összefoglaló táblázat

Forrás: saját szerkesztés

		Próbatest azonosítója								
Keverés_1		1_1_k	1_2_k	1_3_k	1_4_s	1_5_s	1_6_s	1_7_s_m	1_8_s_m	1_9_s_m
felső terhelt felület [mm]	x1	150	150	150	149	149	149	152	151	151
	x2	150	150	150	149	149	149	152	151	150
	x3	150	150	150	149	149	149	152	151	150
	y1	151	151	150	145	143	146	152	152	152
	y2	151	151	150	145	143	145	152	152	152
	y3	151	151	151	146	145	143	152	152	152
alsó terhelt felület [mm]	x1	150	150	150	149	149	149	151	150	150
	x2	150	150	150	150	149	149	151	150	151
	x3	150	150	150	149	149	149	151	150	150
	y1	150	151	151	150	149	148	151	151	151
	y2	150	151	151	149	149	148	151	151	151
	y3	150	151	150	150	149	148	151	151	151
közép-értékek	x_m	150	150	150	149	149	149	152	151	150
	y_m	151	151	151	148	146	146	152	152	152
[mm ²]	A_c	22575	22650	22575	22002	21804	21804	22952	22801	22776
nem terhelt felületek [mm]	z1	150	150	150	149	149	149	151	152	151
	z2	150	150	150	149	149	149	152	151	152
	z3	150	150	149	149	149	149	151	151	151
	z4	150	150	149	149	149	149	151	151	151
	z_m	150	150	150	149	149	149	151	151	151
g	tömeg	7964	8068.9	7942.9	7520	7328	7225.5	8150.2	8097.6	8059.6
mm ³	térfogat	3386250	3397500	3374963	3278310	3248746	3248746	3471528	3448613	3444794
kg/m ³	sűrűség	2352	2375	2353	2294	2256	2224	2348	2348	2340
MPa	$S.k_{f_{c,i}}$	32.1	35.6	32.4	31.1	27.3	26.0	39.4	34.9	38.1
MPa	$S.k_{f_{c,m}}$	33.4			28.1			37.5		
kN	$T.g_{f_{c,i}}$	1055.680	1069.901	1072.037	733.284	691.949	659.267	823.292	900.055	838.775
MPa	$T.g_{f_{c,i}}$	46.9	47.6	47.6	32.6	30.8	29.3	36.6	40.0	37.3
MPa	$T.g_{f_{c,m}}$	47.4			30.9			38.0		
N/mm ²	$T.g_{f_{c,i}}$	46.8	47.2	47.5	33.3	31.7	30.2	35.9	39.5	36.8
MPa	$T.g_{f_{c,m}}$	47.2			31.8			37.4		

13. melléklet: A második turnus mérési eredményeit összefoglaló táblázat

Forrás: saját szerkesztés

		Próbatest azonosítója								
Keverés_2		2_1_k	2_2_k	2_3_k	2_4_s	2_5_s	2_6_s	2_7_s_m	2_8_s_m	2_9_s_m
felső terhelt felület [mm]	x1	150	150	150	150	150	150	151	151	151
	x2	150	150	150	150	150	150	151	151	151
	x3	150	150	150	150	150	150	151	152	151
	y1	150	150	150	149	149	149	151	150	151
	y2	150	150	150	148	149	149	151	150	150
	y3	150	151	150	147	149	149	151	150	151
alsó terhelt felület [mm]	x1	150	150	150	150	150	150	151	150	151
	x2	150	150	150	149	150	150	151	151	151
	x3	150	150	150	150	150	150	150	150	151
	y1	149	150	149	149	149	149	151	150	151
	y2	150	150	149	149	149	149	151	151	151
	y3	150	149	149	149	149	149	150	150	151
közép-értékek	x _m	150	150	150	150	150	150	151	151	151
	y _m	150	150	150	149	149	149	151	150	151
[mm ²]	A _c	22475	22500	22425	22250	22350	22350	22751	22650	22776
nem terhelt felületek [mm]	z1	150	150	150	150	150	150	150	150	150
	z2	150	150	150	149	149	150	151	151	150
	z3	150	150	150	149	149	150	150	150	150
	z4	150	150	150	149	149	150	150	150	150
	z _m	150	150	150	149	149	150	150	150	150
g	tömeg	7935.6	7969.5	7938.6	7516.9	7572.8	7601.1	8090.3	8028.5	8117.1
mm ³	térfogat	3371250	3375000	3363750	3320850	3335738	3352500	3418292	3403183	3416375
kg/m ³	sűrűség	2354	2361	2360	2264	2270	2267	2367	2359	2376
MPa	S.k_f _{c,i}	34.0	35.3	34.0	27.6	23.5	29.9	36.2	34.3	35.3
MPa	S.k_f _{c,m}	34.4			27.0			35.2		
kN	T.g_f _{c,i}	1159.017	1177.969	1168.328	852.941	846.179	859.311	905.763	893.665	911.281
MPa	T.g_f _{c,i}	51.5	52.4	51.9	37.9	37.6	38.2	40.3	39.7	40.5
MPa	T.g_f _{c,m}	51.9			37.9			40.2		
N/mm ²	T.g_f _{c,i}	51.6	52.4	52.1	38.3	37.9	38.4	39.8	39.5	40.0
MPa	T.g_f _{c,m}	52.0			38.2			39.8		

14. melléklet: A harmadik turnus mérési eredményeit összefoglaló táblázat

Forrás: saját szerkesztés

		Próbatest azonosítója								
Keverés_3		3_1_k	3_2_k	3_3_k	3_4_s	3_5_s	3_6_s	3_7_s_m	3_8_s_m	3_9_s_m
felső terhelt felület [mm]	x1	150	150	150	149	149	149	151	151	151
	x2	150	150	150	149	149	149	151	151	151
	x3	150	150	150	149	149	149	151	151	150
	y1	150	150	151	148	146	145	151	150	151
	y2	150	150	150	147	146	144	151	151	151
	y3	150	150	150	148	147	145	151	151	151
alsó terhelt felület [mm]	x1	150	150	150	149	149	150	151	151	151
	x2	150	150	150	149	149	149	150	151	151
	x3	150	150	150	150	150	149	150	151	151
	y1	150	150	150	150	150	149	150	151	151
	y2	150	150	150	149	149	149	151	150	150
	y3	151	150	151	150	149	148	150	150	151
közép-értékek	x_m	150	150	150	149	149	149	151	151	151
	y_m	150	150	150	149	148	147	151	151	151
[mm ²]	A_c	22525	22500	22550	22176.11	22051.81	21877.78	22700.44	22725.5	22750.69
nem terhelt felületek [mm]	z1	150	150	150	149	149	149	150	150	150
	z2	150	150	150	149	149	149	150	150	150
	z3	149	150	149	149	149	149	150	150	150
	z4	149	150	150	149	149	149	150	150	150
	z_m	150	150	150	149	149	149	150	150	150
g	tömeg	7958.1	7933.1	7964.4	7561.6	7504.2	7482.3	8068.6	8032.3	8023.5
mm ³	térfogat	3367488	3375000	3376863	3304241	3285719	3259789	3405067	3408825	3412604
kg/m ³	sűrűség	2363	2351	2359	2288	2284	2295	2370	2356	2351
MPa	S.k_f _{c,i}	32.7	32.0	32.7	25.4	27.3	25.7	34.6	34.9	32.4
MPa	S.k_f _{c,m}	32.5			26.1			34.0		
kN	T.g_f _{c,i}	1077.195	1094.562	1057.816	721.100	744.064	692.842	885.995	929.173	904.209
MPa	T.g_f _{c,i}	47.9	48.6	47.0	32.0	33.1	30.8	39.4	41.3	40.2
MPa	T.g_f _{c,m}	47.8			32.0			40.3		
N/mm ²	T.g_f _{c,i}	47.8	48.6	46.9	32.5	33.7	31.7	39.0	40.9	39.7
MPa	T.g_f _{c,m}	47.8			32.6			39.9		

15. melléklet: A hipotézisek, kutatási célkitűzések és tudományos eredmények egymásra épülése, valamint gyakorlati alkalmazhatósága

Forrás: saját szerkesztés

Tudományos probléma	Hipotézis	Kutatási célkitűzés	Javasolt kutatási eredmény
<p>A felfogóterekkel kapcsolatos releváns jogszabályok és előírások elemzése és értékelése területén.</p>	<p>Feltételezem, hogy a külső környezeti tényezők változása miatt a tartályok elemét képező felfogóterek létesítésénél figyelembe vett jogszabályi és műszaki előírások felülvizsgálata indokolt.</p>	<p>A felfogóterek létesítésével összefüggésben meghatározom azon jogszabályi és műszaki előírások körét, amelyek felülvizsgálata szükséges a külső környezeti tényezők változása miatt.</p>	<p>A releváns jogszabályi és műszaki előírások körének elemzése és értékelése kapcsán elvégzett kutatás alapján azonosítottam a tárolótartályok, tároló-létesítmények és az azok elemének tekintett felfogóterekkel kapcsolatos jogszabályokat, műszaki biztonsági előírásokat és útmutatókat; melyek elemzése és értékelése során megállapítottam, hogy azokban speciálisan a felfogóterekre irányuló ellenőrzési, felülvizsgálati és karbantartási tevékenységek nem kerültek megállapításra; ezek alapján javaslatot tettem a vonatkozó jogszabályokban, útmutatókban és szabványokban a felfogóterekkel kapcsolatos tervezési, létesítési, ellenőrzési, felülvizsgálati és karbantartási tevékenységek kiemelten történő kezelésére.</p>

Tudományos probléma	Hipotézis	Kutatási célkitűzés	Javasolt kutatási eredmény
Új méretezési módszer kifejlesztése a biztonságos felfogóterek tervezésének területén.	Feltételezem, hogy a felfogótér méretezésére felállítható egy a gyakorlatban alkalmazható számítási rendszer, mellyel meghatározhatók a felfogótér azon paraméterei, melyek garantálják a megfelelő biztonsági szintet, ugyanakkor nem jelent aránytalan létesítési és fenntartási terhet az üzemeltető részére.	Kidolgozom a felfogóterek méretezésére vonatkozó metodikát, mely üzemeltetői és hatósági szempontból is hatékonyan alkalmazható.	A felfogóterek méretezésére vonatkozó módszerek kutatására és az új metodika kifejlesztésére irányuló vizsgálatok eredményeinek átfogó elemzését és vizsgálatát követően megállapítottam , hogy a szakirodalomban fellelhető felfogótér méretezési módszerek jellemzően a „110%-os szabályra” épülnek, ezáltal a módszerek többsége nem veszi figyelembe a sérülésen keresztül kiáramló folyadéknak a felfogótér falán történő átfolyási kockázatát; ezzel összefüggésben kifejlesztettem egy új módszert és javaslatot tettem a következményelemző szoftvereknek az új módszer II. összetevője alapján számított felfogótér paraméterekkel történő kiegészítésére.

Tudományos probléma	Hipotézis	Kutatási célkitűzés	Javasolt kutatási eredmény
<p>A karbantartási, illetve vasbeton felfogóterekkel kapcsolatos alapelvek és ajánlások megfogalmazása területén</p>	<p>Feltételezem, hogy a tartály- és felfogótér sérülések fő oka a nem megfelelő létesítési és üzemeltetési tevékenység. A tartály/felfogótér beton- és acélszerkezetei olyan hatásoknak vannak kitéve, amelyek fokozott terhelést jelentenek, ezért azok mértékétől függően a szerkezetek akár rövid távon is károsodhatnak. Továbbá feltételezem, hogy laborkörülmények között, kísérleti úton megállapíthatók és rendszerezhetők azon anyagtani alapelvek és javaslatok, amelyek alkalmazásával biztosítható a tartályból kiszivárgott folyadék biztonságos visszatartását nyújtó felfogótér megépítése.</p>	<p>Felmérem a tartályok és felfogóterek sérüléseinek főbb kiváltó okait, mind rövid-, mind hosszútávra vonatkozóan, ezáltal azonosítom és rendszerbe foglalom a műszaki- és hatósági üzemeltetés/karbantartás ellenőrzési szempontjait. Továbbá laboratóriumi körülmények között, kísérleti úton kidolgozom azokat az anyagtani alapelveket és ajánlásokat a vasbeton felfogóterek vonatkozásában, melyek alkalmazásával biztosítható a tartályból kiszivárgott folyadék biztonságos felfogása.</p>	<p>Az üzemeltetés/karbantartás vonatkozásában a műszaki- és hatósági ellenőrzés szempontjainak, továbbá a vasbeton felfogóterekkel kapcsolatos kutatások elemzése és ajánlások kidolgozására irányuló vizsgálatokat követően mege erősítettem a veszélyes tevékenységet folytató üzemek (vas)beton szerkezetei esetében a kémiai korróziós környezeti osztálynak megfelelő betonkeverék megválasztásának jelentőségét; kidolgoztam egy karbantartási modellt, mely révén megvalósítható az üzem és ezáltal létesítményeinek, berendezéseinek, eszközeinek biztonságos, megbízható, valamint hatékony működése; megállapítottam, hogy a káresemény elhárítását és az érintett betonfelületek megtisztítását követően, roncsolásmentes módszerrel jól közelíthető a betonfelület nyomószilárdsági értéke javaslatot tettem arra vonatkozóan, hogy a vasbeton felfogóterek esetében a védőréteg már a létesítés során kerüljön alkalmazásra, illetve a már meglévő szerkezet tekintetében a védőréteg felvitele kerüljön rögzítésre a karbantartási ütemtervben.</p>