

Berger Ádám¹

Veszélyes anyag üzemi kármentők baleseti hatásokkal szembeni ellenállási képességének fejlesztése

Improving the accident resilience of hazardous material remediation bund

A felgyorsult gazdasági és technológiai verseny révén folyamatosan bővülő ipari tevékenységek következtében szükségszerű a már meglévő tárolókapacitások bővítése, valamint újak létesítése. A veszélyes folyadékok, anyagok tárolására szigorú szabályok vonatkoznak, melyeket nemzetközi és hazai jogszabályok és szabványok tartalmaznak. Azonban a megváltozott környezeti tényezők hatására ezen előírások és irányelvek felülvizsgálata szükségszerűvé vált. A kutatás a veszélyes folyadékok tárolására szolgáló tartályok felfogótereire terjed ki. Ennek keretében a vonatkozó jogszabályi és műszaki előírások elemzésre, majd a felülvizsgálatra szoruló pontok azonosításra kerülnek. A kutatás eredményeként egy a hatósági és üzemeltetői szempontból is méltányos és a gyakorlatban alkalmazható felfogótér méretezési módszer kerül kidolgozásra. Továbbá rendszerezésre kerülnek azon tervezési és karbantartási alapelvek is, amelyek alkalmazásával biztosítható a tárolóból kiszivárgott folyadék biztonságos felfogását nyújtó kármentő megépítése és üzemeltetése.

Kulcsszavak: tárolótartály, felfogótér, tervezés, méretezés, karbantartás

Industrial activities are constantly expanding due to accelerated economic and technological competition, making it necessary to expand existing storage capacities and create new ones. The storage of hazardous liquids and substances is subject to strict rules, which are laid down in international and national legislation and standards. However, changing environmental factors have made it necessary to review these regulations and guidelines. The research covers the remediation bunds of tanks for the storage of hazardous liquids. In this context, the relevant legal and technical requirements will be analysed and the points in need of revision will be identified. As a result of the research, a method for sizing the remediation bund that is equitable from the point of view of the authorities and the operator and that can be applied in practice will be developed. In addition, the design and maintenance principles to be applied to ensure the construction and operation of a bund to safely contain the spillage will be systematised.

Keywords: storage tank, remediation bund, design, sizing, maintenance

¹ Tanszéki mérnök, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Víz- és Környezetbiztonsági Tanszék, e-mail: berger.adam@uni-nke.hu, ORCID ID: 0000-0001-8964-3536

BEVEZETÉS

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. 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.

Ezt támasztja alá az is, hogy 1965-ben a kereskedelmi forgalomban lévő vegyi anyagok száma körülbelül 60 ezer volt, napjainkban pedig már a 130 ezret is meghaladja. Azonban ezen vegyi anyagok, valamint keverékek számának és előállítási tömegének exponenciálisnak tekinthető növekedése magában hordozza a nem kívánatos hatások kockázatának mértékét is. Ezen hatások közé tartozik például az adott anyaggal érintkezők egészségkárosodása, a szennyezett terület károsodása, továbbá a külső/belső hatás(ok) révén bekövetkező kémiai balesetek².

Meg kell jegyezni, hogy a veszélyes anyagokkal összefüggő tevékenységek szigorú követelményekhez kötöttek. Azonban az elmúlt évtizedekben számos veszélyes anyaggal kapcsolatos káresemény következett be világszerte.

A súlyos káresemények katasztrofális hatással lehetnek a természetes és épített környezetre, valamint az emberekre is. Ebből adódóan előfordulási lehetőségük minimalizálására kell törekedni, mellyel kapcsolatban számos ország és szervezet végzett kutatásokat. A kutatások mellett azonban ki kell emelni a nemzetközi és állami szintű adatbázisok működtetését is. Ezek együttese teremti meg az alapját a hatósági és a műszaki előírások szakszerű és hatékony felülvizsgálatának³.

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 szerepel⁴.

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

² HOFFMANN et. al. 2015

³ YANG – HUANG – PENG – ZHENG – WU – XING 2021

⁴ SOTOODEH 2024

környezetbe juthat, ezáltal károsíthatja az emberi egészséget, vagy a környezetet, ott a tárolt anyag felfogására alkalmas teret kell létesíteni⁵.

Az elmúlt években számos olyan veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos ipari baleset következett be (pl.: 2020. május 7. Visakhapatnam, sztirol szivárgás okozta mérgezés, 2005. december 11. Buncefield, tárolótartály túlsordulása miatti tűz és robbanás), melyek kiváltó oka, meghibásodásra, tartálysérülésre, illetve a nem megfelelően kialakított felfogótérre vezethető vissza.

A tartályok elemét képező felfogótérek meghibásodási okainak vizsgálata időszerűvé 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 amellett, hogy humánegészségügyi problémákat vet fel, veszélyeztetheti az üzem területén lévő és szomszédos létesítményeket, a környező lakott területeket, valamint az egyes környezeti elemeket.

A tárolótartályokat 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 a korábbi példákban is volt már utalás arra, ezen balesetek nem csak az emberi egészséget és életet veszélyeztetik, hanem súlyos gazdasági és környezeti károkat is okozhatnak⁶.

A kutatási téma aktualitását leginkább a 2005-ben bekövetkezett buncefield-i veszélyes anyagokkal kapcsolatos balesettel lehet megindokolni. A káresemény kiváltó oka az egyik tárolótartály túlsordulása volt, amely következtében több, mint 300 tonna benzin került a szabadba. Habár a tartály két szintellenőrző rendszerrel is el volt látva, az eseményt megelőzően egyik sem működött megfelelően, így a tartály veszélyes szinten lévő töltöttségére vonatkozó figyelmeztetés, valamint a töltés vészleállítása sem történt meg. Mivel a tartályhoz tartozó felfogótér elemeinek illesztései, illetve az átkötéseknél a tömítések nem voltak megfelelőek,

⁵ TRÁVNÍČEK – JUNGA – KUDĚLKA – KOTEK 2021

⁶ SZAKÁL et. al. 2013

így a műtárgyból szivárgott a veszélyes folyadék. Az időközben egyre terjedő gőzfelhő berobbant és tűz alakult ki. A robbanás keltette lökéshullám, valamint a tartály- és tócsatűz hatására a környező tartályok és felfogótereik is megsérültek. Az utólagos vizsgálatok alapján, az érintett felfogótereket a káreseményt megelőzően sem lehetett megfelelőnek tekinteni (pl.: nem mindegyik tudta felfogni a kiáramló anyag és az oltóanyag egészét), azonban a lökéshullám és a tűz, valamint a műtárgyszerkezet belsejébe jutó anyag tovább rontották az állapotukat. Így a veszélyes folyadék, valamint a tűz oltására használt oltóanyag a repedéseken és illesztési hézagokon keresztül tovább áramolt, mely következtében a környező területek (vízelvezető csatornák, utak, talaj) szennyeződtek⁷.

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 tagállami előírások és szabványok betartása, valamint folyamatos kontrollja.

A FELFOGÓTEREK TERVEZÉSÉHEZ ÉS LÉTESÍTÉSÉHEZ KAPCSOLÓDÓ SZABÁLYOZÁS ELEMZÉSE ÉS ÉRTÉKELÉSE

Egy új tárolótartály létesítésekor a mindenképpen szükséges kezdeti kérdések (hol, milyen, mekkora?) megválaszolása katasztrófavédelmi-iparbiztonsági szempontból egy iterációs folyamat eredményének tekinthető. Ezen folyamat során az alábbi főbb 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.

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 a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről* szóló rendelet (továbbiakban: 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet) 7. mellékletében meghatározott kritériumoknak. Így a veszélyes tevékenység a továbbiakban nem lesz

⁷ CONTROL OF MAJOR ACCIDENT HAZARDS 2024

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 *2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról* (továbbiakban: 2011. évi CXXVIII. törvény) szóló törvény szerint megalakult hatóság szigorú felügyeletet lát el a prevenció jegyében⁸. 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. rendelet Budapest Főváros Kormányhivatalának egyes ipari és kereskedelmi ügyekben eljáró hatóságként történő kijelöléséről, valamint a területi mérésügyi és műszaki biztonsági hatóságokról* szóló rendeletben (továbbiakban: 365/2016. (XI. 29.) Korm. rendelet) 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.

Az *1/2016. (I. 5.) NGM rendelet a veszélyes folyadékok vagy olvadékok tárolótartályainak, tároló-létesítményeinek műszaki biztonsági követelményeiről, hatósági felügyeletéről* szóló rendelet (továbbiakban: 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. rendelet a veszélyes folyadékok vagy olvadékok tárolótartályainak, tároló-létesítményeinek műszaki-biztonsági hatósági felügyeletéről* szóló rendeletben (továbbiakban: 216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet) meghatározott tárolótartályok és tároló-létesítmények műszaki biztonságára. A létesítési engedélyezési eljárásra a 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,

⁸ KÁTAI-URBÁN et. al. 2023

- a vonatkozó szakhatóságok állásfoglalásának kialakításához szükséges tervfejezetek,
- a létesítés jogosultságáról szóló nyilatkozat,
- a 246/2011. (XI. 24.) Korm. rendelet a nukleáris létesítmény és a radioaktív hulladék-tároló biztonsági övezetéről szóló rendelet (továbbiakban: 246/2011. (XI. 24.) Korm. rendelet) 7. § (5) bekezdésében meghatározott dokumentum.

A 216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet szerint az engedélyezési dokumentáció részét képező részletes helyszínrajzon (mérethelyesen) 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 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet értelmében 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. 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.

Az átalakítási tervet készítő tervező határozza meg az átalakításhoz szükséges vizsgálatokat, melyet az átalakítási tervben kell feltüntetni.

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. 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 is⁹.

A fentiekben röviden ismertetett előírások elemzését és értékelését követően megállapítható, hogy szükségessé vált a tématerülethez kapcsolódó szabályozók revíziója és aktualizációja. Ezzel összefüggésben az alábbi előírások felülvizsgálata és korszerűsítése javasolt:

- 2011. évi CXXVIII. törvény,
- 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet,
- 234/2011. (XI. 10.) Korm. rendelet,
- 1/2016. (I. 5.) NGM rendelet,
- 216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet,
- MSZ 9910-2:1993 *Föld feletti, álló, hengeres acéltartályok éghető folyadékok és olvadékok tárolására. Szerelvényezési, biztonságtechnikai és környezetvédelmi előírások* (továbbiakban: MSZ 9910-2:1993).

A fentiekben felsorolt szabályozók esetében javasolt a felfogóterek nemzetközi szinten alkalmazott meghatározásának integrálása. Továbbá ajánlott kiemelt védelmi elemként történő kezelésük, így a velük kapcsolatos speciális létesítési, üzembehelyezési, üzemeltetési és azon belül is az ellenőrzési-, karbantartási tevékenységeknek, illetve kritériumoknak a vonatkozó szabályozókban harmonizáltan történő rögzítése. Azonban meg kell jegyezni, hogy a revíziós

⁹ BERGER – KÁTAI-URBÁN – CIMER 2023

javaslatok a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek biztonságos és hatékony működésének szükséges, de nem elégséges feltételei. A tématerület komplexitásából adódóan mindenképpen szükségesnek tekinthető a jogszabályi és műszaki biztonsági környezet átfogó, valamennyi szereplőre kiterjedő kutatása és további fejlesztése.

Hasonlóan fontos szabályozási területnek minősül a közbiztonsági tervezési kötelezettségek teljesítése, amelyhez kiemelten fontos a biztonságtechnikai rendszerek, így a vagyonvédelmi rendszerek megfelelő rendelkezésre állású telepítése és üzemeltetése¹⁰.

A FELFOGÓTEREK MÉRETEZÉSI LEHETŐSÉGEINEK BEMUTATÁSA

Ahogy az előzőekben már 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.

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. Ezért a terület vonatkozásában mérvadó szabványokban foglaltakat kell alkalmazni.

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 lobbanáspont 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.

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,

¹⁰ TÓTH 2024

- tartálycsoport esetén a felfogótérben elhelyezett tartályok névleges összterfogatának 50%-a, vagy ha valamely tartály azt meghaladja, akkor annak a névleges űrtartalma,
- nyers olaj, vagy nyerstermelvény tárolása esetén a felfogótérben elhelyezett tartályok névleges összterfogatának 75%-a.

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.

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 sáncolós kialakítás az ipari gyakorlatban már nem jellemző, melynek biztonsági, műszaki és gazdasági okai is vannak.

Az *US Environmental Protection Agency Spill Prevention Control and Countermeasure Plan* (továbbiakban: SPCC) 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 befogadásához¹¹.

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)¹².

$$I = [4(Z - h)(H - Z)]^{0,5} \quad (1)$$

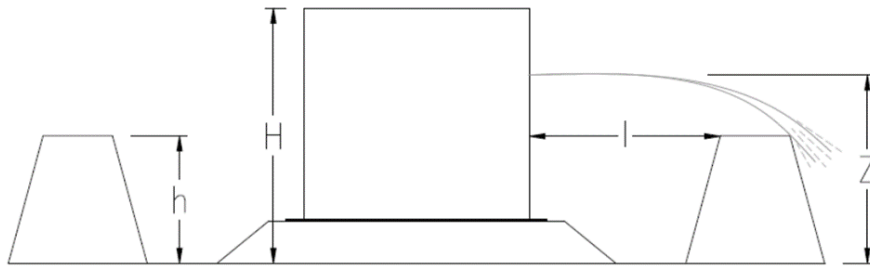
$$Z = 0,5H + 0,5h \quad (2)$$

$$I_{min} = H - h \quad (3)$$

¹¹ US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY 2023

¹² ENVIRONMENTAL PROTECTION AUTHORITY 2023

Az (1), (2) és (3) képletekhez tartozó jelölések magyarázatát az 1. ábra segíti.



1. ábra: A HSNOCOP 47 szerint használt jelölések magyarázata. Forrás:¹³

A kutatás során 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 tartályszerülés 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.

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. Az ezen összetevőhöz tartozó képletek az alábbiak:

$$x = \frac{1}{3} \times x_{Tmax} \quad (4),$$

$$y = \frac{2}{3} \times x_{Tmax} \times 1,05 \quad (5)^{14}.$$

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 (6) képlet adja meg a szükséges y értéket. Az ezen összetevőhöz tartozó képlet pedig az alábbi:

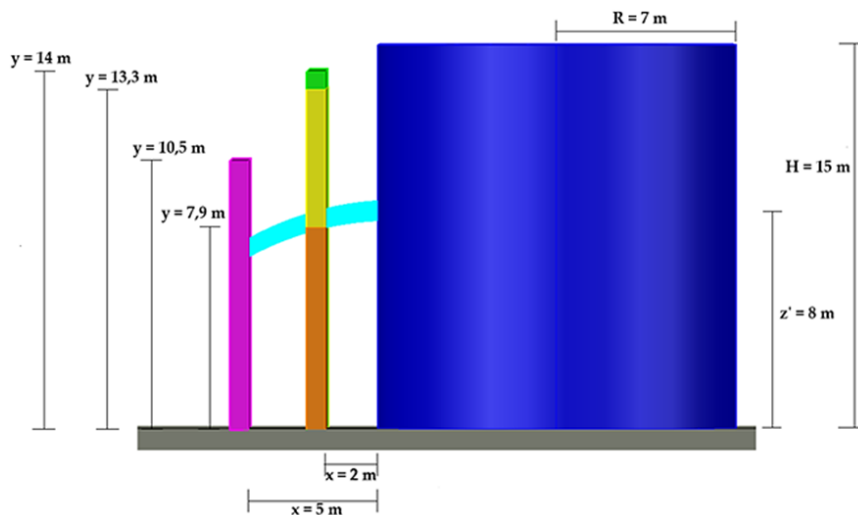
$$y = 0,35 \times x_{Tmax} + 0,62 \times (x_{Tmax} - x) \quad (6)^{15}$$

Adott tartálymagasság (H), tartály sugár (R), tartály térfogat ($V=2\,307,9\text{ m}^3$) és tartálytól való távolság (x) esetén az SPCC, a HSNOCOP 47 és a kutatás során kifejlesztett méretezési módszer összetevői által számított felfogótér paramétereit a 2. ábra szemlélteti.

¹³ Uo. l.j. 13.

¹⁴ BERGER – KÁTAI-URBÁN – NÉMETH – ZSITNYÁNYI – KÁTAI-URBÁN – CIMER 2024

¹⁵ Uo.



2. ábra: A tartály és az egyes módszerekhez tartozó felfogótér falainak ábrázolása (SPPC, HSNOCOP 47, új módszer I. összetevője, új módszer második összetevője). Forrás:¹⁶

A 2. ábra alapján elmondható, hogy üzemeltetői és hatósági szempontból megfelelőnek tekinthető az újonnan kifejlesztett módszer, mivel az SPPC 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.

FELFOGÓTEREKKEL KAPCSOLATOS KARBANTARTÁSI- ÉS ANYAGHASZNÁLATI AJÁNLÁSOK BEMUTATÁSA

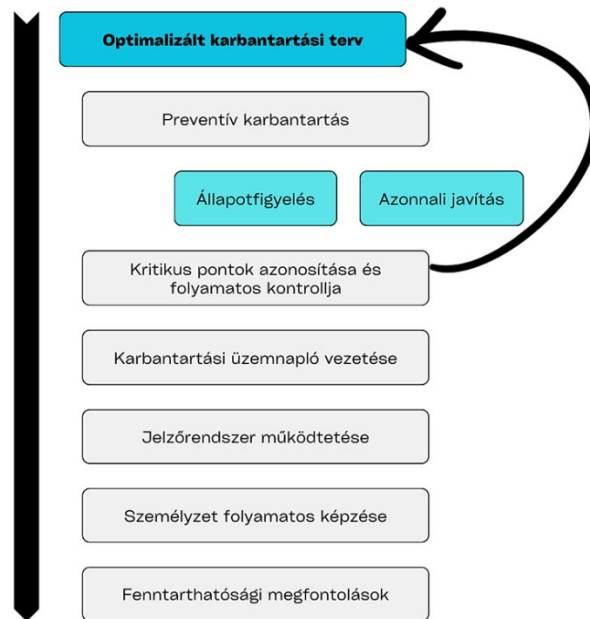
Az üzemek és azok létesítményeinek rendszeres és megfelelő karbantartása több okból is kiemelt jelentőséggel bír, ezek közül a legjelentősebbnek tekinthetők az alábbiak:

- biztosítja a létesítmények, berendezések és eszközök biztonságos és hatékony működését, mely kulcsfontosságú a munkavállalók, az épített környezet és a természet biztonsága, valamint a termelés folytonossága 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,

¹⁶ U.o. l.j. 16.

- az így karbantartott létesítmények, berendezések és eszközök hatékonyabban működnek, kevesebb energiát fogyasztanak, 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 3. ábra szerinti karbantartási modell alkalmazása.



3. ábra: A kutatás keretében kidolgozott karbantartási modell grafikus megjelenítése

A savak és lúgok (vas)betonra kifejtett hatásaival számos kutató foglalkozott. Kutatásaik alapján a következőkben összefoglalt főbb megállapításokra jutottak. A szerves 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^{17,18}. 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.

A kutatás keretében elvégzett laboratóriumi vizsgálat során az alkalmazott receptúra egy az ipari gyakorlatban elterjedten használt betonkeverék, valamint az *MSZ 4798:2016 Beton*.

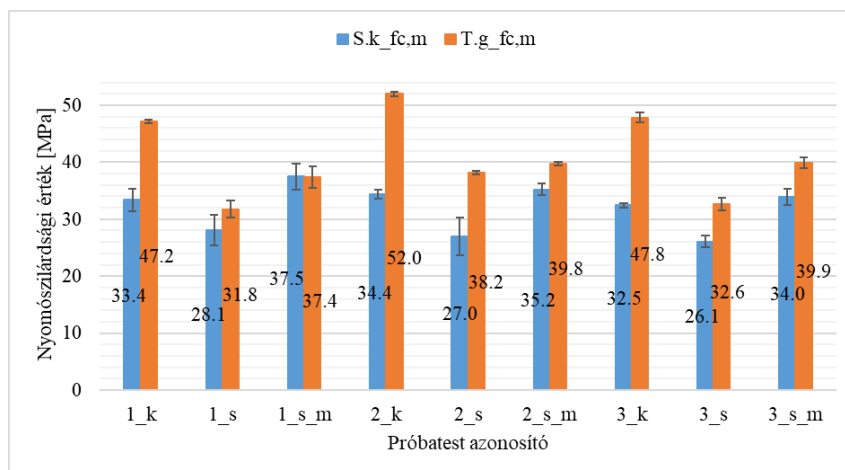
¹⁷ BALÁZS – KAUSAY – KOPECSKÓ – NEMES – NEHME – LUBLÓY – JÓZSA – ARANY 2021

¹⁸ ERDÉLYI – KOVÁCS – GÁL – SZEGŐNÉ KERTÉSZ 2018

Műszaki követelmények, tulajdonságok, készítés és megfelelés, valamint az EN 206 alkalmazási feltételei Magyarországon szabvány szerinti környezeti osztályokkal szemben támasztott kritériumok alapján került meghatározásra. Ezek alapján a keverék szabványos betonjele a következő: C35/45-XC4-XA5(H)-XK2(H)-XV2(H)-16-F4-100 év MSZ 4798. A vizsgálat alatt három mérési ciklusban, 10-10 darab 150 x 150 x 150 mm élhosszúságú beton próbakocka került elkészítésre. A próbakockák kizsaluzása után, azok 7 napos korig vízben, majd azt követően 28 napos korig laborlevegőn voltak tárolva.

Mérési ciklusonként 3-3 próbakocka bevonatolása történt meg, mely során bevonatoló anyagként a Sikagard®-62 kétkomponensű, epoxigyanta került alkalmazásra. A védőbevonat minden esetben 2 rétegben került felvitelre és a két réteg között 11 óra várakozási idő, a teljes keménység elérésére pedig 10 nap várakozási idő került megállapításra. Ezt követően (mérési ciklusonként) 6-6 próbakocka agresszív kémiai hatásnak lett kitéve (HCl 20%), 3-3 pedig laborlevegőn került tárolásra.

A próbakockák kitéti idejének (1. ciklus – 24 óra, 2. ciklus – 72 óra, 3. ciklus – 144 óra) lejártá után, azok megtisztítását és szárítását követően került végrehajtásra a testek roncsolásmentes és roncsolásos nyomószilárdság mérése. A 4. ábrán az átlagos nyomószilárdsági értékek összehasonlítása látható a roncsolásmentes és a roncsolásos módszerek vonatkozásában. A próbakocka azonosítóiban az első szám a mérési ciklust, a második szám a mérési cikluson 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.



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

A 4. ábra alapján megfigyelhető, hogy a Schmidt-kalapáccsal végzett mérések (S.k_fc,m) esetében, a kontroll próbatestek átlagos nyomószilárdsági értékei és a betontörő géppel végzett

mérések (T.g_{fc,m}) ugyanezen értékei között nagyobb különbség van valamennyi mérési ciklust 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.

AZ IPARBIZTONSÁG TERÜLETÉN JELENTKEZŐ MEGÁLLAPÍTÁSOK

A veszélyes anyaggal foglalkozó balesetek megelőzésének egyik fontos területe a gyúlékony veszélyes anyagok szabad levegőre jutásának megakadályozása, melynek legfontosabb műszaki alapja a jelzőrendszerek kiépítése¹⁹. A vagyónvédelmi rendszerek mellett tűzmelegelőzési céllal telepített tűzvédelmi jelzőrendszerek²⁰, amelyek a széles körben alkalmazott tűzvédelmi oltórendszerekkel együtt látják el feladatukat. Ezek a rendszerek beépíthetők épületen belül, például kereskedelmi és logisztikai raktárak esetében, vagy épületen kívülre, technológiai és természeti környezetben²¹ (Érces et. a. Az elmúlt években a technológiai fejlődés eredményeként előtérbe került e rendszerek egyszerűsítése, alkalmazásuk összehangolása más célokat szolgáló rendszerekkel. Gyakorlati tapasztalatok alapján megállapítható továbbá, hogy a szolgáltatási kritikus szervezeti szektorokban a fenti rendszerek jelentős hatással vannak az adott létesítmény üzletmenetfolytonossági teljesítményére²². Nem tekinthetünk továbbá el a képzés és kutatás közbiztonság növelő szerepéről sem, amely a hatóságok és a rendvédelmi szervezetek együttműködését is igényli²³ (Bakai, 2025)

KÖVETKEZTETÉSEK

A kutatómunka három fő kutatási probléma részletes vizsgálatára terjedt ki, amelynek része a felfogóterek tervezéséhez és létesítéséhez kapcsolódó jogi szabályozás alkalmazhatóságának- és a méretezési módszereknek a vizsgálata, valamint a karbantartási- és anyaghasználati ajánlások fejlesztése volt.

A kutatás eredményei alapján az alábbi összegzett következtetéseket lehet levonni:

1. A felfogótereket a jogszabályok, az útmutatók és a vonatkozó szabványok a katasztrófavédelmi-iparbiztonsági és a műszaki biztonsági aspektusok szerint is a tárolótartályok kapcsolódó védelmi elemének tekintik. Ugyanakkor bennük speciálisan a felfogóterekre irányuló ellenőrzési, felülvizsgálati és karbantartási tevékenységek nem kerültek megállapításra. Azonban egyértelműen levonható következtetés, hogy a felfogóterek kiemelt

¹⁹ ALMÁSI et. al. 2022

²⁰ MIHÁLY et. al. 2025

²¹ KÁTAI-URBÁN et. al. 2023

²² BOGNÁR, 2023

²³ BAKAI, 2025

jelentőséggel bírnak, mint másodlagos védelmi zár. Ebből adódóan javasolt azok tervezési, létesítési, ellenőrzési, felülvizsgálati és karbantartási tevékenységeinek kiemelten történő kezelése a vonatkozó szabályozókban.

2. Az ismertetésre került források alapján megállapítható, hogy számos felfogótér méretezési módszert alkalmaznak a gyakorlatban, melyek zömében a „110%-os szabályra” épülnek. Azonban ezen módszerek jellemzően nem veszik figyelembe az esetleges káresemény során a kiáramló veszélyes folyadéknak a felfogótér falán történő átfolyásának kockázatát. Ebből adódóan egy káresemény során a nem megfelelően méretezett felfogótér nem tudja maradéktalanul betölteni a funkcióját. A kutatás keretein belül kifejlesztett új méretezési módszer mindkét összetevője biztosítja a „110%-os szabálynak” való megfelelést, továbbá a kiáramló folyadéknak a felfogótér falán történő átfolyásának kizárását is.

3. Megállapítható továbbá, hogy az üzemek rendszeres és megfelelő karbantartása kulcsfontosságú a hatékonysági, műszaki biztonsági és az iparbiztonsági követelmények teljesítése miatt. A bemutatott karbantartási modell révén megvalósíthatóvá válik az üzem és létesítményeinek biztonságos és hatékony működése.

4. Az elvégzett laboratóriumi vizsgálatok eredményei alapján megállapítható, hogy a káresemény elhárítását és az érintett betonfelületek megtisztítását követően, a betonfelület nyomószilárdsági értéke jól közelíthető roncsolásmentes módszerrel. Így a káresemény elhárítását követően – a felső réteg megtisztítása után – ajánlott a Schmidt-kalapáccsal történő nyomószilárdsági vizsgálat elvégzése. Majd a mért nyomószilárdsági értékek, illetve további vizsgálatok eredményei alapján annak eldöntése, hogy a felfogótér elbontása, vagy pedig a javítása/felújítása a szükséges lépés.

Irodalomjegyzék

ALMÁSI, Csaba; CHRISTIÁN, László; KÁTAI-URBÁN, Lajos; VASS, Gyula (2022): Security Planning in Transport of Dangerous Goods by Road in Hungary. In: Michal, Titko; Erika, Mošková; Katarína, Košútová (szerk.) Riešenie Krízových Situácií v Špecifickom Prostredí: zborník príspevkov z 25. vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou. Zilina, Szlovákia: Žilinská univerzita v Žiline 150 p. pp. 12-18.

BALÁZS L. György – KAUSAY Tibor – KOPECSKÓ Katalin – NEMES Rita – Salem George NEHME – LUBLÓY Éva – JÓZSA Zsuzsanna – ARANY Piroska (2021): Betonok oldódásos korróziója - szakirodalmi áttekintés 2. rész: A cement kötőanyagú betonok agresszív, szervesetlen 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.

BAKAI Kristóf Péter: A Budapesti Önkéntes Mentőszervezet megalakulása és működésének első tíz éve. Polgári Védelmi Szemle XVII.: 2025 Különszám pp. 42-54. (2025)

BERGER Ádám – KÁTAI-URBÁN Lajos – CIMER Zsolt (2023): 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.

BERGER Ádám – KÁTAI-URBÁN Lajos – NÉMETH Zsolt – ZSITNYÁNYI Attila – KÁTAI-URBÁN Maxim – CIMER Zsolt (2024): Applicability of Design Methodology for the Remediation Bund of Flammable Dangerous Liquid Storage Tanks. *Fire*, 7, 246. <https://doi.org/10.3390/fire7070246>

BOGNÁR, B. 2023. Social Resilience "Security Is What We Do!" *Védelem tudomány* 7(2) 49 – 64.

CONTROL OF MAJOR ACCIDENT HAZARDS (2024): Buncefield: Why did it happen? The underlying causes of the explosion and fire at the Buncefield oil storage depot, Hemel Hempstead, Hertfordshire on 11 December 2005. 36 p. Online: https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/ukgwa/20220701173308mp_/https://www.hse.gov.uk/comah/buncefield/buncefield-report.pdf (letöltés: 2024. május 27.)

HOFFMANN, Imre; LÉVAI, Zoltán ; KÁTAI-URBÁN, Lajos ; VASS, Gyula (2015): Iparbiztonság Magyarországon. *Védelem Online: Tűz- és Katasztrófavédelmi Szakkönyvtár* 22 : 1 Paper: 549

KÁTAI-URBÁN, Maxim, Tibor BÍRÓ, Lajos KÁTAI-URBÁN, Ferenc VARGA, and Zsolt CIMER. 2023. "Identification Methodology for Chemical Warehouses Dealing with Flammable Substances Capable of Causing Firewater Pollution" *Fire* 6, no. 9: 345. <https://doi.org/10.3390/fire6090345>

Lajos KÁTAI-URBÁN – Zsolt CIMER – Éva Eszter LUBLÓY. (2023). "Examination of the Fire Resistance of Construction Materials from Beams in Chemical Warehouses Dealing with Flammable Dangerous Substances" *Fire* 6, no. 8: 293. <https://doi.org/10.3390/fire6080293>

ENVIRONMENTAL PROTECTION AUTHORITY (2012): Secondary Containment Systems HSNOCOP 47, New Zealand Government, 2012. Online: <https://www.worksafe.govt.nz/assets/dmsassets/2/2269WKS-1-hazardous-substances-ACOP-Secondary-containment-systems.pdf>. (letöltés: 2023. november 15.)

ERDÉLYI Attila – KOVÁCS József – GÁL Attila – SZEGŐNÉ Kertész Éva (2018): Savállóak lehetnek-e a betonok? *Vasbetonépítés*, Volume 3, pp. 57-66. <https://doi.org/10.32969/VB.2018.3.2>

Lajos KÁTAI-URBÁN – Zsolt CIMER – Éva Eszter LUBLÓY. (2023). "Examination of the Fire Resistance of Construction Materials from Beams in Chemical Warehouses Dealing with Flammable Dangerous Substances" *Fire* 6, no. 8: 293. <https://doi.org/10.3390/fire6080293>

Karan SOTOODEH (2024): 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>

MIHÁLY, István, László BÉRCZI, Balázs BOGNÁR, Maxim KÁTAI-URBÁN, Levente TÓTH, Lajos KÁTAI-URBÁN, Gyula VASS, and Ferenc VARGA. 2025. "Experimental Study to Determine the Leakage Area of Single-Leaf Smoke Control Doors in the Design of Pressure Differential Systems" *Fire* 8, no. 1: 5. <https://doi.org/10.3390/fire8010005>

Petr TRÁVNÍČEK – Petr JUNGA – Jan KUDĚLKA – Luboš KOTEK (2021): 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>

Ping YANG – Xianjia HUANG – Lan PENG – Zeming ZHENG – Xiaodong WU – Chaoliang XING (2021): 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>

SZAKÁL, Béla ; CIMER, Zsolt ; KÁTAI-URBÁN, Lajos ; VASS, Gyula (2013) : Iparbiztonság II.: A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek következményei és kockázatai: egyetemi tankönyv. Budapest, TERC Kereskedelmi és Szolgáltató Kft. , 182 p.

TÓTH Levente (2024): Hazai közterületi videomegfigyelő rendszerek állapota és fejlesztési lehetőségei. *Belügyi Szemle* (2010-) 72(1) 243-265.

US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2011): 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. (letöltés: 2023. november 15.)

Felhasznált szabályozás

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

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

246/2011. (XI. 24.) Korm. rendelet a nukleáris létesítmény és a radioaktív hulladék-tároló biztonsági övezetéről szóló rendelet

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

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

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

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