

Berger Ádám – Kátai-Urbán Lajos – Cimer Zsolt

A veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemi kármentők baleseti hatásokkal szembeni ellenállási képességének fejlesztése

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, amelyeket 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 előírásokat elemezzük, majd azonosítjuk a felülvizsgálatra szoruló pontokat. A kutatás eredményeként hatósági és üzemeltetői szempontból is méltányos és a gyakorlatban alkalmazható felfogótér-méretezési módszert dolgoztunk ki. Továbbá rendszerezünk azokat a tervezési és karbantartási alapelveket is, amelyek alkalmazásával biztosítható a tárolóból kiszivárgott folyadék biztonságos felfogását nyújtó kármentő megépítése és üzemeltetése.

Kulcsszavak: tárolótartály, felfogótér, tervezés, méretezés, karbantartás

IMPROVING THE ACCIDENT RESILIENCE OF HAZARDOUS MATERIAL REMEDIATION BUND

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

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, egyre gyorsuló ütemben. Mindennapjaink már elképzelhetetlennek tekinthetők a különböző vegyi anyagok felhasználása nélkül, hiszen számos termék (például 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 keverékeik 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 balesetek.¹

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, amellyel 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 felülvizsgálatának.²

Mivel a tartályokban nagy mennyiségű veszélyes folyadékot tárolnak, 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.³

A veszélyes folyadékot tároló tartályok esetében előírás, hogy azokat másodlagos elzárással kell ellátni, aminek az 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

¹ ÉRCES–VASS 2018.

² YANG et al. 2021.

³ SOTOODEH 2024.

az emberi egészséget vagy a környezetet, ott a tárolt anyag felfogására alkalmas teret kell létesíteni.⁴

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

A tartályok elemét képező felfogóterek meghibásodási okainak vizsgálata időszerűvé vált, tekintettel arra, hogy a megváltozott környezeti tényezők miatt egyre több gazdasági szereplő – az üzemfolytonosság biztosítása érdekében – kezdett bele 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 humán egészségügyi problémákat vet fel, veszélyeztetheti az üzem területén lévő és a 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, amelyeket a tartályokban tárolnak. 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, a robbanások, illetve a tüzesetek. Ahogyan a korábbi példákban is volt már utalás arra, ezen balesetek nemcsak az emberi egészséget és életet veszélyeztetik, hanem súlyos gazdasági és környezeti károkat is okozhatnak.⁵

A kutatási téma aktualitását leginkább a 2005-ben bekövetkezett buncefieldi 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

⁴ TRÁVNÍČEK et al. 2021.

⁵ HORVÁTH–BLESZITY 2023.

elemeinek illesztései, illetve az átkötéseknél a tömítések nem voltak megfelelőek, 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 felfogóterek is megsérültek. Az utólagos vizsgálatok alapján az érintett felfogótereket a káreseményt megelőzően sem lehetett megfelelőnek tekinteni (például nem mindegyik tudta felfogni a kiáramló anyag és az oltóanyag egészét), azonban a lökéshullám és a tűz, valamint a műtárgyszerkezet belsejébe jutó anyag tovább rontotta állapotukat. Így a veszélyes folyadék, valamint a tűz oltására használt oltóanyag a repedéseken és az illesztési hézagokon keresztül tovább áramolt, aminek következtében a környező területek (vízelvezető csatornák, utak, talaj) szennyeződtek.⁶

A fentiek alapján megállapítható, hogy az iparban széles körben 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

Új tárolótartály létesítéskor a mindenképpen szükséges kezdeti kérdések (hol, milyen, mekkora) megválaszolása katasztrófavédelmi-iparbiztonsági szempontból 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, előállhat az az eset, hogy a tárolótartály olyan területre kerül, vagy olyan térfogattal tervezik meg, amely eredményeként az üzem

⁶ *Control of Major Accident Hazards 2024.*

már nem felel meg a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről szóló 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet [a továbbiakban: 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 anyagokra vonatkozó súlyos balesetek elleni védekezéssel kapcsolatos jog-, intézmény- és feladatrendszerre épül. A katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény (a továbbiakban: 2011. évi CXXVIII. tv.) szerint megalakult hatóság szigorú felügyeletet lát el a prevenció jegyében.⁷ 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 Budapest Főváros Kormányhivatalának egyes ipari és kereskedelmi ügyekben eljáró hatóságként történő kijelöléséről, valamint a területi mérésügyi és műszaki biztonsági hatóságokról szóló 365/2016. (XI. 29.) Korm. rendeletben [a továbbiakban: 365/2016. (XI. 29.) Korm. rendelet] foglaltak alapján a veszélyes folyadékok és olvadékok (nyomástartó berendezésnek nem minősülő) tárolótartályai és tárolólétesítményei vonatkozásában a fővárosi és a Pest vármegyei kormányhivatal jár el engedélyező hatóságként.

A veszélyes folyadékok vagy olvadékok tárolótartályainak, tárolólétesítményeinek műszaki biztonsági követelményeiről, hatósági felügyeletéről szóló 1/2016. (I. 5.) NGM rendelet [a továbbiakban: 1/2016. (I. 5.) NGM rendelet] ad iránymutatást a tárolótartály létesítésének műszaki biztonsági szabályaira vonatkozóan. A rendelet hatálya kiterjed a veszélyes folyadékok vagy olvadékok tárolótartályainak, tárolólétesítményeinek műszaki-biztonsági hatósági felügyeletéről szóló 216/2019. (IX. 5.) Korm. rendeletben [a továbbiakban: 216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet] meghatározott tárolótartályok és tárolólétesítmények műszaki biztonságára. A létesítési engedélyezési eljárásra a 216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet 4. pontja vonatkozik. Ezen pont szerint a tárolótartály, tárolólétesítmény létesítésére az üzemeltetőnek kell kérelmet benyújtania, amelynek 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);

⁷ ÉRCES et al. 2023.

- a mezőgazdasági rendeltetésű terület termelésből kivonásával kapcsolatos nyilatkozat;
- a vonatkozó szakhatóságok állásfoglalásának kialakításához szükséges tervfejezetek;
- a létesítés jogosultságáról szóló nyilatkozat;
- a nukleáris létesítmény és a radioaktív hulladék-tároló biztonsági övezetéről szóló 246/2011. (XI. 24.) Korm. rendelet [a 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, tárolólétesítménynek a telekhatártól és a környező megmaradó építményektől való távolságát.

A 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet értelmében a tárolótartály, tárolólétesítmény általános műszaki leírásának többek között tartalmaznia kell a tárolótartály, tárolólétesítmény főbb adatait, rendeltetését, a technológiai folyamat leírását és műszerezettségét. A rajzdokumentációknak olyannak kell lenniük, hogy azok alapján a tárolótartály, tárolólétesítmény 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, amihez meghatározza az üzembe helyezési engedély megadásához szükséges ellenőrzések módszerét is. Abban az esetben, ha nem új tárolótartály, tárolólétesítmény 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 tervdokumentáció és a tervezői nyilatkozat;
- a tárolótartályra, tárolólétesítményre 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, amelyeket az átalakítási tervben fel kell tüntetni.

A tárolótartály, tárolólétesítmény műszaki biztonsági követelményei kiterjednek a tervezés, a létesítés, a telepítés, az 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, amellyel szavatolják, hogy a tervezett műszaki megoldással elérhető és fenntartható a mértékadó műszaki biztonsági szint.

A tárolótartállyal, tárolólétesítménnyel szemben támasztott általános követelmény, hogy azt úgy kell megtervezni, kivitelezni és üzemeltetni, hogy üzemszerű működtetése esetén nem jelent veszélyt sem a kezelő személyzetre, sem 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 a 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.⁸

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. tv.;
- 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 (a továbbiakban: MSZ 9910-2:1993).

A fentiekben felsorolt szabályozók esetében javasolt a felfogóterek nemzetközi szinten alkalmazott meghatározásának integrálása. Továbbá ajánlott kiemelt

⁸ BERGER-KÁTAI-URBÁN-CIMER 2023.

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 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 a 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 üzemeltetése.⁹

A felfogóterek méretezési lehetőségeinek bemutatása

Ahogy az előzőekben már ismertettük, 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 tárolólétesítménnyel 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:

⁹ TÓTH 2024.

- nyersolaj és nyerstermelvény esetén nem haladhatja meg a 10 ezer m³-t;
- 1–2. tűzveszélyességi fokozatú anyag esetén nem haladhatja meg a 20 ezer m³-t;
- 3. tűzveszélyességi fokozatú anyag esetén, 100 °C nyílt téri lobbánáspont alatt nem haladhatja meg a 30 ezer m³-t;
- illetve 100 °C nyílt téri lobbánáspontú anyag esetén nem haladhatja meg a 120 ezer m³-t.

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

- egy tartály esetén a tartály névleges térfogatának 100%-a;
- tartálycsoport esetén a felfogótérben elhelyezett tartályok névleges össz-térfogatának 50%-a, vagy ha valamely tartály azt meghaladja, akkor annak a névleges űrtartalma;
- nyersolaj vagy nyerstermelvény tárolása esetén a felfogótérben elhelyezett tartályok névleges össz-térfogatának 75%-a.

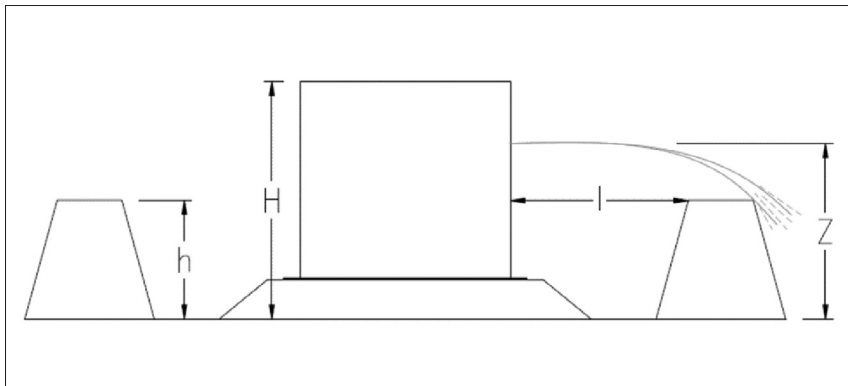
A felfogótérek építési előírásaira vonatkozóan a szabvány a következőket fogalmazza meg:

- a felfogótér anyaga nem éghető, kellő szilárdságú és tömör;
- kialakításuk történhet földbe süllyesztéssel, körülsáncolással, 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, aminek biztonsági, műszaki és gazdasági okai is vannak.

A *US Environmental Protection Agency Spill Prevention Control and Counter-measure Plan* (a továbbiakban: SPCC) a méretezést a következő lépésekkel írja le:

- a másodlagos konténment térfogatának leírása;
- a tartály térfogatának meghatározása;



7.1. ábra. A HSNOCOP 47 szerint használt jelölések magyarázata

Forrás: Environmental Protection Authority 2023

- a másodlagos konténment térfogatának a tartály térfogatához viszonyított százalékos értékének meghatározása;
- a másodlagos konténment térfogatának növelése a csapadék befogadásához.¹⁰

Az *Environmental Protection Authority Secondary Containment System* (a továbbiakban: HSNOCOP 47) méretezési ajánlásában a megfelelő felfogótér-kapacitás mellett már figyelembe veszi a tartályból kiáramló folyadék felfogótér falán történő átbukására való tervezést is. Eszerint a következő képletekkel számítható a felfogótér fala és a tartály fala közötti távolság (I), valamint a felfogótér falának magassága (Z).¹¹

$$I = [4(Z - h)(H - Z)]^{0.5} \quad (1)$$

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

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

Az (1), a (2) és a (3) képletéhez tartozó jelölések magyarázatát a 7.1. ábra segíti.

¹⁰ United States Environmental Protection Agency 2023.

¹¹ Environmental Protection Authority 2023.

A kutatás során olyan méretezési módszer kidolgozása volt a cél, amely mellett, hogy eleget tesz a feltételként megszabott „110%-os szabálynak”, figyelembe veszi a felfogótér falának magasságát, illetve távolságát a tartály palástjától. Ezáltal biztosítja, hogy az 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 tegyen szükségessé. Ezáltal ne jelentsen a szükségesnél magasabb anyagi terhet az üzemeltetőnek.

Az újonnan kifejlesztett méretezési módszer I. összetevőjével a felfogótér optimális x és y paraméterre lehet tervezni. Az optimális ebben az esetben azt jelenti, hogy a tartály magasságához (H) viszonyítva meghatározzuk a folyadéknak azt a maximális kiáramlási távolságát (x_{Tmax}), amelyet alapul véve kiszámítható az a minimális felfogótér-fal-magasság (y) és -távolság (x), amellyel biztosítható a szükséges térfogat és a falon történő átfolyás kockázatának kizárása. Az ezen összetevőhöz tartozó képletek az alábbiak:

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

$$y = \frac{2}{3} \times x_{Tmax} \times 1,05 \quad (5)^{12}$$

A módszer II. összetevőjével adott tartályfal és felfogótér-fal 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 az alábbi:

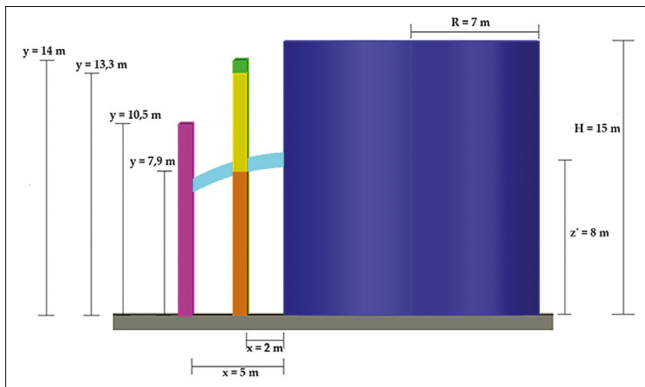
$$y = 0,35 \times x_{Tmax} + 0,62 \times (x_{Tmax} - x) \quad (6)^{13}$$

Adott tartálymagasság (H), tartállysugár (R), tartálytérfogat ($V=2\,307,9\text{ m}^3$) és tartálytól való távolság (x) esetén az SPCC, a HSNOCOP 47 és a kutatás során kifejlesztett méretezési módszer összetevői által számított felfogótér-paramétereket a 7.2. ábra szemlélteti.

A 7.2. ábra alapján elmondható, hogy üzemeltetői és hatósági szempontból megfelelőnek tekinthető az újonnan kifejlesztett módszer, mivel az SPCC alapján meghatározott paraméterekkel bíró felfogótérnél biztonságosabb, a HSNOCOP

¹² BERGER et al. 2024.

¹³ BERGER et al. 2024.



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

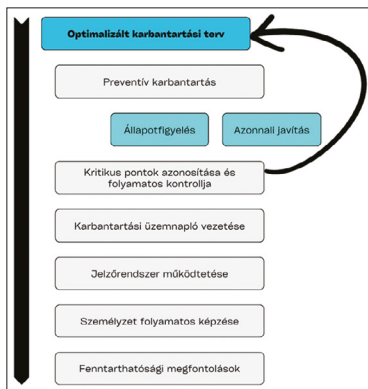
Forrás: BERGER et al. 2024

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.

A felfogóterekkel kapcsolatos karbantartási és anyaghasználati ajánlások bemutatása

Az üzemeknek és azok létesítményeinek a 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, amely kulcsfontosságú a munkavállalók, az épített környezet és a természet biztonsága, valamint a termelés folytonossága szempontjából;
- segít a lehetséges problémák és meghibásodások időben történő azonosításában és kezelésében, így azok megelőzhetővé válnak még azelőtt, hogy veszélyes balesethez vezetnének;
- általa minimalizálható a létesítmény, berendezés, eszköz állásideje, ezáltal csökkenthető a költség javítások, illetve cserék kockázatának mértéke;



7.3. ábra. A kutatás keretében kidolgozott karbantartási modell grafikus megjelenítése

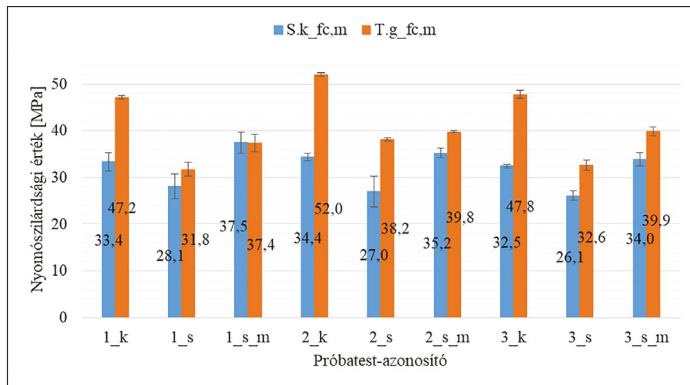
Forrás: a szerzők szerkesztése

- meghosszabbítja az üzem létesítményeinek, berendezéseinek és eszközeinek hasznos élettartamát, ami azok megtérülési idejét is pozitívan befolyásolja;
- az így karbantartott létesítmények, berendezések és eszközök hatékonyabban működnek, kevesebb energiát fogyaszthatnak, valamint működési költségeik is kedvezőbbek lehetnek.

A fenti felsorolással összhangban a veszélyes folyadékot tároló tartályok, létesítmények és csatlakozó szerelvényeik vonatkozásában az üzemeltetők részére javasolt a 7.3. ábra szerinti karbantartási modell alkalmazása.

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 korrózív savakat és sókat jellemzően a talajvizek, a szennyvizek, az ipari és mezőgazdasági folyadékok, esetlegesen a szennyezett levegő hordozza/tartalmazza. 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.¹⁴ A szakirodalmi források és a fentiekben írtak alapján levonható következtetés, hogy a (vas)betonszerkezetek

¹⁴ BALÁZS et al. 2021; ERDÉLYI et al. 2018.



7.4. ábra. A roncsolásmentes és a roncsolásos módszer szerinti átlagos nyomószilárdsági értékek összehasonlítása

Forrás: a szerzők szerkesztése

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 szabvány szerinti beton. A műszaki követelményeket, a tulajdonságokat, a készítést és a megfelelőséget, valamint az EN 206 alkalmazási feltételeit Magyarországon szabvány szerinti környezeti osztályokkal szemben támasztott kritériumok alapján határozták meg. 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 150×150×150 mm élhosszúságú beton próbakockát készítettünk el. A próbakockák kizsaluzása után azokat 7 napos korig vízben, majd azt követően 28 napos korig laborlevegőn tároltuk.

Mérési ciklusonként 3-3 próbakocka bevonatolása történt meg, amely során bevonatoló anyagként a Sikagard®-62 kétkomponensű epoxigyantát alkalmaztuk. A védőbevonatot minden esetben 2 rétegben vittük fel, és a két réteg között 11 óra várakozási időt, a teljes keménység elérésére pedig 10 nap várakozási időt állapítottunk meg. Ezt követően (mérési ciklusonként) 6-6 próbakocka agresszív kémiai hatásnak lett kitéve (HCl 20%), 3-3 pedig laborlevegőn volt tárolva.

A próbakockák kitéti idejének (1. ciklus – 24 óra, 2. ciklus – 72 óra, 3. ciklus – 144 óra) lejárta után, azok megtisztítását és szárítását követően végrehajtották a testek roncsolásmentes és roncsolásos nyomószilárdság-mérését. A 7.4. ábrán

az átlagos nyomószilárdsági értékek összehasonlítása látható a roncsolásmentes és a roncsolásos módszer vonatkozásában. A próbakocka-azonosítóban az első szám a mérési ciklust, a második szám a mérési cikluson belüli kocka sorszámát, a „k” a kontrollkockát, az „s” a bevonat nélkül savba helyezett kockát, az „s_m” pedig a bevonatolt savba helyezett kockát jelöli.

A 7.4. ábra alapján megfigyelhető, hogy a Schmidt-kalapáccsal végzett mérések ($S.k_{fc,m}$) esetében a kontrollpróbatetek 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 próbatetek esetében mérséklődtek. A sósavban áztatott, bevonatolt kockák vonatkozásában pedig további csökkenés figyelhető meg, amely során már-már kiegyenlítettné tekinthetők.

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 vontuk le:

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 azokban speciálisan a felfogóterekre irányuló ellenőrzési, felülvizsgálati és karbantartási tevékenységeket nem állapítottak meg. Azonban egyértelműen levonható következtetés, hogy a felfogóterek kiemelt 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 ismertetett források alapján megállapítható, hogy számos felfogótér-méretezési módszert alkalmaznak a gyakorlatban, amelyek zömében a „110%-os szabályra” épülnek. Azonban ezen módszerek jellemzően nem veszik figyelembe az esetleges káresemény során a kiáramló veszélyes folyadéknek a felfogótér falán történő átfolyásának kockázatát. Ebből adódóan káresemény során a nem megfelelően méretezett felfogótér nem tudja maradéktalanul betölteni 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 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 javítása/felújítása a szükséges lépés.

Felhasznált irodalom

- 1/2016. (I. 5.) NGM rendelet a veszélyes folyadékok vagy olvadékok tárolótartályainak, tároló-létesítményeinek műszaki biztonsági követelményeiről, hatósági felügyeletéről
2011. évi CXCVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról
- 216/2019. (IX. 5.) Korm. rendelet a veszélyes folyadékok vagy olvadékok tárolótartályainak, tároló-létesítményeinek műszaki-biztonsági hatósági felügyeletéről
- 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
- 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
- BALÁZS L. György et al. (2021): Betonok oldódásos korróziója – szakirodalmi áttekintés 2. rész: A cement kötőanyagú betonok agresszív, szervesetlen anyagok okozta oldódásos fizikai, kémiai korróziója. In BALÁZS L. György (szerk.): *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, 367–378.

- BERGER, Ádám et al. (2024): Applicability of Design Methodology for the Remediation Bund of Flammable Dangerous Liquid Storage Tanks. *Fire*, 7(7), 246. Online: <https://doi.org/10.3390/fire7070246>
- 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: Védelem Tudomány, 149–152.
- 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*. Online: https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/ukgwa/20220701173308mp_/https://www.hse.gov.uk/comah/buncefield/buncefield-report.pdf
- Environmental Protection Authority (2012): *Secondary Containment Systems HSNOCOP 47*. Wellington: New Zealand Government. Online: www.worksafe.govt.nz/assets/dmsassets/2/2269WKS-1-hazardous-substances-ACOP-Secondary-containment-systems.pdf
- ERDÉLYI Attila et al. (2018): Savállóak lehetnek-e a betonok? *Vasbetonépítés*, (3), 57–66. Online: <https://doi.org/10.32969/VB.2018.3.2>
- ÉRCES, Gergő et al. (2023): Fire Safety in Smart Cities in Hungary with Regard to Urban Planning. *Journal of Integrated Disaster Risk Management*, 13(2), 104–128. Online: <https://doi.org/10.5595/001c.91474>
- ÉRCES Gergő – VASS Gyula (2018): Veszélyes ipari üzemek tűzvédelme ipari üzemek fenntartható tűzbiztonságának fejlesztési lehetőségei a komplex tűzvédelem tekintetében. *Műszaki Katonai Közöny*, 28(4), 2–22. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/1489/808>
- HORVÁTH Galina – BLESZITY János (2023): Mentő tűzvédelmi nemzetközi statisztikai adatok feldolgozása. *Védelem Online*, (30), 1–10. Online: <https://vedelem.hu/letoltes/anyagok/944-mento-tuzvedelmi-nemzetkozi-statisztikai-adatok-feldolgozasa.pdf>
- MSZ 4798:2016 Beton. Műszaki követelmények, tulajdonságok, készítés és megfelelőség, valamint az EN 206 alkalmazási feltételei Magyarországon
- MSZ 9910–2:1993 Föld feletti, álló, hengeres acéltartályok éghető folyadékok és olvadékok tárolására. Szerelvényezési, biztonságtechnikai és környezetvédelmi előírások
- SOTOODEH, Karan (2024): Chapter 10: Safety Systems for Storage Tanks. In SOTOODEH, Karan: *Storage Tanks Selection, Design, Testing, Inspection, and Maintenance*. Amsterdam: Elsevier, 301–326. Online: <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-23909-0.00005-9>
- TÓTH Levente (2024): Hazai közterületi videomegfigyelő rendszerek állapota és fejlesztési lehetőségei. *Belügyi Szemle*, 72(2), 243–265. Online: <https://doi.org/10.38146/BSZ.2024.2.4>
- TRÁVNÍČEK, Petr et al. (2021): Prevention of an Atmospheric Storage Tank Bund Failure. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 70, 104438. Online: <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2021.104438>
- United States Environmental Protection Agency (2011): *Spill Prevention Control and Countermeasure (SPCC) Plan. Single Vertical Cylindrical Tank Inside a Rectangular or Square Dike or Berm*. Online: www.epa.gov/sites/default/files/2014-04/documents/example_single_vertical.pdf
- YANG, Ping et al. (2021): Safety Evaluation of Major Hazard Installations Based on Regional Disaster System Theory. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 69, 104346. Online: <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2020.104346>

