

Hoffmann Imre, Cimer Zsolt, Király Lajos

Rendkívüli időjárás figyelembevétele az iparbiztonsági veszélyelemzés során

ABSZTRAKT

A klímaváltozás egyik következménye az egyre gyakoribb nagymennyiségű lokális csapadék, ár- és belvíz kialakulása. A következmények nemcsak a lakosság mindennapjait nehezítik meg, hanem a gazdálkodó szervezetek tevékenységeit is befolyásolják, a veszélyhelyzetre való megfelelő felkészülés hiányában dominóhatásként akár veszélyes anyagokkal kapcsolatos baleset kialakulása is bekövetkezhet.

A szerzők a publikációban az eseteírásokon keresztül mutatják be a nagymennyiségű lokális csapadék, az ár- és belvíz közvetlen hatását a veszélyes anyagokkal kapcsolatos balesetek kialakulásában.

Kulcsszavak: veszélyes ipari üzem, csapadék, csapadékvíz-gazdálkodás

Taking into account of extraordinary weather conditions during industrial security hazard analysis

ABSTRACT

Climate change results in more frequent large amount of local precipitation, flood and inland water formation. The consequences not only affect on the everyday life of the population, but also the activities of the business organizations. Due to lack of preparation for any emergency conditions it can result accidents involving dangerous substances as a domino effect.

The authors present through publications and case studies, the direct impact of the large amount of local precipitation, flood and inland water, on the occurrence of accidents involving dangerous substances through case studies.

Keywords: hazardous industrial factory/plant, precipitation/rainfall, rainwater management

1. BEVEZETÉS

A klímaváltozás hatásait ma már mindenki érezheti, hiszen egyre gyakoribbak a szélsőséges időjárási események. A meteorológiai eszközök, értékelési módszerek fejlődésének eredményeként az időjárási jelenségek egyre pontosabban prognosztizálhatók, így az érintett területen tartózkodóknak lehetőségük van a veszélyhelyzetre való felkészülésre.

Az elmúlt években azonban mégis történt több olyan a veszélyes anyagok szabadba kerülésével járó esemény, amelynek oka egyértelműen a rendkívüli időjárásra vezethető vissza.

A gazdálkodó szervezeteknek a veszélyhelyzetekre való felkészülésük céljából védelmi tervekkel kell rendelkezniük. Magyarországon a gazdálkodó szervezetek részére védelmi terv készítési kötelezettséget több jogszabály – munkavédelmi, munkabiztonsági, környezetvédelmi, katasztrófavédelmi, stb. – is előír. A jogszabályok tartalmi elemei között átfedések is lehetnek, de a cél közös: a rendkívüli események bekövetkezése esetén végrehajtandó intézkedéseket, az intézkedések végrehajtásához szükséges erő-eszköz számvetéseket, felelősségi köröket kell rögzíteni. A védelmi tervezés akkor megfelelő, ha a technológiai veszélyhelyzeteken kívül a külső hatások – beleértve a természeti jelenségeket – kezelésére vonatkozóan is kerülnek intézkedési sorok kidolgozásra.

Az Európai Unióban a veszélyes anyagok jelenlétében végzett tevékenység szigorú szabályokhoz kötött. Amennyiben a gazdálkodó szervezet „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 Irányelve hatálya alá tartozik tevékenységét kizárólag „iparbiztonsági engedély” birtokában végezheti. Az iparbiztonsági engedélyezés során az Üzemeltető biztonsági jelentés / biztonsági elemzés elkészítésével igazolja, hogy tevékenysége a lakott területre, környezetre nem jelent nagyobb kockázatot, mint a társadalmilag tolerálható szint, valamint felkészült egy nem kívánatos esemény kezelésére. [1]

2. HAZAI IPARBIZTONSÁGI SZABÁLYOZÁS ENGEDÉLYEZÉSI KRITÉRIUMAI

Az iparbiztonság nemzetközi és hazai szabályozásának változását az alábbi táblázat foglalja össze:

Nemzetközi szabályozás	Hazai szabályozás
82/501/EGK Tanácsi Irányelv SEVESO I. Irányelv	Jogharmonizáció nem történt meg.
96/82/EK Irányelv SEVESO II. Irányelv	1999. évi LXXIV. Törvény 2/2001. (I.17.) Korm. rendelet
2003/105/EK Irányelv SEVESO II. Irányelv módosítása	18/2006. (I.26.) Korm. rendelet
-	2011. évi CXXVIII. Törvény 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet
2012/18/EU Irányelv SEVESO II. Irányelv	2011. évi CXXVIII. Törvény módosítása 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet módosítása

1. táblázat Az iparbiztonság nemzetközi és hazai szabályozásának változása

A veszélyes tevékenység folytatására vonatkozó iparbiztonsági szabályozás – a 219/2011. (X.20.) Korm. rendelet – veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemre és a küszöbérték alatti üzemre vonatkozik.

Veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem egy adott üzemeltető irányítása alatt álló azon terület egésze, ahol egy vagy több veszélyes anyaggal foglalkozó létesítményben – ideértve a közös vagy kapcsolódó infrastruktúrát is – veszélyes anyagok vannak jelen a 219/2011. (X.20.) Korm. rendelet 1. mellékletében meghatározott küszöbértéket elérő mennyiségben, és ennek alapján alsó vagy felső küszöbértékűnek minősül. [1]

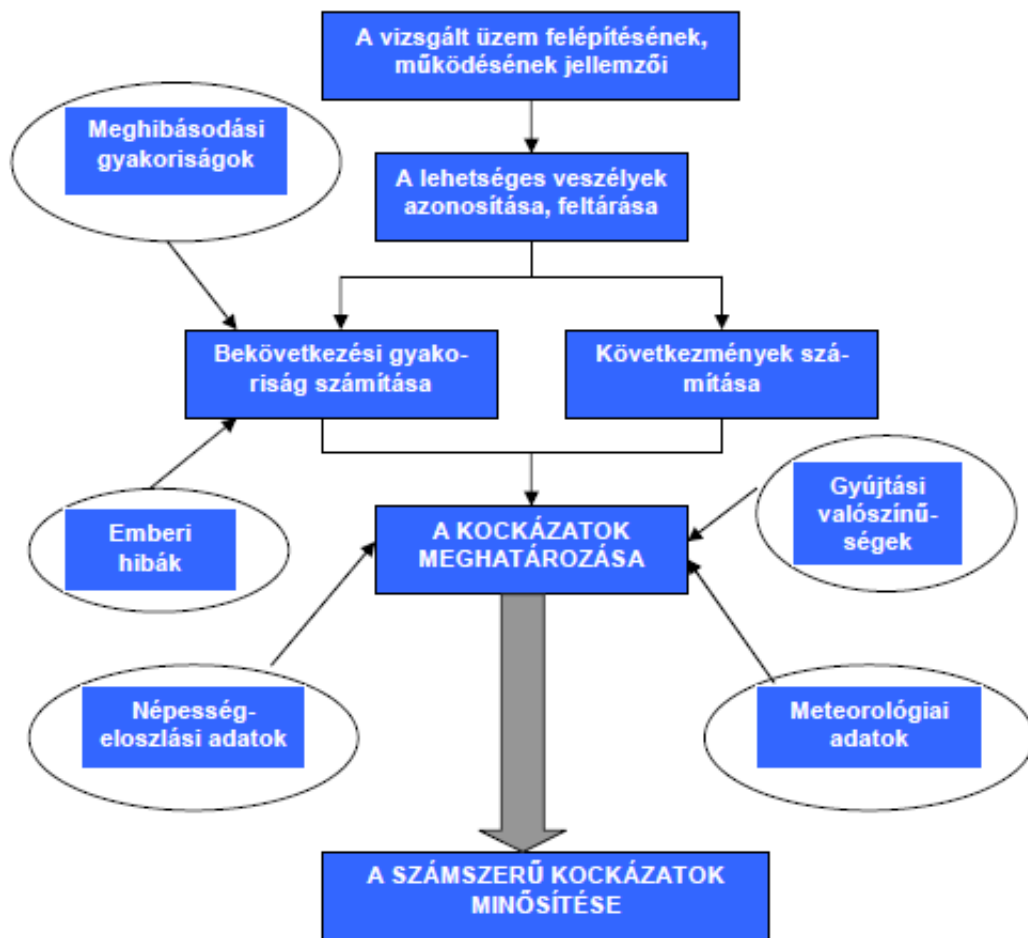
Küszöbérték alatti üzem egy adott üzemeltető irányítása alatt álló azon terület, ahol a 219/2011. (X.20.) Korm. rendelet 1. melléklete szerinti alsó küszöbérték negyedét elérő vagy meghaladó, de az alsó küszöbértéket el nem érő mennyiségben veszélyes anyag van jelen, valamint a 219/2011. (X.20.) Korm. rendelet 1.§-ban meghatározott, kiemelten kezelendő létesítmények.

A veszélyes tevékenység engedélyezése három kritériumrendszer együttes vizsgálatával történik:

1. Az egyéni kockázat alapján a veszélyes tevékenység

- a. elfogadható szintű veszélyeztetettséget jelent, ha a lakóterület olyan övezetben fekszik, ahol veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleset következtében történő halálozás egyéni kockázata nem éri el a 10^{-6} esemény/év értéket.
 - b. feltételekkel elfogadható szintű veszélyeztetettséget jelent, ha a lakóterületen a halálozás egyéni kockázata 10^{-6} esemény/év és 10^{-5} esemény/év között van. Ekkor a hatóság kötelezi az üzemeltetőt, hogy hozzon intézkedést a tevékenység kockázatának ésszerűen kivitelezhető mértékű csökkentésére, és olyan, a súlyos balesetek megelőzését és következményei csökkentését szolgáló biztonsági intézkedések feltételeinek biztosítására, amelyek a kockázat szintjét csökkentik.
 - c. nem elfogadható szintű veszélyeztetettséget jelent, ha a lakóterületen a halálozás egyéni kockázata meghaladja a 10^{-5} esemény/év értéket. Ha a kockázat a településrendezési intézkedéssel nem csökkenthető, a hatóság kötelezi az üzemeltetőt a tevékenység korlátozására vagy megszüntetésére. [2]
2. A társadalmi kockázat alapján a veszélyes tevékenység
- a. feltétel nélkül elfogadható, ha $F < (10^{-5} \times N^{-2})$ 1/év, ahol $N \geq 1$.
 - b. feltétellel fogadható el, ha minden $F < (10^{-3} \times N^{-2})$ 1/év, és $F \geq (10^{-5} \times N^{-2})$ 1/év tartomány közé esik, ahol $N \geq 1$. Ebben az esetben a tevékenység kockázatának csökkentése érdekében a hatóság kötelezi az üzemeltetőt, hogy gondoskodjon olyan megelőző biztonsági intézkedésekről (riasztás, egyéni védelem, elzárkózás stb.), amelyek a kockázat szintjét csökkentik.
 - c. nem elfogadható szintű a veszélyeztetettség, ha $F \geq (10^{-3} \times N^{-2})$ 1/év, ahol $N \geq 1$. Ebben az esetben, ha a kockázat más eszközökkel nem csökkenthető, a hatóság kötelezi az üzemeltetőt a tevékenység korlátozására vagy megszüntetésére. [2]
3. Környezetterheléssel járó súlyos balesetből származó veszélyeztetés elfogadhatóságának feltételei:
- a. a technológia műszaki kialakítása garantálja a környezetre veszélyes anyagok környezetbe jutó mennyiségének korlátozását, és az erre vonatkozó technológiai szabályzók rendelkezésre állnak,
 - b. a kikerült környezetre veszélyes anyag összegyűjtését, mentesítését vagy más módon történő ártalmatlanítását tartalmazó technológiai szabályzók rendelkezésre állnak,
 - c. a környezeti kárelhárítási eljárások anyagi-technikai és személyi feltétele biztosított,
 - d. az üzem kárelhárító szervezete felkészült a környezeti kárelhárítási feladatok végzésére, és e feladatokat terv szerint rendszeresen gyakorolja. [2]

A mennyiségi kockázatelemzés folyamatát az alábbi ábra foglalja össze:



1. ábra Mennyiségi kockázatelemzés folyamata [3]

A mennyiségi elemzés alapvetően két lépésből áll: a veszélyes anyag szabadba kerülési gyakoriság megállapításából és a lehetséges következmények elemzéséből.

A gyakoriság meghatározásánál kell figyelembe venni minden olyan „okot”, amely akár közvetlenül, akár közvetett úton előidézi a veszélyes anyag szabadba kerülését.

A következmények elemzésénél kell meghatározni a veszélyeztetett terület nagyságát, valamint az ott tartózkodó elhalálozási valószínűségét.

Egy adott eseménysor bekövetkezési gyakorisága és az eseménysorból származó elhalálozás valószínűség együttesen adja meg egy adott pontban az elhalálozás kockázatát.

3. ESETLEÍRÁSOK

3.1 Harvey hurrikán hatásai

2017. augusztusban a Harvey hurrikán elérte a szárazföldet, ahol erejét viszonylag hamar elveszítette és rövid idő alatt trópusi viharrá mérséklődött. A mozgása lelassult, de pont emiatt rengeteg csapadék zúdult az érintett területekre. Houston térségében egy hét alatt egyévnnyi eső esett, a település melletti nagy gátak elkezdtek túlcserdülni. Az Arkema vegyi üzem Houston melletti Crosbynál található. A gyárban szerves peroxidot állítanak elő, amelyet az ipar rendkívül széles körben használ fel, egészen a gyógyszergyártástól az építőanyag előállításig. A gyárban a Harvey hurrikán érkezése előtt már leállították a termelést, de a hirtelen érkezett, 102 centiméternyi esőre nem számítottak. A nagymennyiségű lokális csapadék miatt megszűnt az elektromos ellátás, majd a tartalék elektromos ellátást biztosító generátorok is meghibásodtak. Az áramkimaradás hatására a készülékek hűtési rendszere, valamint a biztonsági berendezések leálltak. A szerves peroxid hűtés nélkül veszélyessé válhat, spontán kémiai reakció – robbanásszerű polimerizáció – indulhat be, mely tulajdonságot egyébként a robbanóanyagok előállításánál használnak. Az irányítás elvesztése miatt a gyárban nem volt lehetőség a spontán kémiai reakció megállítására, így 2017. augusztus 31-én két robbanás következett be, melynek eredményeként bőr- és szemirritáló füst került a szabadba. Az illetékes hatóságok a lakosságot a gyár 2,5 km-es sugarú körében kitelepítették, azonban egy, a területet biztosító rendőrt kórházba kellett szállítani, mert vegyi anyag gőzét lélegezte be. Rajta kívül még kilenc embert kellett megfigyelésre kórházba szállítani. [4]

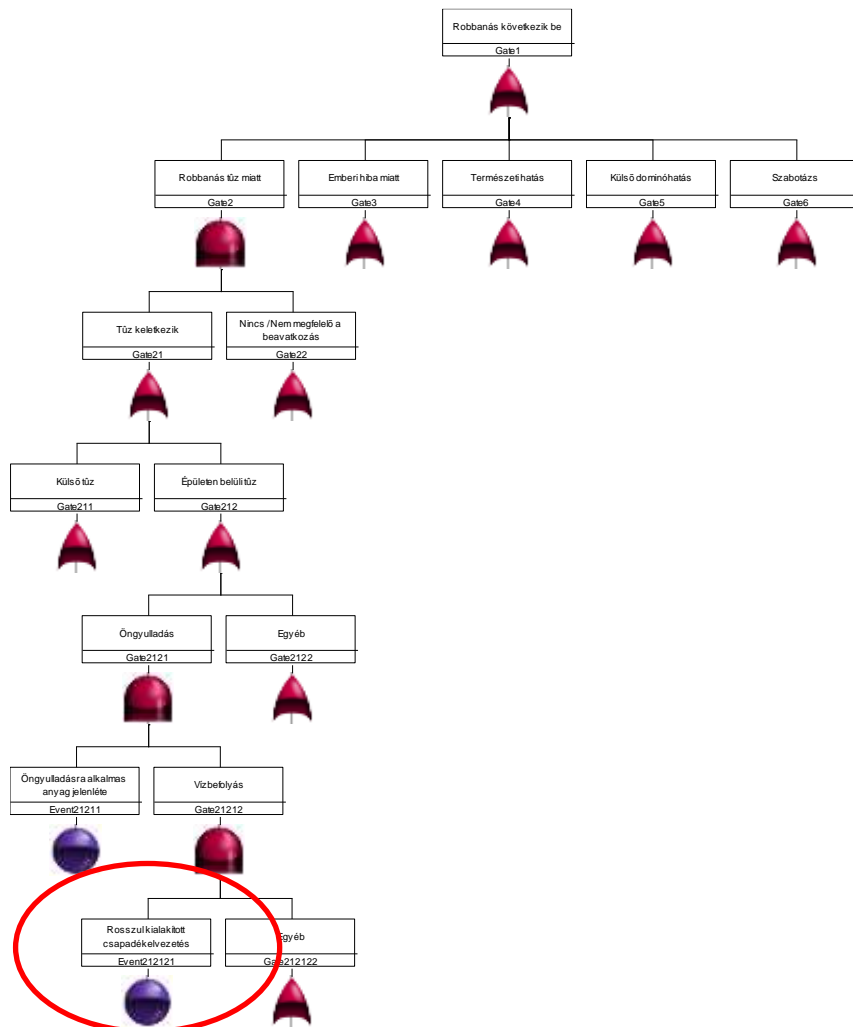


2. ábra Tartályok víz alatt [5]

3.2 Robbanás hazai üzemben

2008. június 28-án délelőtt, robbanás következett be egy balatonfüzfi telephely raktárépületének kb. 20 m² alapterületű helyiségében, ahol az üzemeltető a gyártási selejtként nagy mennyiségben felhalmozódott hulladék csappantyút, füstpatront, kődtermékeket, gyújtózsínort, villanógránátot és kődgyertyát tárolt. A tárolt robbanóanyagok mennyisége 225 kg TNT ekvivalens tömegnek felelt meg. A robbanás feltételezett oka az volt, hogy az előző éjszakai jelentős esővel járó vihar vízbefolyást eredményezett, amely kiváltotta a hexaklórétanos kődtermék melededését, öngyulladását, amely a későbbiekben detonációhoz vezetett. A robbanás következtében a csappantyúval érintkező vasbeton fal 1-1,5 m² területen átszakadt, a hasadó-nyíló felületek megnyíltak, a vasajtó a szemközti földbevédezésre repült. Az épület villámhárítója részben, illetve a védődomb területén lévő kerítés részlegesen megsérült. A légnemesség miatt a közelben található épületek üveglakai betörték. [6]

A robbanóanyag tárolására vonatkozó általános hibafát az alábbi ábra mutatja be:



3. ábra Hibafa-elemzés tárolás során bekövetkező robbanás (szerzők szerkesztése)

A fenti hibafa-elemzés alapján megállapítható, hogy egy veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleset kialakulásához a nem megfelelően kialakított csapadékvíz-elvezetés is hozzájárulhat, azaz a robbanás szisztematikus elemzés bekövetkezésével megelőzhető lett volna.

3.3 Robbanás Mexikóban

Az 1992. április 22-én Guadalajara (Mexikó) egyik legsűrűbben lakott negyedében történt robbanással a fenti eseményfa hitelessége igazolható. Az eseményben húsz épülettömb sérült meg, a becslések szerint halottak száma 300 fő volt és 1120 fő megsérült. A balesetet a csatornarendszerben felgyülemlett gáz berobbanása okozta, aminek következtében nyolc kilométernyi utca és négy keresztutca robbant fel. A későbbi vizsgálatok szerint a robbanás oka az volt, hogy az új vízcsöveket – amelyek anyaga cinkkel borított réz – a helyi közlekedési felújítások miatt korábban áthelyezték egy acélcső közelébe, amely egy benzinkúthoz tartozott. A talaj nedvességének hatására a fémek elektrolitikus reakcióba léptek egymással, ami végül az acélcső korróziójához vezetett. Az acélcsövön keletkezett lyukon keresztül a benzin kiáramlott a felszín közelébe, a városi csőhálózatba, és ez okozhatta a robbanást. [7]



4. ábraRobbanás következményei [7]

Csapadékvíz-elvezetés alapvetően két módon történhet egy gazdálkodó szervezetnél: zárt, belső rendszeren keresztül, vagy az üzemi területről kivezetéssel, például közvetlenül az élővízbe, üzem kívüli szikkasztóterületre, a közutak csapadékelvezetőjébe.

A veszélyes anyagok csapadékhálózatban való terjedésének megakadályozására több műszaki megoldás is rendelkezésre áll. A legkorszerűbb és leghatékonyabb megoldás a zárt rendszer kialakítása, melyet egy közelmúltban létesült tároló hely példáján mutatunk be.

A kétrekeszes, térelválasztó fallal, kármentővel elválasztott tároló helyen 2 db 30 m³ konténer tárolása történhet. A térelválasztó fal biztosítja a mérgező és tűzveszélyes, valamint az esetlegesen egymással reakcióba lépő anyagok (nem együtt-tárolható anyagok) szakszerűen elkülönített tárolását. Konténer sérülése esetén a folyadék halmazállapotú veszélyes anyag a kialakított lejtésen az összefolyón keresztül a föld alatt lévő puffer tároló kármentő műtárgyba kerül, így a szabadon terjedő mennyiség (párolgó mennyiség) minimális. A kármentő műtárgy alkalmas a lehetséges legnagyobb konténer teljes anyagmennyiségét befogadni. A kármentő műtárgyba került veszélyes anyag szivattyúzással távolítható el. A műtárgyból esetlegesen minimálisan elpárolgó veszélyes anyag szabadban történő terjedésének megakadályozására a tároló hely körül vízpajzsok kerültek fixen telepítésre, melyek összefüggő vízfalat képeznek. A kármentő alsó részébe földmáttöréseken keresztül esetleges baleset esetén a folyadék lefolyik. Ennek az átfolyási időtartama maximálisan 2 perc, vízszerű, vagy ahhoz hasonló viszkozitású és sűrűségű anyagoknál a számított átfolyási idő kevesebb, mint 120 másodperc. Az alsó aknarészben tárolódik ideiglenesen az elfolyt veszélyes folyadék, melynek a párolgását, illetve az elpárolgott gázok levegőbe jutását nemcsak a műtárgy köré elhelyezett és képzett vízpajzs gátolja, hanem a szükséges minimális felülettel kialakított földmáttörések is. A vb. aknarészek alján egy-egy zsomp található, amelybe egy szívócsonk nyúlik le, melyen keresztül a vízpajzs vize, valamint az esetlegesen kiömlő veszélyes anyag is kiemelhető. Az akna fenéklemeze és falai monolit 25 cm vastag vasbeton szerkezetek. A két aknarész közti tűzgátló fal 20 cm vastag, szintén helyszínen készült monolit vasbeton szerkezet. A műtárgy a lehető legerősebb betontechnológiai lépésekkel került kialakításra. Emellett a haváriaakna kívülről egy 2,5 mm vastag kemény polietilén (HDPE) szigetelést kapott a fenéklemez alatt, illetve az oldalfalakon.

A kármentő tervezési szempontjai között a csapadékvíz két szempontból is prioritást élvezett, egyrészt a kármentőből a csapadékvíz miatt nem folyhat ki az esetlegesen bekerülő veszélyes anyag, másrészt az esetlegesen szennyeződött csapadékvíz nem kerülhet ki a szabadba. A kármentő méret meghatározása során az éves átlagos csapadékmennyiség 30%-os biztonsági faktorral került figyelembe vételre. A műtárgyakból a csapadékvizeket szabályozott módon lehet csak kivezetni, így az a műtárgyban marad. A tározódási időszak várhatóan 1,5 - 2 hónap, így ezalatt a műtárgyakban összegyűlő csapadékvíz mennyisége kb. 16 m³. Az összegyűlő, aknakamrákban tározódott csapadékvíz maximális szintje

meghatározásra került, ezen a szinten egy érzékelő rúd jelzést ad, a kiépített jelző fény- és hangjelzéssel figyelmeztet az aknakamrákban összegyűlő csapadékvíz mennyiség kiemelésének szükségességére.

Tekintettel arra, hogy az aknakamrákból az azokban összegyűlő csapadékvizeknek elfolyása nincs, azok kiemelése csak az aknakamrákban összegyűlt csapadékvíz akkreditált labor engedélyével emelhető ki a betervezett szívócsonkokhoz való szivattyús kiemeléssel. Amennyiben a laboratórium felelős embere írásban nyilatkozott a kiemelhetőségről, akkor a tározott csapadékvizet ki lehet szivattyúzni a már üzemelő csatornahálózatba.

A gyakorlatban elterjedt másik megoldási lehetőség a csatornahálózat kilépési pontjánál a kiszakaszolás biztosítása. A csatornakiszakaszolás végrehajtható fixen beépített elzárószerelvény vagy mobil eszköz – például csőelzáró párna – alkalmazásával.



5. ábra Csőelzáró párna [8]

3.4 Villámcsapás

A villám nagy energiájú, természetes légköri elektromos kisülés. Keletkezhet felhő–felhő és felhő–föld között. Áramerőssége általában 20-30 000 amper, de kivételes esetekben meghaladhatja a 300 000 amper is. [9]

A villámvédelmi kockázatelemzés során az egy évre vetített kockázatát vizsgálják az emberi élet elvesztésének, illetve a közszolgáltatás kiesésének. Az emberi élet elvesztésének kockázata 10^{-5} /év, a közszolgáltatás kiesésének kockázata 10^{-4} /év a megengedett. [10]

Mindazokon a területeken, ahol robbanóképes légtér kialakulhat, a készülékeket és védelmi rendszereket a külön jogszabályban meghatározott kategóriák szerint kell kiválasztani. Robbanóképes légtérben a következő kategóriájú készülékek alkalmazhatók:

- 0. vagy 20. zóna: 1. kategóriájú készülék;
- 1. vagy 21. zóna: 1. vagy 2. kategóriájú készülék;
- 2. vagy 22. zóna: 1., 2. vagy 3. kategóriájú készülék.

Robbanóképes légtér alakulhat ki például robbanásveszélyes anyag töltésekor és lefejtésekor. Annak ellenére, hogy a technológiai területen a készülékek megfelelnek a robbanásvédelmi követelményeknek, a villámcsapás növelheti a robbanás bekövetkezésének gyakoriságát. Ezért a védelmi tervekben, technológiai utasításokban szabályozni szükséges a zivatar, villámlás esetén végrehajtandó intézkedést. Ökölszabályként alkalmazható, hogy amennyiben a dörgés és a villámlás közötti különbség körülbelül 9 másodperc, akkor a villám 3 kilométerre van, a veszélyes tevékenységet le kell állítani.

3.5 Árvíz – talajvíz emelkedése

A nagy mennyiségű lokális csapadék rövid idő alatti lehullása következtében villámárvíz alakulhat ki.

A vízfolyások mentén fekvő területeken a folyók vízszintje jelentősen befolyásolhatja a talajvíz szintjét. A befolyásolás mértéke több mindentől is függhet. Ilyen tényező lehet például a talaj rétegződése, a vízáteresztő talajréteg vastagsága és belterületen számottevő lehet a beépítettség mértéke és típusa is. Ugyanekkor, részben az épületek miatt van szükségünk a folyó vízszintje és a talajvízszint közti hatás ismeretére, ugyanis manapság nagy számban építenek több földalatti szinttel rendelkező épületet, melyeknek ügyelni kell az állékonyságára. [11]

A talajvíz emelkedése a veszélyes tevékenységet folytató gazdálkodó szervezeteknél is veszélyhelyzetet idézhet elő. A hatás elsősorban a földalatti üres tartályok esetében jelentkezhet, a talajvíz emelkedése miatt a földalatti tartályok megemelkedhetnek, ami a kapcsolódó technológia sérüléséhez is vezethet. Megakadályozás céljából javasolt a

tartályokat ellensúlyozni, azaz feltölteni, az intézkedési sort a védelmi tervben vagy a technológiai utastásban rögzíteni.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

A meteorológiai eszközök, értékelési módszerek fejlődésének eredményeként az időjárási jelenségek egyre pontosabban prognosztizálhatók, így az érintett területen tartózkodóknak lehetőségük van a veszélyhelyzetre való felkészülésre.

A gazdálkodó szervezeteknek a veszélyhelyzetre való felkészülésük céljából védelmi tervekkel kell rendelkezniük, amelyekben a rendkívüli események bekövetkezése esetén végrehajtandó intézkedéseket, az intézkedések végrehajtásához szükséges erő-eszköz számvetéseket, felelősségi köröket kell rögzíteni. A védelmi tervezés akkor megfelelő, ha a veszélyhelyzet feltárás szisztematikus, a technológiai veszélyhelyzeteken kívül a külső hatások – beleértve a természeti jelenségeket – kezelésére vonatkozóan is kerülnek intézkedési sorok kidolgozásra.

A nagymennyiségű lokális csapadék, a nem megfelelő csapadékvíz elvezetés – mint azt a bemutatott események is példázzák – hozzájárulhat a veszélyes anyag szabadba kerüléséhez, a hibafa elemzés során alap eseményként, a HAZOP elemzésben a normál üzemmenettől való eltérés egyik okaként jelentkezhet. Az alapesemények bekövetkezési gyakorisága intézkedési sorok bevezetésével csökkenthető, melyek a védelmi tervekben, technológiai utasításokban megjeleníthetők.

5. HIVATKOZÁSOK

- [1.]2011. évi CXXVIII. Törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról
- [2.]219/2011. (X. 20.) Korm. Rendelet a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről
- [3.]Szakál B., Cimer Zs., Kátai-Urbán L., Vass Gy.: Iparbiztonság II. A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek következményei és kockázatai, Egyetemi Tankönyv, ISBN: 9786155445002, TERC Kereskedelmi és Szolgáltató Kft., 2013.
- [4.]Robbanások és füst a Houston melletti vegyi üzemben
http://index.hu/kulfold/2017/08/31/robbanasok_es_fust_a_houston_melletti_vegyi_uzemben/ (Letöltés ideje: 2018. március 11.)
- [5.]Rendkívül veszélyes az Arkema vegyi üzemben történt robbanás
<http://www.bumm.sk/kulfold/2017/08/31/rendkivul-veszelyes-az-arkema-vegyi-uzemben-tortent-robbanas> (Letöltés ideje: 2018. március 11.)
- [6.]Szakál B., Cimer Zs.: Problémák a robbanóanyagok tárolásából származó kockázatok elemzésében
http://kvi.uni-nke.hu/uploads/media_items/szakal-cimer-palyazati-anyag.original.pdf
(Letöltés: 2018. március 12.)
- [7.]A guadalajarai gázrobbanás
<https://www.vgfszaklap.hu/lapszamok/2008/szeptember/1292-a-guadalajarai-gazrobbanas>
(Letöltés: 2018. március 12.)
- [8.]Csőelzáró párna
<https://www.airbag-dunnagebag.hu/termek/vetter-parna/csoelzaro-parna/>
(Letöltés: 2018. március 12.)
- [9.]Villám
<https://hu.wikipedia.org/wiki/Vill%C3%A1m> (Letöltés: 2018. március 13.)
- [10.] Csutorás G.: Biztonságtudomány
https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0089_05_biztonsagtudomany/ch06s05.html (Letöltés: 2018. március 13.)
- [11.] Kukucska P.: A 2013-as dunai árvíz talajvízviszonyokra gyakorolt hatása, BMGE, 2013.

Hoffmann Imre helyettes államtitkár,

Belügyminisztérium Közfoglalkoztatási és Vízügyi Helyettes Államtitkárság, H-1051
Budapest, József Attila utca 2-4.

e-mail: imre.hoffmann@bm.gov.hu,

orcid: 0000-0002-8886-3446

Cimer Zsolt egyetemi docens,

Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Víz tudományi Kar, Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet
H-6500 Baja, Bajcsy-Zsilinszky utca 12-14

e-mail: cimer.zsolt@uni-nke.hu,

orcid: 0000-0001-6244-0077

Király Lajos Munkabiztonsági és környezetvédelmi vezető,

H-2537 Nyergesújfalu, Varga József tér 1.

e-mail: lajos.kiraly@zoltek.hu,

orcid: 0000-0002-4961-878X