



Az Európai Unió Európai Hálózattfinanszírozási
Eszköze által társfinanszírozott

PAN-LNG 4 DANUBE PROJEKT

A PROJEKT MEGVALÓSÍTÁSÁHOZ KAPCSOLÓDÓ JOGSZABÁLYI KÖRNYEZET ELEMZÉSE AZ ÜZEMBIZTONSÁGI ALAPELVEK MEGFOGALMAZÁSA KIEGÉSZÜLVE NEMZETKÖZI JOGGYAKORLATOK BEMUTATÁSÁVAL

III. SZ. TANULMÁNYKÖTET

Magyar Hajózási Zrt. részére

*a „PL4D Projekt keretében szociológiai-, közgazdasági-,
fenntarthatósági-, energetikai – környezetvédelmi - és
üzembiztonsági elemzés és megvalósíthatósági tanulmány
beszerzése” tárgyban lefolytatott közbeszerzési eljárás részeként*

Szent György.com

Oktatási Kft.

2020. február 11.

III. számú tanulmánykötet
PAN-LNG 4 DANUBE PROJEKT

A PROJEKT MEGVALÓSÍTÁSÁHOZ KAPCSOLÓDÓ JOGSZABÁLYI KÖRNYEZET
ELEMZÉSE

AZ ÜZEMBIZTONSÁGI ALAPELVEK MEGFOGALMAZÁSA KIEGÉSZÜLVE
NEMZETKÖZI JOGGYAKORLATOK BEMUTATÁSÁVAL

Készítette: **SZENT GYÖRGY.COM**  **KFT.**

Szakértők:

Bánhidi István

Dr. Szuchy Róbert

Budapest, 2020. február 11.

Tartalom

I.	VEZETŐI ÖSSZEFOGLALÓ	6
	TEN-T Iránymutatások	6
	Egységes LNG biztonsági kultúra kialakítása	6
	LNG Masterplan.....	7
	Organizáció	7
	Technológiák és működési koncepciók	9
	Az LNG Masterplan eredményei	10
	Kockázatmenedzsment	11
	Biztonsági Irányítási Rendszer	16
	A tanulmány és a benne foglalt előterjesztés célja	22
	A tanulmány tartalmi összefoglalója	24
II.	A PROJEKT MEGVALÓSÍTÁSÁHOZ KAPCSOLÓDÓ JOGSZABÁLYI KÖRNYEZET ELEMZÉSE	27
II.1	Bevezetés	27
	II.1.1 A szabályozás új irányai	28
	II.1.2 Az európai és a magyarországi helyzet összegzése	44
	II.1.3 Javaslatok a 2014/94/EU Irányelv magyarországi átültetésére vonatkozóan	46
II.2	Európai kitekintés a kikötői LNG üzemanyag-ellátására vonatkozóan	55
	II.2.1 LNG üzemanyag-ellátás európai fejlesztése	55
	II.2.2 EMSA iránymutatás a LNG üzemanyag-ellátás területén	55
	II.2.3 Szabályozási környezet az EMSA iránymutatása alapján	58
	II.2.4 Engedélyezés	64
	II.2.5 Kockázat és biztonság, kontroll zónák, SIMOPS	72
	II.2.6 Tanúsítás és akkreditáció	80
	II.2.7 Minősítés és tréning	81
II.3	VONATKOZÓ JOGSZABÁLYOK	86

II.4	FELHASZNÁLT IRODALOM	87
III.	ÜZEMBIZTONSÁGI ALAPELVEK, KOCKÁZAT MENEDZSMENT, INTEGRÁLT IRÁNYÍTÁSI RENDSZEREK	88
III.1	Az LNG fizikai, kémiai és termodinamikai tulajdonságai	88
	III.1.1 LNG balesetek	90
III.2	Kockázatmenedzsment	95
	III.2.1 A biztonság	95
	III.2.2 A szükséges kockázatcsökkentés meghatározása – ALARP alapelv	97
	III.2.3 Kockázatelemzés és kockázatmenedzsment	98
	III.2.4 Biztonságkritikus rendszerek	98
	III.2.5 Következmény analízis	117
III.3	Veszélyes létesítmények	125
	III.3.1 Veszélyes létesítményrészek azonosítása: Hazard And Operability Study – HAZOP analízis.	126
	III.3.2 A kiválasztás módszere	129
III.4	A forrástag és a terjedés modellezése	130
	III.4.1 Bevezetés	130
	III.4.2 Lezáró rendszerek	132
	III.4.3 Egyéb védőrendszerek	133
	III.4.4 Meteorológiai adatok	133
III.5	A kitétség és a károsodás modellezése	134
III.6	Az eredmények bemutatása	134
	III.6.1 A QRA eredménye az egyéni kockázat és a társadalmi kockázat	134
	III.6.2 Az egyéni és a társadalmi kockázat kiszámítása	135
III.7	Következmény Analízis	135
	III.7.1 Bevezetés	135
	III.7.2 Egyéni és társadalmi kockázatok bemutatása a Csepel Szabadkikötő LNG terminál vonatkozásában.	140
III.8	Integrált Menedzsment Rendszer	146
	III.8.1 Biztonsági Irányítási Rendszer	148
III.9	Egységes LNG kultúra kialakítása	172
	III.9.1 Az LNG Masterplan	172
	III.9.2 Célkitűzés	172

III.9.3 Célkitűzés: Technológiák és működési koncepciók	174
III.9.4 Az LNG Masterplan eredményei	175
III.9.5 Az LNG-vel kapcsolatos súlyos baleseti lehetőségek bemutatása	176
III.9.6 Az üzemen belül bekövetkező veszélyesanyag-kiszabadulással járó események	177
III.9.7 Forgatókönyv mátrixa	192

IV. FELHASZNÁLT IRODALOM 199

V. MELLÉKLET 208

V.1 Melléklet 1.	208
V.2 Melléklet 2.	237
V.3 Melléklet 3.	275
V.3.1 Kockázatmenedzsment	275

I. VEZETŐI ÖSSZEFOGLALÓ

Európai Parlament és a Tanács az alternatív üzemanyagok infrastruktúrájának kiépítésére, különös tekintettel a vízi közlekedésre, hatályba léptette az EU Alternatív Üzemanyagok Infrastruktúrájáról rendelkező 2014/94/EU sz. Direktíváját. Ennek megvalósítására irányuló EU fejlesztéseket az alábbiak tartalmazzák:

TEN-T IRÁNYMUTATÁSOK

A transzeurópai közlekedési hálózatra vonatkozó (TEN-T) iránymutatásokban megállapítást nyert, hogy az alternatív üzemanyagok – legalábbis részben – kiváltják a fosszilis üzemanyagokat a közlekedés energiaellátásában, hozzájárulnak annak dekarbonizációjához, és javítják a közlekedési ágazat környezeti teljesítményét. A TEN-T iránymutatások az új technológiák és az innováció tekintetében előírják, hogy a hálózatnak lehetővé kell tennie minden közlekedési mód dekarbonizációját, mégpedig az energiahatékonyságnak, valamint az alternatív meghajtórendszerek bevezetésének és a kapcsolódó infrastruktúra biztosításának az ösztönzése révén. A TEN-T iránymutatások előírják továbbá, hogy az 1315/2013/EU európai parlamenti és tanácsi rendelettel létrehozott törzshálózat (a továbbiakban: TEN-T törzshálózat) belvízi és tengeri kikötőiben, repülőterein és közútjain biztosítani kell az alternatív üzemanyagok rendelkezésre állását. Az Európai Hálózatfinanszírozási Eszköz keretében a TEN-T finanszírozási eszköz révén támogatható ezen új technológiáknak és innovatív megoldásoknak a TEN-T törzshálózatban való alkalmazása, az alternatív tiszta üzemanyagok infrastruktúráját is beleértve. Ezenkívül az eszköz keretében pénzügyi támogatásban részesíthető az alternatív tiszta üzemanyagok infrastruktúrájának kiépítése a tágabb általános hálózatban is.

EGYSÉGES LNG BIZTONSÁGI KULTÚRA KIALAKÍTÁSA

A Duna – Majna – Rajna (D/M/R) kapcsolat folyami összeköttetést biztosít Észak és Dél Európa országai között, továbbá kapcsolatot teremt a világtengerek kereskedelméhez azon országok számára is, melyek nem rendelkeznek offshore potenciállal. Ez a folyósó jelentősen hozzájárulhat ahhoz, hogy a Duna-flotta a gázolajról más alacsony szén-dioxid-kibocsátású alternatívára, például az LNG-re váltson. Ezenkívül az LNG Dunán történő szállítása jelentősen növelheti a víziút szállítási kapacitását és így energia megtakarítást eredményezhet a terminál/ok környezetében lévő iparágak számára, az egész régióban. A

szállításához általánosan használt gázolajhoz képest az LNG közel 0% -ra csökkenti a kénbocsátást. Az LNG-üzemű hajók szinte semmilyen részecskét nem, mintegy 90% -kal kevesebb nitrogén-oxidot és 20-25% -kal kevesebb CO₂-t bocsátanak ki. Az LNG tüzelőanyagként történő felhasználása tehát javítja a belvízi hajózás környezetvédelmi teljesítményét (LNG vs. EN 590 dízel).

LNG MASTERPLAN

A Masterplan általános célja az LNG - mint környezetbarát és hatékony üzemanyag és rakomány - teljes körű bevezetésének előkészítése és elindítása a Rajna-Majna-Duna tengely belvízi hajózási ágazatában, valamint a szinergiák kiaknázása az LNG-infrastruktúrában.

A MASTERPLAN általános céljának elérése érdekében két konkrét célkitűzés volt:

- átfogó stratégia kidolgozása, részletes útitervvel és megfelelő iránymutatásokkal és ajánlásokkal az LNG üzemanyagként és rakományként történő megvalósításához a Rajna-Majna-Duna tengelyen,
- az LNG üzembe helyezésének tesztelése, üzemeltetése és ellenőrzése egy Pilot Project-projektben.

ORGANIZÁCIÓ

A MASTERPLAN létrehozta a hatóságok és az ipari szereplők közötti együttműködési platformot azzal a céllal, hogy elősegítse a szárazföldi navigáció során az LNG-re, mint üzemanyagra és rakományra vonatkozó harmonizált európai szabályozási keret kidolgozását, és az LNG-nek, mint a belvízi hajózásban alkalmazott üzemanyagnak és rakománynak elfogadását.

Műszaki koncepciókat szállított az új és utólag felszerelt hajók számára, amelyeket LNG hajt meg, és LNG szállít, valamint egy terminál kísérleti telepítését nyújtotta be. Fejlesztett egy átfogó stratégiát és ajánlásokat az LNG beépítésére a belvízi szállítás területén, amely meghatározza a széles körű telepítéshez szükséges intézkedéseket és intézkedéseket, összhangban az EU közlekedési / energia- / környezetvédelmi politikai céljaival és intézkedéseivel.

Részletesebben, a MASTERPLAN kézzelfogható eredményeket ért el:

- a harmonizált és kedvező szabályozási keret kialakításának összehangolása és megkönnyítése, valamint az állami és magánbefektetések ösztönzése
- az LNG üzemanyagként és rakományként történő bevezetésének az európai szárazföldi flotta számára történő költségeinek és előnyeinek vizsgálata
- az akadályok azonosítása és ajánlások kidolgozása a költséghatékony és fokozatos bevezetésre az állami hatóságok és a magánipar együttműködésével
- értékelést ad a folyami kikötők háttérét jelentő LNG-úttörő piacokról, és ezen piacok feltárása kollektív koncepció részeként
- a know-how növelése és átadása az észak-európai és a tengeri ágazatból általában a belvízi hajózási ágazatba és különösen a Közép- / Délkelet-Európába;
- az LNG zöld és alternatív üzemanyagként való elhelyezése a belvízi szállításban
- a belvízi szállítás (infrastruktúra és flotta) nyomon követésének fejlesztése és korszerűsítése a tisztább alternatív üzemanyag és egy értékes áru (minden egyben) bevezetésével.
- a vízben közlekedő LNG-láncok megkönnyítése és indítása (kísérleti) - a kikötőkben a kísérleti LNG-infrastruktúra és az újonnan épített / utólag felszerelt LNG-üzemű hajó(k) kiépítése révén;
- a hajógyártással és a kapcsolódó technológiákkal kapcsolatos európai innováció erősítése, és ezáltal az európai hajógyárak és felszerelés-szolgáltatók versenyhelyzetének javítása.

A MASTERPLAN természetét integrált kísérleti üzembe helyezésű tanulmányként határozták meg, amelynek jellemzői inkább program, mint projekt. A kedvezményezettek saját projekttevékenységeiket meghatározott együttműködési tevékenységek keretében és az illetékes hatóságok szabályozási munkájával párhuzamosan hajtják végre. A hatóságok technikai és szervezeti támogatást kapnak az illetékes projektpartnerektől, valamint a szükséges támogatást a szabályozási munkájukhoz. A közös tevékenységek megkönnyítik a know-how átadását és egyes technikai megoldások harmonizációját, valamint a szükséges szabályozási keretre vonatkozó iránymutatásokat és ajánlásokat.

A MASTERPLAN olyan platformként működik, amely lehetővé tette a résztvevők számára, hogy kihasználják a közös munka szinergiáit. A köz- és magánszereplők célzott együttműködése valamennyi résztvevő számára magas európai hozzáadott értéket generált, és javította a nyomon-követési tevékenységek keretét, és követte a beruházásokat és projekteket, többek között az Antwerpenben lévő LNG-terminált, az LNG-üzemanyag tankolási lehetőséget Duisburgban, LNG-üzemű buszok működtetését Szlovákiában stb.

A MASTERPLAN konzorcium megvizsgálta és értékelte az LNG üzemanyagként és rakományként történő felhasználásának keretfeltételeit, ellátási piacait és piaci lehetőségeit a Rajna-Majna-Duna tengelyen. Figyelembe vették az LNG bevezetésének biztonsági, ökológiai és társadalmi-gazdasági kérdéseket érintő átfogó hatásvizsgálatát.

Az elért eredmények a következőkre vonatkoznak:

- status quo elemzés és trendek,
- LNG-ellátási elemzés,
- LNG-igény elemzés és
- hatásvizsgálat: biztonsági, ökológiai és társadalmi-gazdasági szempontok.

TECHNOLÓGIÁK ÉS MŰKÖDÉSI KONCEPCIÓK

Az LNG Masterplan konzorcium kutatási munkákon, valamint konkrét hajóprojekteken keresztül hozzájárult a szárazföldi navigációs ágazatban a kisméretű LNG-műveletekhez szükséges műszaki és operatív megoldások kidolgozásához. Vizsgálta az innovatív

- motortechnológiákat és koncepciókat,
- LNG-tartály- és berendezési technológiákat.

A tevékenységek emellett foglalkoztak az

- LNG-üzemanyag európai tengeri és belvízi kikötőkben történő szabályozásának harmonizálásához szükséges munkával, és így hozzájárultak az LNG biztonságos üzemanyag-használat vonatkozásában,
- műszaki evidenciákkal, biztonsággal és kockázatértékeléssel kapcsolatos tevékenységek részeként kidolgozott biztonsági és védelmi tanulmányok betekintést nyújtanak a biztonsági előírásokba és eljárásokba, valamint útmutatást nyújtanak a helyi biztonsági előírások és eljárás megszervezéséhez az LNG-üzemanyag-szállítás és a (nem) töltés során. Ezek a tanulmányok áttekintést adnak az események forgatókönyveiről és útmutatást nyújtanak az események kezelésére.

AZ LNG MASTERPLAN EREDMÉNYEI

1. A harmonizált európai rendeletekkel kapcsolatos rendelkezések révén hozzájárult az érintett testületek, például az EK, a CCNR, az ENSZ-EGB és a nemzeti hatóságok szabályozási folyamatához. A munka a hajókra vonatkozó előírásokkal, az LNG veszélyes rakományként történő szállításával, az LNG feltöltésével, a rendőrségi előírásokkal, a kikötői előírásokkal, valamint az érintett személyek oktatásával és képzésével foglalkozott.
2. Az oktatási és képzési követelményekkel kapcsolatos tevékenységek részeként kidolgoztak tanterveket és a gyakorlatok anyagait, e-tanulási modulok kísérleti szimulátorait. A tervezett kísérleti telepítések oktatási és képzési igényeinek kielégítése érdekében a kidolgozott szabványokon és anyagokon alapuló képzési órákat hajtottak végre. A projektek életciklusa során szerzett ismereteket, tapasztalatokat, bevált gyakorlati példákat és tanulságokat összegyűjtötték, kiértékeltek és tovább terjesztették a koncepciók, kísérletek és kísérleti telepítési tevékenységek értékelése során. Ezek képezték a szárazföldi hajók üzemanyagként és rakományként az LNG mint a Rajna-Majna-Duna vízi tengely tengelye végrehajtására vonatkozó átfogó stratégia alapjait. A stratégia meghatározza az LNG széles körű bevezetéséhez a belvízi szállításban szükséges intézkedéseket és intézkedéseket:
 - kormányzás és jogszabályok,
 - Piacok és pénzügyek,
 - Hajók és felszerelések,
 - LNG-infrastruktúra,
 - Munkahelyek és készségek, és
 - Tudatosság.

A projekttevékenységek részeként az érintett partnerek megvalósíthatósági tanulmányokat és műszaki koncepciókat dolgoztak ki az LNG-terminálok számára; új építésű LNG-tartályhajó és LNG-üzemű hajók; LNG-meghajtásra utólag felújított hajók, valamint más járművek és gépek számára, amelyek az alkalmazott LNG-ellátási lánc megközelítésének elemei. A tevékenységek magukban foglaltak minden szükséges munkát a hajóosztályozó társaságokkal, a szabályozó testületekkel és a hatóságokkal a terminálok és hajók engedélyének megszerzéséhez, ideértve a szükséges biztonsági és kockázatelemzéseket és / vagy a környezeti hatásvizsgálatokat; a kísérleti üzem telepítésének megkezdése előtt. Ezenkívül a kedvezményezettek egyéni tevékenységeinek konkrét támogatása mellett útmutatásokat is készítettek az LNG-terminálok és hajók projektjeinek előkészítéséről, hogy a projekt mögött szilárd finanszírozási rendszer jöjjön létre (pénzügyi és jogi).

KOCKÁZATMENEDZSMENT

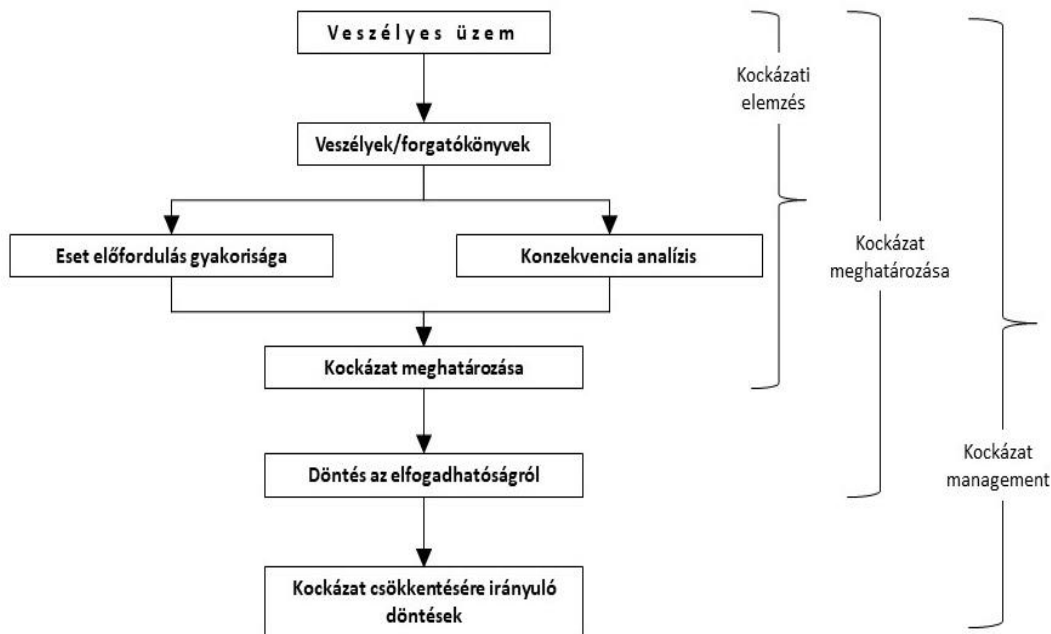
A kvantitatív kockázat elemzés (QRA) alkalmazásával megnyílik a kockázat-alapú döntések meghozatalának lehetősége, a veszélyes anyagok használatából, kezeléséből, szállításából, illetőleg tárolásából eredő kockázatok meghatározásához. Ahhoz, hogy a QRA eredményei a döntéshozatali folyamatban felhasználhatók legyenek, igazolhatóknak, megismételhetőknak és összehasonlíthatóknak kell lenniük. E követelmények szükségessé teszik, hogy a mennyiségi kockázatértékeléseket hasonló kiindulási pontok, modellek és alapadatok felhasználásával végezzék. Ideális esetben a mennyiségi kockázatértékelések eredményei közötti eltérések csak a technológia-, valamint telephely-specifikus adatok közötti különbségekből eredhetnek. Az elmúlt évek során számos dokumentum jelent meg a QRA számítások összehasonlíthatóságának biztosítása érdekében.

Veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemre, veszélyes anyagokkal foglalkozó létesítmények építése, üzembe helyezése, üzemeltetése a hivatásos katasztrófavédelmi szerv alkalmazásában: (iparbiztonsági hatóság) engedélye alapján, és felügyelete mellett történhet meg.

A Hatóság tehát döntéshozó szerepet tölt be az *előnyöket és kockázatokat* mérlegelő döntési helyzetben.

A kockázatokat az alábbiakban ismertetett interdiszciplináris struktúrában – QRA- lehet meghatározni.

Mennyiségi kockázatelemzés a kockázat management keretében:



Alapvető koncepciók: kockázat és veszélyeztetés kapcsolódó fogalmai:

Egy nem kívánt esemény, egy meghibásodás következményei egy kísérlet megismétlésével járó kellemetlenségeknél súlyosabbak is lehetnek. Veszélybe kerülhet emberi élet, a természeti környezet, vagy anyagi kár is bekövetkezhet.

A kár/sérülés fogalom a baleset bekövetkeztének életre, egészségre, környezetre és anyagi javakra vonatkozó elkerülendő eredményét jelöli. A biztonság e szempontból nem más, mint a kár bekövetkeztének elkerülése, azaz ahogy a MIL-ASTD882B:1984-es szabvány definiálja: a biztonság mentesség olyan feltételektől, körülményektől melyek bekövetkezése halált, sérülést, foglalkozási ártalmat, készülékben, tulajdonban károsodást, illetve üzleti veszteséget okoz.

Mindezt tömören összefoglalják IEC 50(191) szabvány fogalom meghatározásai:

Sérülés [harm]*: az egészség, az anyagi javak vagy a környezet sérülése, illetőleg károsodása.

Veszély [hazard]*: potenciális sérülés forrása, vagy potenciális sérülést jelentő helyzet, azaz a veszély potenciális kárforrás (IEC 61508/61551)

Veszélyes esemény [hazardous event]: sérülés okozására képes esemény.

Veszélyeztetés ennek megfelelően nem más, mint egy nem kívánt esemény bekövetkezésének lehetősége, azaz olyan helyzet, amelyben személyek vagy a természeti, gazdasági és műszaki környezet potenciálisan veszélyben van.

Fontos megjegyezni, hogy műszaki rendszerek esetében tipikus veszélyhelyzet az, amikor egy eszköz, anyag, illetve készülék magasabb energiaszinten van, mint a környezete és eltérés van a tervezett üzemállapottól, paramétertől.

A hatások szerint többféle veszélyt különböztethetünk meg:

VESZÉLYKATEGÓRIÁK:

Veszélykategóriák	Következmények (Baleset)	Hatások (Kár)
Természeti	Árvíz, földrengés, környezeti szennyezés	Társadalmi, környezeti és egyéni kár, haláleset
Technológiai	Ipari és közlekedési balesetek	Társadalmi, környezeti és egyéni kár, haláleset
Társadalmi	Háború, terrorcselekmény, szabotázs	Társadalmi, környezeti és egyéni kár, haláleset

Szükséges, hogy az különbséget tegyünk a veszély (Hazard) és a kockázat (Risk) között. A veszélyeztetés (hazard) a baleset bekövetkezésének lehetőségét reprezentálja, míg a kockázat magába foglalja azokat a forgatókönyveket, melyek a nem kívánt esemény bekövetkezéséhez társíthatók, meghatározva azok bekövetkezésének valószínűségét is.

Minden veszélyeztetéshez hozzárendelhető tehát egy bizonyos kockázat, amely függ az esemény bekövetkezésének valószínűségétől és az esemény következményeinek súlyosságától.

A kockázat [risk] tehát valamely adott veszélyes esemény előfordulása gyakoriságának vagy valószínűségének (F), valamint a következmény súlyosságának (C) a kombinációja:

$$R=C \times F$$

Ahogy az egyenlet sugallja, kis kockázata van rendkívül ritkán bekövetkező kis kárértékű veszélyhelyzeteknek, illetve a kockázat nő a bekövetkezés gyakoriságának (bekövetkezési valószínűségének) és a következmény súlyosságának növekedésével.

Egy komplex, egymástól független elemekből álló rendszer esetében a teljes kockázat az egyes, egymástól független veszélyeztetésekhez kapcsolódó kockázatok összegeként határozható meg:

A kockázatbecslés [risk estimation] az elemzett kockázatok mértékének meghatározására használatos eljárás. A kockázatbecslés a következő lépésekből áll: gyakoriságelemzés, következményelemzés és ezek integrálása. A kockázatértékelés második lépése a kockázatkiértékelés (kockázat-megítélés) [risk evaluation]: olyan folyamat, amelynek során a kockázatelemzés alapján kiértékelik a kockázat elfogadhatóságát.

A kockázatszabályozás [risk control]: a kockázatok kezelésével és/vagy a kockázatok csökkentésével összefüggő döntéshozatali folyamatot jelenti.

A folyamatos kockázatmenedzsment [Continuous Risk Management (CRM)] széles körben alkalmazott technika, amely például kockázati elemeket tartalmazó projektek menedzsmentjére is alkalmas. A CRM iteratív és adaptív folyamat, mely minden tevékenysége az előzőre épül, felhasználva a korábbi lépések során feltárt információkat, folyamatosan csökkentve a kockázatot.

Egy biztonsági rendszer 100%-osan funkcionálisan biztonságos, ha a véletlen meghibásodás, a közös meghibásodás és a szisztematikus meghibásodás nem vezet el a biztonsági rendszer hibás működéséhez, és nem eredményez emberi sérülést, vagy halált, környezetszennyezést, illetve anyagi károkat. Teljes mértékű funkcionális biztonság nem létezik, ugyanakkor az ilyen jellegű események bekövetkezésének várható/megengedhető gyakoriságát az úgynevezett SIL és ASIL értékekkel jellemezhetjük.

Az előző fejezetben említett biztonságkritikus rendszerek kategóriájába való besorolás nem mindig egyértelmű feladat, különösen, hogy most már látjuk, a kockázatcsökkentési akciók után is mindig kell

maradandó kockázattal számolunk. A hibás működés következményei az egyes alkalmazási területeken rendkívül különbözőek lehetnek. A biztonsági integritás (safety integrity – a biztonság sértetlensége) annak valószínűsége, hogy egy biztonsági rendszer az előírt biztonsági funkciókat egy adott időszakban meghatározott körülmények között megfelelően végrehajtja: nem lépett fel veszélyeztető meghibásodás. Egy rendszerhez rendelt biztonsági integritási szint (SIL) meghatározza az alkalmazandó fejlesztési, tervezési, gyártási, üzemeltetési módszereket. Az IEC 61508 és az IEC 61511 szabványok definiálják a biztonság-sérthetlenség szint (SIL Safety Integrity Level) fogalmát és a szintek meghatározási módszereit. Az IEC 61508 szabvány vezette be a megkülönböztetést az alacsony működtetés igényű és a magas (vagy folytonos) működtetés igényű üzemmód között.

1. Alacsony működtetési igény (Low demand mode): amikor az adott funkció működtetésének gyakorisága nem nagyobb az egy alkalom/év értéknél, vagy nem nagyobb az úgynevezett proof tesztek gyakoriságának kétszeresénél (Proof teszt: bizonyító erejű teszt. A bizonyító erejű teszt, mely a hibák felderítése céljából végrehajtott periodikus teszt a biztonságosra műszerezett rendszerben, amely mintha új lenne, vagy amennyire praktikus lehetséges állapotba állítja vissza a rendszert.)
2. Magas, illetve folytonos igény (High demand or continuous mode): amikor az adott funkció működtetésének gyakorisága nagyobb az egy alkalom/év értéknél, illetve nagyobb az úgynevezett proof tesztek gyakoriságának kétszeresénél.

A SIL értéket a termék vagy a kapcsolódó folyamat tervezése során kell rögzíteni, a rendszeres hibák előfordulási gyakoriságának megengedhető értéke alapján. Magasabb SIL érték komolyabb biztonsági követelményeket jelent. A SIL4 a legmagasabb és a SIL1 jelenti a legalacsonyabb követelményt.

SIL ÉRTÉKEK ALACSONY MŰKÖDTETÉS IGÉNYŰ ÜZEMMÓD ESETÉN:

SIL - Safety integrity level	Alacsony működtetés igényű üzemmód (Az átlagos hibavalószínűség működtetés igényekor)
4	$10^{-5} \leq t < 10^{-4}$
3	$10^{-4} \leq t < 10^{-3}$
2	$10^{-3} \leq t < 10^{-2}$
1	$10^{-2} \leq t < 10^{-1}$

SIL ÉRTÉKEK MAGAS VAGY FOLYAMATOS ÜZEMMÓD ESETÉN:

SIL - Safety integrity level	Magas működtetés igényű vagy folytonos üzemmód (A veszélyes hibák átlagos valószínűsége) Időalap 1 óra.
4	$10^{-9} \leq t < 10^{-8}$
3	$10^{-8} \leq t < 10^{-7}$
2	$10^{-7} \leq t < 10^{-6}$
1	$10^{-6} \leq t < 10^{-5}$

Hibafa (Fault Tree) analízis

A hibafa-elemzés (Fault Tree Analysis – FTA) egy adott balesetre vagy súlyos rendszerhibára (csúcsesemény) összpontosít, és az esemény okainak a meghatározásához ad eljárást. A hibafa olyan gráf, amely a berendezés meghibásodásainak (minimális hibaesemény kombinációk), a nem független meghibásodásoknak és az emberi hibáknak a kérdéses csúcseseményt eredményező különböző kombinációit jeleníti meg. A minimális metszethalmazok meghatározásához a Boole-algebra szabályait alkalmazzák.

Az elemzés során alkalmazott számszerűsítés különbözőképpen történhet, pl. az alapesemény valószínűségének közvetlen becslésével, kinetikus elmélet alapján, Markov-láncok vagy Monte Carlo szimuláció alkalmazásával.

A hibafa-elemzés, mint minőségi elemzési módszer erőssége az, hogy meghatározhatók azok a berendezés-meghibásodási, nem független meghibásodási és emberi hiba kombinációk, amelyek a káros következmény kialakulásához vezethetnek. Ezzel az elemzőnek lehetősége nyílik arra, hogy megelőző intézkedésekkel az alaphibákat célozza meg, és csökkenthesse a bekövetkezési gyakoriságokat. A hibafa elemzés általánosan alkalmazható bármilyen rendszer esetében.

A hibafa-elemzés tehát egy fentről lefele építkező (top-down) szimbolikus logikai modell, melyet a hibatartományon definiálunk és generálunk. Ezzel a technikával képesek vagyunk a csúcseseménytől vagy TOP eseménytől az elemi eseményekig visszakövetni a meghibásodás útvonalát, és meg tudjuk határozni a gyakori meghibásodást okozó elemeket. AZ FTA magába foglalja a hibafa generálását, az elemi események (iniciátorok) meghibásodási valószínűségeinek meghatározását, ezen valószínűségek propagálását a csúcsesemény meghibásodási valószínűségének meghatározására, valamint az ún. metszet-halmazok meghatározását.

A hibafaanalízis a tervező vagy ellenőrzést végző számára számos, különböző típusú eredményt szolgáltat. Ezek közül egyesek elsősorban a tervezést, a rendszer gyenge pontjainak feltárását segítik elő, míg mások számszerű eredményt adnak a rendszer paramétereiről.

A Hibafa analízis részletes kifejtését a 3. sz. melléklet tartalmazza.

BIZTONSÁGI IRÁNYÍTÁSI RENDSZER

A veszélyes anyagokkal foglalkozó létesítmények üzemeltetői részére *a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény* (Kat.) IV. fejezete az üzem státuszától függően biztonsági irányítási rendszer (BIR) vagy irányítási rendszer (IR) működtetését írja elő. A BIR/IR működtetésének célja az üzemeltető súlyos balesetek megelőzésére és a kockázatok csökkentésére irányuló biztonsági politikájának végrehajtása. A BIR olyan nem önkéntes vállaláson – hanem jogszabályi kötelezettség teljesítésén – alapuló „minőségirányítási” rendszer, amelynek működtetésével a súlyos balesetekkel szembeni megfelelő biztonság elérhető és fenntartható. Az IR a célját, felépítését és főbb elemeit tekintve megegyezik a BIR-rel, azonban a rendszer egyes elemeinek tartalmát és dokumentáltságát tekintve a Kat. végrehajtására kiadott, *a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről szóló 219/2011. (X.20.) Kormányrendelet* (R.) kevésbé részletes előírásokat határoz meg.

Tekintve, hogy az Európai Bizottság Közösségi Kutatási Központban működő Súlyos Baleseti Veszélyek Iroda elemzései [1] azt bizonyították, hogy a balesetek 85 %-a emberi mulasztásra, illetve az irányítási rendszerek hiányosságaira vezethető vissza, az eredményesen és hatékonyan működtetett BIR/IR a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek megelőzésének egyik legfontosabb eszköze.

A biztonsági irányítási rendszer elsődleges célja a vállalat tevékenységének formális szabályozása az üzemeltetés biztonságának kialakítása, fenntartása és a biztonsági teljesítmény folyamatos fejlesztése, valamint a pozitív biztonsági kultúra támogatása érdekében. A biztonsági irányítási rendszer strukturált megközelítést nyújt mindazon vállalaton belüli szervezési intézkedések megtételére, amelyek a kívánatos biztonsági teljesítmény eléréséhez szükségesek. A biztonsági irányítást valamennyi vállalatnak az általános vállalatirányítás részeként célszerű kezelnie, tekintve, hogy egyértelmű összefüggés áll fenn a biztonságosan üzemelő vállalatok és a jól irányított üzemeltetés között. A biztonsági irányítási rendszernek a biztonsági politikán kell alapulnia, és meg kell határoznia olyan szintű célkitűzéseket, amelyet a vállalat megfelelőnek tart üzleti tevékenységéhez, továbbá a biztonsági megfontolásoknak és követelményeknek illeszkedniük kell a vállalat létesítményeihez.

Az eredményesen működtetett biztonsági irányítási rendszerek előnyeit és a rendszer kiterjedését a 3. sz. Mellékletben találják meg.

Tartalmi elemek a Seveso III. irányelv tükrében

A BIR a Seveso III. Irányelv 3. számú mellékeltében foglaltakkal összhangban kiterjed a súlyos balesetek megelőzésével, a védekezéssel kapcsolatos szervezeti felépítésre, felelőségekre, munkamódszerekre, eljárásokra, folyamatokra és mindezek eredményes végrehajtásához szükséges valamennyi erőforrásra. A Seveso III. Irányelv követelményeivel összhangban az üzemeltető által kialakított BIR-nek foglalkoznia kell az alábbiakkal:

- szervezet és személyzet,
- súlyos baleseti veszélyek azonosítása és értékelése,
- üzemeltetés ellenőrzése,
- változások kezelése,
- védelmi tervezés,
- teljesítményértékelés (monitoring),
- audit és átvizsgálás.

A biztonsági irányítási rendszer szerkezete visszacsatolásokat is tartalmazó szabályozási hurkot mutat. A fő baleset-megelőzési célkitűzésekben meghatározzák az üzemeltetőnek a súlyos balesetek megelőzéséhez és következményeinek mérsékléséhez való viszonyát (elkötelezettségét), majd megfelelő irányítási szervezetet alakítanak ki. A baleset-megelőzési célkitűzések megvalósításához részletes végrehajtási terveket és teljesítménynormákat kell kidolgozni, és ki kell alakítani a rendszer teljesítményének méréséhez, ellenőrzéséhez és auditálásához szükséges módszereket. Ez utóbbi tevékenységekből a folyamatos tökéletesítés érdekében visszacsatolást építenek ki a fő baleset-megelőzési célkitűzésekhez, továbbá a szervezési és a végrehajtási elemekhez.

A napjainkban működtetett különböző típusú (például környezetvédelmi, foglalkozás-egészségügyi és munkabiztonsági, minőségbiztosítási) irányítási rendszerek a következőkben bemutatott, a folyamatos tökéletesítést célzó mechanizmusra épülnek.

PDCA ciklus szerinti működés

Az üzem megfelelő biztonsági színvonalának fenntartásához és folyamatos fejlesztéséhez elengedhetetlen egy olyan szisztematikus irányítási rendszer alkalmazása, amely lépésről lépésre végigvezeti az üzemeltetőt a fejlődési ciklus során, megfelelő sorrendben és időben bekapcsolva a folyamatba a BIR egyes elemeit.

A PDCA ciklus négy fő elemre épül: Tervezés (Plan) – Végrehajtás (Do) – Felülvizsgáló (Check) – Beavatkozás (Act). A négy elem alkalmazási folyamata önmagába visszatérő hurokként lehetővé teszi a vizsgált rendszer folyamatos tökéletesítését az üzem teljes életciklusa alatt.

A következőkben a PDCA ciklus a biztonsági teljesítmény folyamatos növelése szempontjából kerül bemutatásra. Természetesen a BIR teljeskörű kialakítása, bevezetése a telephely komplexitásától függően akár 1-2 évig is tarthat, és magában foglal minden, a rendszerépítést megalapozó tevékenységet (például veszélyazonosítás) és a magát a rendszer kialakítását is (például a veszélyforrás elemzés alapján sajátos kockázatkezelési intézkedések kidolgozása, biztonsági politika, biztonsági célkitűzések és programok, eljárások, munka-utasítások kialakítása).

Az egyes elemek részletes tartalma a következő:

- Tervezés

Ebben a fázisban az üzemeltetőnek meg kell határoznia a rövid és egyszerű felépítésű biztonsági politikáját, majd a BIR jogszabályban meghatározott tartalmi elemeihez egyértelmű biztonsági célkitűzéseket kell rendelnie oly módon, hogy azok az elérendő, a biztonság szempontjából ideális állapoton túlmenően utaljanak a kapcsolódó felelőségekre is. Biztonsági célkitűzések részletezés nélkül, de azért világosan mutassák be, hogy mit, hogyan és mikor kell végrehajtani.

Meghatározni szükséges azokat a kereteket, alkalmazott módszereket, amelyek között az üzemeltető a súlyos baleseti veszélyeket feltárja, elemzi, megelőzi és szabályozza, illetve csökkenti. A biztonsági célkitűzésekkel összhangban olyan módon kell megtervezni a munkafolyamatokat, az erőforrások, eszközök kiosztását, hogy az emberi egészség- és a környezet magas fokú védelme biztosított legyen. Jelezni szükséges azt, hogy bizonyos végbement változtatások után a célkitűzéseket felülvizsgálják, illetve szükség esetén átdolgozzák. Az üzemeltető vállaljon elkötelezettséget a biztonsági célkitűzések teljesítése iránt, ez például a célkitűzések vezetőség általi aláírásával kifejezhető.

Az előzőekben foglaltakon túlmenően fontos a Seveso III. irányelv átültetésével kötelező elemként megjelenő biztonsági teljesítmény értékelési és nyomon követési rendszer kialakítása, ennek keretében az üzemspecifikus biztonsági teljesítménymutatók meghatározása. Fontos továbbá a kapcsolódó vállalaton belüli háromirányú kommunikációs folyamatok és az üzemeltetési normarendszer létrehozása, amely szintén a BIR eredményes működésének alappillért képezi.

- Végrehajtás

Ebben a fázisban a súlyos baleseti veszélyek és kockázatok folyamatos értékelésén túlmenően oly módon kell megszervezni a telephelyi munkavégzést, a termelési folyamatokat, hogy azok az előzőekben lefektetett biztonságos keretek között maradjanak. Törekedni kell a tervezett megelőző intézkedések minél teljesebb végrehajtására, az üzem humán és műszaki erőforrásai állapotának biztonság szempontjából megfelelő színvonalon tartására. Ennek megvalósítása leginkább a műszaki biztonsági fenntarthatósági eljárások szigorú és következetes végrehajtása, valamint képzések, gyakorlatok megtartása útján történhet. Természetesen fontos cél az előző lépés során kitűzött biztonsági teljesítménycélok elérése és annak mérése a biztonsági teljesítmény indikátorok segítségével.

- Felülvizsgálat

Ebben a fázisban a hangsúly biztonsági teljesítmény mérése útján nyert adatok elemzésén, értékelésén, valamint a BIR tökéletesítése érdekében szükséges fejlesztések azonosításán van. Az üzemeltetőnek a kitűzött biztonsági teljesítménycélok tükrében módszeresen át kell tekintenie az elért biztonsági teljesítményt a BIR minden elemének vonatkozásában. El kell végeznie a BIR zavaraira visszavezethető nem várt események kivizsgálását, lehetőleg az alap okok feltárásáig terjedő mértékben.

- Beavatkozás

A biztonsági teljesítmény előző lépésben elvégzett áttekintése eredményeként az üzemeltetőnek le kell vonnia a legfontosabb következtetéseket, meg kell határoznia a BIR tekintetében szükséges változtatásokat és fejlesztéseket. Célszerű mindezek összefoglalására biztonsági cselekvési programot készíteni, amely egyaránt tartalmazza az egyes feladatokhoz rendelt felelős szervezeti egységek/személyek nevét, a végrehajtás határidejét és a felhasználható erőforrásokat.

A felülvizsgálat eredményei tükrében a biztonsági célkitűzések módosítása, újratervezése történhet, az anyagi/humán/pénzügyi erőforrások prioritizálása megváltoztatható, ezáltal a biztonság folyamatos

tökéletesítésére irányuló körfolyamat folytonossága biztosítható. Amennyiben a kívánatos biztonsági fejlesztések pénzügyi/gazdasági vagy egyéb okok miatt a normál BIR fejlesztési cikluson (1, maximum 2 év) kívül esnek – például az elkövetkező 5 évben realizálhatóak – , akkor a hatékonyabb erőforrás allokáció és az előrehaladás könnyebb nyomon követése érdekében javasolt ezen intézkedéseket egy középtávú biztonsági fejlesztési programban szerepeltetni.

Eredmények ismertetése

Kockázat alapú beruházói döntések:

1. Tervező, Kivitelező és az Üzemeltető kiválasztása során a cégek által bevezetett Integrált Irányítási Rendszerek működtetése legyen az alkalmasság egyik – fontos – követelménye.
2. Az engedélyezés folyamatában a létesítendő üzemet „küszöb-érték feletti veszélyes üzem” kategóriájába kell sorolni
3. Csepel-Szabadkikötőben tervezett LNG terminálon legsúlyosabb bekövetkehető scenárió a 150 m³ LNG kiáramlása.
4. A feltételezett esemény körülményei:
5. Meteorológia: Szélsebesség 2m/s, 10 m/s Turbulencia: C illetve D
6. Hőmérséklet, talaj: 16 fok C
7. Hőmérséklet, folyam: 12 fok C
8. Baleset típusa: 4 inch átmérőjű töltőkar teljes keresztmetszetű törése
9. A sérülés mérete: 100 mm
10. Konzekvencia Analízis

	195 nap/6:00	315 nap/6:00	195 nap/6:00	315 nap/6:00
RELEASE OF LNG FOLLOWING FAILURE OF LOADING HOSE OR ARM				
Wind speed, (m/s)	2	2	10	10
Stability class (A=0/B=1/C=2/D=3/E=4/F=5)	1	4	3	3
Vapor space tank pressure, (Pa)	5E+05			
Average mass flow rate (kg/s)	89.7			
Discharge duration (s)	590			
Lower flammability limit (vol percent) ...	50000			
Limiting concentration reached in slumping phase				
Time	97	157	27	23
Downwind distance	193	314	182	154
Semi-width	103	189	37	47



A TANULMÁNY ÉS A BENNE FOGLALT ELŐTERJESZTÉS CÉLJA

A tanulmány és a benne foglalt előterjesztés elfogadásával elérni kívánt közpolitikai cél

A „Tiszta energia minden európainak” bizottsági javaslatok, az alternatív üzemanyagok infrastruktúrájának kiépítéséről szóló 2014/94/EU irányelv céljainak magyarországi megvalósítása a transeurópai közlekedési hálózathoz (TEN-T) való kapcsolódás, átjárhatóság mélyítése mellett.

Az energetikai és víziközelkedési ágazatot érintő szabályozási rendszer egyes elemei az alternatív üzemanyagok infrastrukturális műszaki és igazgatási tárgyú szabályozását tartalmazzák.

A témakört szabályozó és jelenleg hatályos közúti közlekedésről szóló 1988. évi I. törvény és az országos településrendezési és építési követelményekről szóló 253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet korszerűtlen illetve hiányos, műszaki tartalmát tekintve részben elavult, újraszabályozása ennek megfelelően sürgető feladat.

A tanulmány és a benne foglalt előterjesztés szükségességének okai

A témakörben elsődlegesen irányadó Európai Parlament és a Tanács 2014/94/EU irányelve alapján az uniós országok nemzeti keretük végrehajtásáról kötelesek értékelési jelentést benyújtani az Európai Bizottság számára 2019-ig.

A tanulmány és a benne foglalt előterjesztés elsődleges célja nemzeti szabályozási környezet és az ágazat hazai iparági helyzetének vizsgálata, összefoglalása, amely alapját képezheti egy az Európai Bizottság számára átadásra kerülő értékelési jelentésnek.

Ugyanakkor tovább célja a tanulmánynak és a benne foglalt előterjesztésnek, hogy olyan iránymutatást, lehetőség szerint tényleges javaslattételt is tegyen, amely alapján előrelépés érhető el Európai Parlament és a Tanács 2014/94/EU irányelvének megfelelő célok nemzeti végrehajtása területén.

A jelenleg irányadó, hatályos jogszabályok szabályozási tárgya csak érintőlegesen terjed ki az alternatív üzemanyagok – elsősorban a hidrogén, a földgáz (sűrített földgáz [CNG], cseppfolyósított földgáz [LNG] vagy gázból átalakítandó cseppfolyósított (Gas-To-Liquid [GTL]) formában és a cseppfolyósított propán-bután gáz (LPG) – országos infrastruktúrájának kiépítésére és az erre az infrastruktúrára vonatkozó közös

szabályaira, figyelmen kívül hagyva többek között az Európai Unió tagállamok közötti átjárhatóságot, valamint a felhasználók magas szintű fogyasztóvédelmét.

Előbbi hiányok ismertetésén, az ágazat hazai helyzetének és fejlődésének, lehetőségeinek bemutatásán túl a tanulmány, és a benne foglalt előterjesztés indítványozza egy a hatályos joganyag javasolt korszerűsítésének, kiegészítésének részét képező, az intelligens, fenntartható és inkluzív növekedést célzó Európa 2020 stratégia céljainak is megfelelő, az alternatív üzemanyagok infrastruktúrájának kiépítéséről szóló 94/2014/EU irányelv hazai átültetési kötelezettségeinek eleget tevő új ágazati törvény elfogadását is.

Az előterjesztett törvénytervezet az ágazati jogszabályok megfelelő módosításával-kiegészítésével az alábbi célok rendezett megvalósítását szolgálja a lehetséges alternatív üzemanyagok hazai energetikai és víziközelkedési bevezetése-fejlesztése körében:

- A városi, elővárosi területen megfelelő számú töltőállomás jöjjön létre;
- TEN-T utak átjárhatóságának biztosítása;
- Eseti töltés biztosítása „szerződéskötés nélkül”, technológiától függetlenül;
- A töltések ára könnyen összehasonlítható és átlátható legyen;
- Intelligens mérési rendszerek alkalmazása a nyilvános állomásokon.

Ugyanakkor az elérni kívánt célokat kizárólag az előterjesztés önmagában nem képes maradéktalanul teljesíteni. A legfontosabb változásokat az előterjesztés végrehajtási rendeletei vagy más kapcsolódó szabályozási eszközök műszakilag egységes keretfeltétel-rendszerben történő elfogadása biztosíthatja.

Miután a témakör egységes átfogó szabályozására Magyarországon ez idáig nem került sor, különösen indokolt az európai és nemzetközi szabályozási gyakorlatra is kitekintő helyzetfelmérés elvégzése.

A tanulmány ezért a hazai ágazati szabályozás végrehajtási részletszabályainak későbbi kialakításához, mint lehetséges elvi iránymutatás, kísérletet tesz a témakörben leginkább releváns egyes igazgatási, műszaki és szabályozási kérdések megválaszolására az európai és nemzetközi tapasztalatokat is alapul véve, azokat bemutatva.

A TANULMÁNY TARTALMI ÖSSZEFOGLALÓJA

A tanulmány az alábbi fejezetek szerinti bontásban tárgyalja a „Tiszta energia minden európainak” bizottsági javaslatokkal, az alternatív üzemanyagok infrastruktúrájának kiépítéséről szóló 2014/94/EU irányelv céljaival összefüggő műszaki, jogi alapfogalmakat, az energetikai és víziközelkedési ágazatot érintő hazai és európai szabályozási-, iparági környezetet; illetve az előbbiekkal összefüggő iránymutatásokat, kezdeményezéseket:

- „Tiszta energia minden európainak”
- Az Európai Parlament és a Tanács 2014/94/EU irányelvének az alternatív üzemanyagok infrastruktúrájának kiépítésére vonatkozó rendelkezései, különös tekintettel a vízi közlekedésre
- A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának (Brüsszel, 2017.11.08.)
- Alternatív üzemanyagok jelenlegi helyzetének vizsgálata, különös tekintettel LNG, CNG, LPG
- Javaslatok a 2014/94/EU Irányelv magyarországi átültetésére vonatkozóan
- Európai kitekintés a kikötői LNG üzemanyag-ellátására vonatkozóan

„Tiszta energia minden európainak” – fejezet:

A „Tiszta energia minden európainak” jogalkotási javaslatcsomag az energiahatékonyság, a megújuló energiák, a villamosenergia-piac kialakítása, a villamosenergia-ellátás biztonsága és az energiaunió kormányzása kérdéseivel foglalkozik. A tanulmánnyal érintett témakörök kifejtéséhez nélkülözhetetlen az irányadó európai közös szakpolitikai célkitűzések és azok hátterének bemutatása.

A Fejezet a kezdeményezéscsomag három főcéljának – *azaz az energiahatékonyság előtérbe állítása, a globális vezető szerep kivívása a megújuló energiaforrások területén, a méltányosság biztosítása a fogyasztók számára* – ismertetésével a tanulmány viszonyítási alapjaként funkcionál a későbbi fejezetek megértéséhez.

Az Európai Parlament és a Tanács 2014/94/EU irányelvének az alternatív üzemanyagok infrastruktúrájának kiépítésére vonatkozó rendelkezései, különös tekintettel a vízi közlekedésre – fejezet:

Jelen összefoglalóban már kifejtette célok nem értelmezhetők az Európai Parlament és a Tanács 2014/94/EU irányelv ismerete nélkül.

A fejezet az irányelv célját, főbb rendelkezései, az irányelv alanyait érintőbb legfőbb határidőket és cselekvési kötelezettségeket, valamint a kapcsolódó közösségi infrastrukturális és szabályozási környezet

egyres elemeit – kitérve külön a 1315/2013/EU európai parlamenti és tanácsi rendelettel létrehozott törzshálózatra (a továbbiakban: TEN-T törzshálózat) – ismerteti.

A fejezet külön foglalkozik az irányelv víziközlekedést, hajózást érintő rendelkezéseivel, kitérve az ismert infrastrukturális, műszaki környezetre is; valamint bemutatja a témakörben meghatározó további szereplőket – így többek között a Nemzetközi Tengerészeti Szervezetet (IMO), az Európai Fenntartható Hajózási Fórumot (ESSF), a belvízi hajózás területére vonatkozó műszaki szabványok létrehozásával foglalkozó európai bizottság CESTE bizottságot, a Rajnai Hajózási Központi Bizottságot (CCNR) vagy épp a Duna Bizottságot –.

A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának (Brüsszel, 2017.11.08.) – fejezet:

Az alternatív energiákat használó járművek és hajók száma, piaci elterjedése az Európai Unióban túlságosan alacsony; illetve az alternatív energiákat használó járművek és hajók használatát továbbra is piaci akadályokat előidéző, állandó problémák – *így többek között a szükséges infrastruktúra hiánya, az intelligens energiahálózat elégtelen fejlesztése és az infrastruktúra egyszerű használatában a fogyasztók által tapasztalt nehézségek* – gátolják.

Szükségessé vált a kialakult helyzet átfogó vizsgálata, különösen az alternatív üzemanyag vételezési lehetőségek és az alternatív energiákat használó járművek és hajók üzemeltetési feltételeire figyelemmel, valamint az ágazat köz- és magánszereplőinek érdekeit összehangoló cselekvési terv és megfelelő fórum kialakítása.

A fejezet az előbbieket ismerteti a jelölt biztossági közlemény alapján rendelkezésre álló információk, iránymutatások alapján, kitérve a közösségi és nemzetközi szervezetek szerepére is.

Alternatív üzemanyagok jelenlegi helyzetének vizsgálata, különös tekintettel LNG, CNG, LPG – fejezet:

A tanulmány által vizsgált témakör mélyebb megértéséhez, illetve a későbbi fejezetek értelmezéséhez nélkülözhetetlen az egyes alternatív üzemanyagok jelenlegi vizsgálata, valamint ezen üzemanyagok műszaki alaptulajdonságainak, sajátosságuknak a bemutatása.

A fejezet az egyes alternatív üzemanyagok, azaz a Sűrített földgáz (CNG (Compressed Natural Gas), a cseppfolyós gáz, más néven autógáz LPG (Liquified Petroleum Gas), illetve a cseppfolyósított földgáz (**Liquefied Natural Gas**) műszaki és tárolási alapismereteit mutatja be, külön kitérve az üzemanyagként történő hasznosíthatóságra.

Javaslatok a 2014/94/EU Irányelv magyarországi átültetésére vonatkozóan – fejezet:

A fejezet a témakör hazai szabályozásának elavultságára, hiányosságaira reflektál; illetve a jelen összefoglalóban már kifejtett célok, valamint az Európai Parlament és a Tanács 2014/94/EU irányelv alapján fennálló tagállami implementációs kötelezettség teljesíthetőségét szolgálva indítványozza, hogy kerüljön előterjesztésre, elfogadásra az ugyancsak itt rögzített alternatív üzemanyag törvényjavaslat.

A Fejezet teljes egészében közli a törvényjavaslatot és ahhoz megfelelő indoklást is közöl.

Európai kitekintés a kikötői LNG üzemanyag-ellátására vonatkozóan– fejezet:

Figyelemmel arra, hogy az alternatív üzemanyag törvényjavaslat önmagában nem, csak a felhatalmazása alapján később megalkotásra kerülő ágazat végrehajtási rendeletek és további normatív szabályozók kialakítása útján érhetők a fentebb már ismertetett célok, valamint az Európai Parlament és a Tanács 2014/94/EU irányelvnek megfelelő és az európai átjárhatóságot kielégítő infrastrukturális és szabályozási környezet, utóbbira tekintettel külön is szükséges annak felmérése, hogy a témakört miként szabályozzák Európa- és világszerte.

Figyelemmel arra, hogy Európai Tengerészeti Biztonsági Hivatal (EMSA) a témakör vizsgálatát rendkívül mélyen és átfogóan elvégezte, indokolt annak tartalmát a hazai iparági gyakorlat és szabályozási környezet kialakításakor is figyelembe venni.

A fejezet EMSA 2018. január 31. napján kelt iránymutatásának magyar viszonylatban leginkább releváns megállításait, iránymutatásait ismerteti, felhívva a figyelmet arra, hogy az ágazat haza továbbfejlesztéséhez nélkülözhetetlen olyan, megfelelő műszaki szakismeret alapján megválaszolható kérdések felülvizsgálata is, melyre jelen tanulmány nem vállalkozhatott.

II. A PROJEKT MEGVALÓSÍTÁSÁHOZ KAPCSOLÓDÓ JOGSZABÁLYI KÖRNYEZET ELEMZÉSE

EURÓPAI UNIÓS RENDELKEZÉSEK

I. „Tiszta energia minden európainak”

II.1 BEVEZETÉS

A „Tiszta energia minden európainak” bizottsági javaslatokkal azt szeretnék alátámasztani, hogy a tiszta energiaforrások használatára való átállás a jövőbeni növekedés fontosabb színtere, az okos befektetése helye. 2015-ben a tiszta energiákban világszerte több mint 300 milliárd eurót ruháztak be. Az Eu ideális helyzetben van ahhoz, hogy kutatási fejlesztése és innovációs szakpolitikai segítségével ipari lehetőségként aknázza ki ezt az átállást. Ha 2021-től kezdve évente akár 177 milliárd euró köz- és magánberuházást sikerül mozgósítani, ez a csomag a GDP 1%-os növekedését eredményezné egy évtizedem át, és 900 000 új munkahelyet hozna létre.

A „tiszta energia minden európainak” jogalkotási javaslatcsomag az energiahatékonyság, a megújuló energiák, a villamosenergia-piac kialakítása, a villamosenergia-ellátás biztonsága és az energiaunió kormányzása kérdéseivel foglalkozik. Emellett a Bizottság új irányt határoz meg a környezetbarát tervezésben, valamint stratégiát javasol az összekapcsolt és automatizált mobilitás számára.

A csomag egyes elemei a tiszta energiaforrásokkal kapcsolatos innováció felgyorsításával és az európai épületek felújításával foglalkoznak. Tartalmaz a köz- és magánberuházások mozgósítására, az uniós ipar versenyképesebbé tételére, illetve a tiszta energiákra való átállás társadalmi hatásainak mérséklésére hivatott intézkedéseket is. Keressük a lehetőségeket arra, hogy ez Eu minként erősítheti meg vezető pozícióját a tiszta energiákat alkalmazó technológiák terén, és segíthet a harmadik országoknak szakpolitikai céljaik elérésében.

II.1.1 A szabályozás új irányai

A jogalkotási javaslatok az energiahatékonyságra, a megújuló energiaforrások hasznosítására, a villamosenergia-piac szervezésére, az ellátásbiztonságára és az energiaunió irányításának szabályaira terjednek ki.

A kezdeményezéscsomag három alapvető célt szolgál:

1. energiahatékonyság előtérbe állítása
2. globális vezető szerep kivívása a megújuló energiaforrások területén
3. méltányosság biztosítása a fogyasztók számára

A háttérintézkedések között a tiszta energiára irányuló innováció felgyorsítására és az európai épületek felújítására vonatkozó kezdeményezés szerepel, valamint azok az intézkedések, amelyek ösztönzik a köz- és a magánszektor beruházásait, és biztosítják a rendelkezésre álló EU-költségvetés maximális hatásosságát; a versenyképesség növelése érdekében előmozdítják az ipar irányításával magvalósuló kezdeményezéseket; enyhítik a tiszta energiára való áttérés társadalmi hatásait; biztosítják különböző szereplők részvételét; köztük egyfelől a tagállami hatóságokét és területi és települési önkormányzatokét, másfelől a vállalkozásokét, a szociális partnerekét és a befektetőket, továbbá maximalizálják Európa vezető szerepét a tiszta energiához kapcsolódó technológiák és szolgáltatások területén annak érdekében, hogy ezáltal, a harmadik országok segítséget kapjanak szakpolitikai céljaik eléréséhez.

A kezdeményezéscsomag abba a tágabb folyamatba illeszkedik, amelynek keretében az EU vezető szerepet vállal az intelligensebb és tisztább energia mindenki számára való biztosításban, és ezáltal elősegíti a Párizsi Megállapodás végrehajtását, megalapozza a gazdasági növekedést, ösztönzi a beruházásokat és technológiai vezető szerep kivívását, új munkahelyteremtési lehetőségeket teremt, és fokozza a polgárok jólétét.

Ahhoz, hogy az EU teljesíteni tudja a 2030-as éghajlat-és energiapolitikai céljait, a 2020-tól 2030-ig terjedő időszakban évi mintegy 379 milliárd EUR összegű beruházásra van szükség főként az

energiahatékonyság, a megújuló energiaforrások hasznosítása és infrastruktúra területén. Az EU vállalkozásainak élen kell járniuk ebben a beruházási folyamatban.

Ebből a szempontból sok múlik azon, hogy az EU-ban működő vállalkozások mennyire képesek az innovációra. Annak köszönhetően, hogy a köz- és a magánszektor együttesen évente 27 milliárd EUR-t fordít az energiaunióval összefüggő területeken kutatásra, technológia fejlesztésre és innovációra, az EU kedvező helyzetben van ahhoz, hogy ebből az átmenetből konkrét ipari és gazdasági lehetőséget kovácsoljon.

A Bizottság által ma előterjesztett kezdeményezéseknek köszönhetően az ipari termelés az építőiparban 5%-kal, a gépiparban 3,8%-kal, a vas és acéliparban 3,5%-kal nőhet, ami az építőiparban 700 000, a gépiparban 230 000, a vas- és acéliparban pedig 27 000 új munkahelyet jelent.

Az EU megállapodott energiapolitikai keretrendszerének átfogó frissítésében annak érdekében, hogy megkönnyítse a fosszilis tüzelőanyagoktól a tisztább energia felé történő áttérést, és teljesítse az EU párizsi megállapodásában vállalt kötelezettségeket az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésére. Az új energiaszabályzat jelentős lépést jelent a 2015-ben elfogadott energiaunió-stratégia végrehajtása felé.

A Tanács és az Európai Parlament által 2018-ban és 2019 elején létrejött politikai megállapodást követően, amely lehetővé teszi az összes új szabály 2019. közepére hatályba lépését, az EU-országoknak 1-2 évük van az új irányelvek átültetésére a nemzeti jogba. A változások jelentős haszonnal járnak a fogyasztói, a környezetvédelmi és a gazdasági szempontból. Hangsúlyozza az EU vezető szerepét a globális felmelegedés leküzdésében, és jelentős hozzájárulást jelent az EU hosszú távú stratégiájához, melynek célja a szén-semlegesség 2050-ig történő elérése.

II. Az Európai Parlament és a Tanács 2014/94/EU irányelvének az alternatív üzemanyagok infrastruktúrájának kiépítésére vonatkozó rendelkezései, különös tekintettel a vízi közlekedésre

1. Az irányelv célja

- Az irányelv létrehozza az alternatív üzemanyagok uniós infrastruktúrájának (azaz az elektromos gépjárművek töltőállomása vagy földgázüzemanyag-töltő állomás) a különböző uniós országokban való kiépítésére vonatkozó egységes szabályokat.
- Megállapítja az ezen infrastruktúra kiépítésére vonatkozó minimumkövetelményeket, amelyeket valamennyi uniós ország nemzeti politikai keretének részeként végre kell hajtani.

2. Az irányelv fő rendelkezései

Az uniós országoknak ki kell alakítaniuk egy, az alternatív közlekedési üzemanyagok és az azok támogatására szolgáló infrastruktúrapiacának fejlesztésére irányuló nemzeti politikát. Az uniós országok e szakpolitikák kidolgozásakor:

- értékelést készítenek a piac jelenlegi helyzetéről és a jövőbeni fejlődésre vonatkozó kilátásokról;
- nemzeti célokat tűznek ki az infrastruktúra kiépítésére vonatkozóan, és meghatározzák e célkitűzések eléréséhez szükséges intézkedéseket;
- hálózatokat jelölnek ki az infrastruktúrához.

3. Főbb határidők

Az uniós országoknak a következőket kell – a következő időpontokig – biztosítani:

- 2020 – elegendő számú töltőállomás annak lehetővé tétele érdekében, hogy az elektromos gépjárművek a meghatározott hálózaton belül, sűrűn lakott területen közlekedhessenek.
- 2025 (vége) – elegendő számú hidrogén-töltőállomás (azon országok tekintetében, amelyek úgy döntenek, hogy nemzeti szakpolitikai keretükben hidrogén-töltőállomásokról is rendelkeznek).

- 2025 (vége) – elegendő számú cseppfolyósított földgáz (LNG) -töltőállomás a tengeri kikötőkben az LNG-vel működő hajók ellátásához.

4. Jelentéstétel

Az uniós országok nemzeti keretük végrehajtásáról kötelesek értékelési jelentést benyújtani az Európai Bizottság számára 2019 -ig, majd ezt követően háromévenként.

- Dekarbonizáció a közlekedésben (kőolajfüggőség csökkentése és hatásainak minimalizálása)
- Alternatív üzemanyagok infrastruktúrájára irányuló támogatás összhangja a piaci versennyel és az állami támogatásokra vonatkozó szabályokkal

Nemzeti szabályozás feladatai, céljai:

- 2020: a városi, elővárosi területen megfelelő számú töltőállomás jöjjön létre
- 2025: TEN-T utak átjárhatóságának biztosítása
- Eseti töltés biztosítása „szerződéskötés nélkül”, technológiától függetlenül
- A töltések ára könnyen összehasonlítható és átlátható legyen
- Intelligens mérési rendszerek alkalmazása a nyilvános állomásokon

Az energiaforrások a közlekedés energiaellátásában magukban foglalnak minden olyan alternatív forrást, például a villamos energiát és a hidrogént, amelynek kibocsátása nem égés vagy nem égési redoxireakció révén történik.

Az érdekeltekkel és a nemzeti szakértőkkel folytatott konzultációk, valamint a Bizottság „Tiszta energiák a közlekedésben: az alternatív üzemanyagok európai stratégiája” című, 2013. január 24-i közleményében tükrözött szakmai ismeretek alapján a villamos energia, a hidrogén, a bioüzemanyagok, a földgáz és a cseppfolyósított propán-bután gáz (LPG) bizonyultak a jelenleg a kőolaj helyettesítésére hosszú távon alkalmas fő alternatív üzemanyagoknak, többek között annak fényében is, hogy lehetséges például a vegyes üzemű technológiai rendszerek alkalmazása révén történő egyidejű és együttes használatuk.

Az energiaforrások a közlekedés energiaellátásában magukban foglalnak minden olyan alternatív forrást, például a villamos energiát és a hidrogént, amelynek kibocsátása nem égés vagy nem égési redoxireakció révén történik.

A dízelolajat, benzint és kerozint helyettesítő szintetikus üzemanyagokat különböző forrásokból elő lehet állítani, például biomassza, földgáz, szén vagy műanyag hulladék folyékony üzemanyaggá, metánná és dimetil-éterre történő átalakítása révén. A szintetikus paraffinos dízel üzemanyagok – például a hidrogénezett növényi olajok és a Fischer-Tropsch eljárással előállított dízelolaj – helyettesíthetők egymással és magas keverési arányban keverhetők fosszilis dízel üzemanyagokhoz, illetve önmagukban is használhatók minden létező vagy jövőbeli, dízel üzemanyaggal hajtott gépjárműben. Lehetséges ezért ezeknek az üzemanyagoknak a meglévő infrastruktúrával történő elosztása, tárolása és használata. A benzint helyettesítő szintetikus üzemanyagok – például a metanol és más alkoholok – keverhetők benzinnel, és kisebb módosításokat követően műszaki szempontból alkalmazhatók napjaink járműtechnológiájával. A metanol a belvízi hajózás és a rövid távú tengeri fuvarozás keretében is használható. A szintetikus és paraffinos üzemanyagokkal csökkenthető a közlekedés energiaellátásában a kőolajforrások használata.

A transzeurópai közlekedési hálózatra vonatkozó (TEN-T) iránymutatásokban megállapítást nyert, hogy az alternatív üzemanyagok – legalábbis részben – kiváltják a fosszilis üzemanyagokat a közlekedés energiaellátásában, hozzájárulnak annak dekarbonizációjához, és javítják a közlekedési ágazat környezeti teljesítményét. A TEN-T iránymutatások az új technológiák és az innováció tekintetében előírják, hogy a hálózatnak lehetővé kell tennie minden közlekedési mód dekarbonizációját, mégpedig az energiahatékonyságnak, valamint az alternatív meghajtórendszerek bevezetésének és a kapcsolódó infrastruktúra biztosításának az ösztönzése révén. A TEN-T iránymutatások előírják továbbá, hogy az 1315/2013/EU európai parlamenti és tanácsi rendelettel létrehozott törzshálózat (a továbbiakban: TEN-T törzshálózat) belvízi és tengeri kikötőiben, repülőterein és közútjain biztosítani kell az alternatív üzemanyagok rendelkezésre állását. Az Európai Hálózatfinanszírozási Eszköz keretében a TEN-T finanszírozási eszköz révén támogatható ezen új technológiáknak és innovatív megoldásoknak a TEN-T törzshálózatban való alkalmazása, az alternatív tiszta üzemanyagok infrastruktúráját is beleértve. Ezenkívül az eszköz keretében pénzügyi támogatásban részesíthető az alternatív tiszta üzemanyagok infrastruktúrájának kiépítése is a tágabb általános hálózatban, mégpedig közbeszerzés és olyan pénzügyi eszközök formájában, mint a projektkötvények.

A tagállamoknak biztosítaniuk kell a gépjárművek villamos energiával történő ellátását szolgáló, nyilvánosan hozzáférhető infrastruktúra kiépítését. Annak érdekében, hogy nemzeti szakpolitikai keretükben megfelelő számú nyilvános elektromos töltőállomást irányozzanak elő, a tagállamok számára lehetővé kell tenni, hogy figyelembe vehessék a területükön már meglévő nyilvános elektromos töltőállomások számát és azok jellemzőit, valamint eldönthessék, hogy normál vagy nagy teljesítményű töltőállomások kiépítésére összpontosítanak-e.

Nyilvános elektromos és egyéb töltőállomások lehetnek például magántulajdonban lévő, de regisztrációs kártyák vagy díjfizetés révén nyilvánosan hozzáférhető elektromos, illetve egyéb töltőállomások, közös autóhasználati rendszerek harmadik felek előtt bérlet révén nyitva álló elektromos vagy egyéb töltőállomások, valamint nyilvános parkolóknál elhelyezett elektromos vagy egyéb töltőállomások. Az olyan elektromos vagy egyéb töltőállomásokat, amelyek magánfelhasználók fizikai hozzáférését engedély vagy bérlet révén teszik lehetővé, nyilvános elektromos töltőállomásoknak, illetve nyilvános egyéb töltőállomásoknak kell tekinteni.

Magyarország az első két évben sikeresen pályázta meg a számára elkülönített kohéziós kereteit, ugyanis az elérhető összeg 99,2 százalékát, mintegy 1070 millió eurót szerződött le. A jellemzően nagy vasúti és közúti fejlesztések mellett légiforgalmi és hajózást segítő projektek is szép eredménnyel járulnak hozzá hazánk fejlődéséhez, versenyképességének emeléséhez. A három nyertes innovatív projektet a Magyar Gázüzemű Közlekedés Klaszter Egyesület nyújtotta be. Eredményként hat töltőállomás jön létre közúti CNG- és LNG-járművek számára, egy LNG-töltőpont a dunai hajózást támogatandó, és lehetőség nyílt egy új, magyar innovatív terméken alapuló szolgáltatási modell, a Clean Fuel Box alapján 39 CNG-töltőpontot létrehozni.

5. Az irányelv rendelkezései, külön tekintettel a hajózásra vonatkozó szabályok

A part menti villamosenergia-létesítmények a tengeri és belvízi közlekedés tiszta energiával történő ellátását szolgálhatják, különösen a rossz levegőminőség és magas zajszint jellemezte tengeri és belvízi kikötők esetében. A part menti villamosenergia-ellátás hozzájárulhat a tengerjáró és a belvízi hajók okozta környezeti hatások csökkentéséhez

A földgáz-feldolgozás és a kőolajfinomítás során nyert LPG vagy autógáz olyan alternatív üzemanyag, amelynek felhasználása a hagyományos üzemanyagoknál alacsonyabb szén-dioxid-kibocsátással, illetve

lényegesen kevesebb szennyezőanyag-kibocsátással jár. A bio-LPG különböző biomassza-források származékos terméke, amely közép-, illetve hosszú távon várhatóan életképes technológiává válik. Az LPG a közúti közlekedésben (személygépkocsik és tehergépjárművek esetében egyaránt) bármilyen távolságon használható. Használható a belvízi hajózás és a rövid távú tengeri fuvarozás keretében is. Az LPG-infrastruktúra viszonylag jól fejlett; már jelenleg is jelentős számú (hőzavetőlegesen 29 000) töltőállomás található szerte az Unióban. E töltőállomások eloszlása ugyanakkor egyenetlen, mivel bizonyos országokban kevésbé elterjedtek.

Az LNG kedvező alternatív üzemanyag a hajók számára; használatával teljesíthető a 2012/33/EU európai parlamenti és tanácsi irányelvben (12) előírt, a tengeri üzemanyagok kéntartalmának csökkentésére vonatkozó, az SOx-kibocsátás-ellenőrzési területeken érvényes követelmény, amely a rövid távú európai tengeri szállításban részt vevő hajók felét érinti. A tengeri, illetve belvízi kikötőkben elhelyezett LNG-töltőállomások törzshálózatának legkésőbb 2025, illetve 2030 végéig el kell készülnie. Az LNG-töltőállomások közé tartoznak többek között az LNG-terminálok, -tartályok, hordozható tárolók, tartályhajók és -uszályok. A törzshálózat kezdeti előtérbe helyezése nem zárhatja ki annak lehetőségét, hogy hosszabb távon az LNG a törzshálózaton kívüli kikötőkben is rendelkezésre álljon, különös tekintettel a szállítási műveletekben részt nem vevő hajók szempontjából jelentős kikötőkre. A kikötők LNG-töltőállomásainak helyszínéről hozott döntésnek a környezeti előnyök vizsgálatára is kiterjedő költség-haszon elemzésen kell alapulnia. A döntéshozatal során figyelembe kell venni a biztonsági vonatkozású, alkalmazandó rendelkezéseket is. Az ezen irányelv szerinti LNG-infrastruktúra bevezetése nem hátráltathatja más, esetleges jövőbeli, energiahatékony alternatív üzemanyagok fejlesztését

A Bizottságnak és a tagállamoknak törekedniük kell a Genfben 2000. május 26-án megkötött, módosított, a Veszélyes Áruk Nemzetközi Belvízi Szállításáról szóló Európai Megállapodás módosítására annak érdekében, hogy lehetővé váljon az LNG nagy mennyiségben való belvízi szállítása. E módosításokat az Unió területén zajló minden szállítási tevékenységre alkalmazandóvá kell tenni a 2008/68/EK európai parlamenti és tanácsi irányelv (13) III. melléklete III.1. szakaszának kiigazítása révén. A 2006/87/EK európai parlamenti és tanácsi irányelvet (14) szükség szerint módosítani kell, hogy lehetővé váljon az LNG-nek a belvízi hajók meghajtására való hatékony és biztonságos felhasználása. A javasolt módosítások nem ütközhetnek a Veszélyes Áruk Nemzetközi Belvízi Szállításáról szóló Európai Megállapodásnak a 2008/68/EK irányelv III. mellékletének III.1. szakasza értelmében az Unió területén alkalmazandó rendelkezéseivel.

A tagállamoknak gondoskodniuk kell a tárolólétesítményeket és az LNG-töltőállomásokat összekapcsoló megfelelő elosztórendszerrel. A közúti közlekedés esetében a gazdaságilag fenntartható LNG-mobilitás kifejlesztése szempontjából alapvető fontossággal bír az LNG-tartályjárművek feltöltőpontjainak rendelkezésre állása, illetve földrajzi elhelyezkedése.

Az LNG – és a cseppfolyósított biometán – ezenfelül költséghatékony technológiát kínálhat a nehézgépjárművek számára az 595/2009/EK európai parlamenti és tanácsi rendeletben (15) említett Euro VI szabványok szennyező kibocsátásokra vonatkozó szigorú határértékeinek betartásához.

Az LNG-infrastruktúra kiépítéséhez a TEN-T törzshálózatnak kell alapul szolgálnia, mivel ez lefedi a legfőbb forgalmi áramlatokat, és hálózati előnyöket biztosít. Az LNG-üzemű nehézgépjárművek üzemanyag-ellátását biztosító hálózatuk kiépítése során a tagállamoknak gondoskodniuk kell arról, hogy a nyilvános töltőállomások elhelyezésére legalább a meglévő TEN-T törzshálózat mentén, az LNG-üzemű nehéz gépjárművek minimális hatótávolságának figyelembevételével, egymástól megfelelő távolságra kerüljön sor. Irányadó jelleggel a töltőállomások között átlagosan hozzávetőleg 400 km távolságnak kell lennie. Mind az LNG-, mind a CNG-töltőállomások esetében a kiépítést megfelelően össze kell hangolni a TEN-T törzshálózat megvalósításával. 2025. december 31-ig megfelelő számú nyilvános CNG-töltőállomást kell üzembe helyezni legalább az azon időpontban meglévő TEN-T törzshálózat mentén, majd azt követően a TEN-T törzshálózatnak a forgalom előtt megnyitott további részein is.

A Nemzetközi Tengerészeti Szervezet (IMO) egységes, nemzetközileg elismert biztonsági és környezeti normákat dolgoz ki a tengeri közlekedésre vonatkozóan. A tengeri közlekedés globális jellegére való tekintettel kerülni kell a nemzetközi normákkal való ütközést. Az Uniónak ezért biztosítania kell, hogy az ezen irányelv alapján elfogadott, a tengeri közlekedésre vonatkozó műszaki előírások összhangban legyenek az IMO által elfogadott nemzetközi szabályokkal.

Az elektromos és egyéb töltőállomások kölcsönös átjárhatóságát biztosító műszaki előírásokat európai vagy nemzetközi szabványokban kell meghatározni. Az európai szabványügyi szervezeteknek ezen európai szabványokat az 1025/2012/EU európai parlamenti és tanácsi rendelet 10. cikkével összhangban kell elfogadniuk, és e szabványoknak a hatályos nemzetközi szabványokon vagy adott esetben a folyamatban lévő nemzetközi szabványosítási munkán kell alapulniuk. Az elfogadásra váró szabványok esetében a munkának a következő, kidolgozás alatt álló szabványokon kell alapulnia: „az LNG hajók üzemanyagaként való biztosítására szolgáló rendszerekre és létesítményekre vonatkozó iránymutatások” (ISO/DTS 18683), „Földgáz-töltőállomások – LNG-töltőállomások járművek számára” (ISO/DIS 16924) és

„Földgáz-töltőállomások – CNG-töltőállomások járművek számára” (ISO/DIS 16923). A Bizottságot fel kell hatalmazni arra, hogy az európai vagy nemzetközi szabványokban megadott műszaki előírásokra utaló hivatkozásokat felhatalmazáson alapuló jogi aktusok útján aktualizálja.

A Bizottság a tengeri közlekedés fenntarthatóságának területére vonatkozó uniós tevékenységek végrehajtásával kapcsolatos munkájának támogatására európai fenntartható hajózási fórum (a továbbiakban: ESSF) elnevezéssel létrehozott egy szakértői csoportot. Az ESSF-en belül megalakult egy tengeri LNG-vel foglalkozó alcsoport, amely arra kapott megbízatást, hogy az ESSF számára javaslatokat tegyen a hajók üzemanyagaként alkalmazott tengeri LNG-re vonatkozó, a hajók LNG-vel való feltöltésének műszaki, üzemi, biztonsági, védelmi, képzési és környezeti aspektusaival kapcsolatos szabványok, illetve szabályok kidolgozására vonatkozóan. Létrejött továbbá egy, a belvízi hajózás területére vonatkozó műszaki szabványok létrehozásával foglalkozó európai bizottság is (a továbbiakban: CESTE). Különösen fontos, hogy a Bizottság a hajók LNG-vel való feltöltésére vonatkozó – így többek között annak biztonsági vonatkozásait szabályozó – követelményekről szóló, felhatalmazáson alapuló jogi aktusok elfogadása előtt a szokásos gyakorlatot követve konzultációkat folytasson szakértőkkel, az ESSF-et és a CESTE-t is beleértve.

A Rajnai Hajózási Központi Bizottság (CCNR) a belvízi hajózás összes kérdésével foglalkozó nemzetközi szervezet. A Duna Bizottság egy olyan kormányközi alapon működő nemzetközi szervezet, amely a Duna szabad hajózhatóságát hivatott biztosítani és fejleszteni. Különösen fontos, hogy a Bizottság a belvízi hajózásra vonatkozó, felhatalmazáson alapuló jogi aktusok elfogadása előtt a szokásos gyakorlatot követve konzultációkat folytasson szakértőkkel, a CCNR-t és a Duna Bizottságot is beleértve.

A TEN-T törzshálózaton kívüli kikötőkben 2015 végén 15 db áramvételezési pont volt. Baján jelenleg nincs lehetőség villamos energiát vételezni és nincs is tervben a villamos energia vételezési lehetőség kiépítése. Dunaújvárosban jelenleg 12 db áramvételezési pont van, mely lefedi az igényeket, így nem tervezik a bővítést. Győr-Gönyű esetében a jelenlegi 3 hajóállomáson meglévő áramvételezési pontot további 4-el kívánják bővíteni.

III. A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának (Brüsszel, 2017.11.08.)

Az alternatív üzemanyagok lehető legszélesebb körű elterjedése felé – Cselekvési terv a 2014/94/EU irányelv 10. cikkének (6) bekezdése szerint az alternatív üzemanyagok infrastruktúrájára vonatkozóan, valamint a nemzeti szakpolitikai kereteknek a 2014/94/E irányelv 10. cikkének (2) bekezdése szerinti értékelése

Mivel a közúti járművek körülbelül 95 %-a hagyományos üzemű, ideértve a megújuló bioüzemanyagok keverékeit, az alternatív energiákat használó járművek és hajók száma az EU-ban túlságosan alacsony. Ezek használatát továbbra is piaci akadályokat előidéző, állandó problémák gátolják. E problémák többek között a járművek és hajók elektromos, illetve egyéb üzemanyaggal való töltéséhez szükséges infrastruktúra hiánya, az intelligens energiahálózat elégtelen fejlesztése és az infrastruktúra egyszerű használatában a fogyasztók által tapasztalt nehézségek. Ahhoz, hogy az EU sikeresen álljon át az alacsony kibocsátású és a kibocsátásmentes mobilitásra, integrált megközelítésre van szükség. Ehhez közös szakpolitikai keretet kell kialakítani az uniós, nemzeti, regionális és helyi szinteken üzemelő járművek, infrastruktúrák, villamosenergia-hálózatok, gazdasági ösztönzők és digitális szolgáltatások számára. Ez a cselekvési terv olyan intézkedéseket mutat be, amelyek kiegészítik az alternatív üzemanyagok infrastruktúrájának kiépítéséről szóló 2014/94/EU irányelv szerinti nemzeti szakpolitikai kereteket és elősegítik azok jobb végrehajtását, hogy előmozdítsák egy interoperábilis uniós infrastruktúra gerincének 2025-re történő kialakítását, különösen a transzeurópai közlekedési hálózat (TEN-T) törzshálózati folyosóin, hogy megkönnyítsék a járművek és hajók határokat átlépő, nagy távolságra történő használatát. Ehhez döntő fontosságú a köz- és magánszektor valamennyi releváns szereplőjének gyors megállapodása a szolgáltatások interoperabilitására alkalmazott közös megközelítésről.

Az alternatív üzemanyagok infrastruktúrájának kiépítése a közelmúltban felgyorsult. Az elmúlt években jelentős előrelépés volt megfigyelhető, amely az uniós finanszírozásnak is köszönhető. Az Alternatív Üzemanyagok Európai Megfigyelőközpontja szerint 2017 szeptemberének végén 118 000 nyilvánosan hozzáférhető töltőállomás állt az elektromos járművek, 3458 töltőállomás a sűrített földgázzal vagy cseppfolyósított földgázzal üzemelő járművek és hajók, továbbá 82 töltőállomás a hidrogénnel üzemelő járművek rendelkezésére. Az EU-nak most két területen kell felgyorsítania az infrastruktúra kiépítését: először is a TEN-T törzs- és átfogó hálózatában. Ennek érdekében a 2017. májusi „Európa mozgásban” című közlemény célként határozta meg, hogy a törzshálózat tekintetében az infrastruktúra gerincét legkésőbb 2025-re ki kell építeni. Másodszer, az infrastruktúrát bővíteni kell a városi és külvárosi területeken, ahol a járműveket a leggyakrabban használják. A Bizottság azt várja, hogy az e két területbe történő beruházások visszahatnak a más területeken történő infrastruktúra-építésekre. A legkisebb

kihívást, úgy tűnik, az infrastruktúra gerincének a TEN-T törzshálózati folyosók mentén történő kialakítása jelenti. A becslések szerint a folyosók felszereléséhez 2025-ig 1,5 milliárd EUR-ra lesz szükség. Hiányosságok különösen az elektromos töltőállomásokat érintően mutatkoznak, de néhány térségben a cseppfolyósított földgázzal (LNG) üzemelő nehézgépjárművek üzemanyagtöltő állomásai tekintetében is megfigyelhetők.

Az olasz nemzeti szakpolitikai keret szerint döntő fontosságú az LNG-infrastruktúra tengeri használatra történő kiépítése. Az ennek kiépítését szolgáló terv, ideértve a TEN-T törzshálózaton található mind a 14 tengeri kikötőben és azon túl kialakított tárolási mennyiségek megtervezését, kiváló példa a jó politikai tervezésre. Több nemzeti szakpolitikai keret megjegyzi, hogy az Európai Hálózatfinanszírozási Eszköznek (CEF) és más uniós forrásoknak jelentős szerepet kell játszaniuk a nehézgépjárművek és hajók LNG-vel való töltése kiépítésének támogatásában.

A Bizottság arra ösztönöz minden tagállamot, hogy működjenek együtt és vegyék igénybe a nemzeti szakpolitikai keretek hatékony végrehajtását szolgáló bizottsági támogatást:

A Bizottság létrehozta a Fenntartható Közlekedési Fórumot (STF), hogy összefogja a tagállamok, a közlekedési ágazat és a civil társadalom képviselőit. A fórumban a 2014/94/EU irányelv végrehajtásával kapcsolatban végzett munka a nemzeti szakpolitikai keretek hatékony végrehajtásának biztosítására törekszik. A Bizottság felkéri a tagállamokat, hogy aktívan vegyék ki részüket e folyamatból. E munka eredményét a környezetbarát közlekedésről és az alternatív üzemanyagok infrastruktúrájáról szóló éves európai konferencián vizsgálják felül.

A Bizottság emellett felkérte a tagállamokat, hogy vegyék figyelembe a következőket:

- A Bizottság arra ösztönzi a tagállamokat, hogy az LNG-üzemű hajók teljes körű közlekedésének lehetővé tétele érdekében határozzanak meg célokat és célkitűzéseket, illetve finomítsanak rajtuk, és fogadjanak el pénzügyi és nem pénzügyi intézkedéseket az LNG-töltőállomások tengeri és belvízi kikötőkben történő biztosítására.
- A Bizottság arra bátorítja a tagállamokat, hogy fokozzák erőfeszítéseiket a part menti villamos energia és az álló repülőgépek által igénybe vett villamosenergiaellátás garantálására, azzal, hogy megszüntetik az ezen alternatív energiaforrások előtti piaci akadályokat és támogatják a kapcsolódó infrastruktúra kiépítését.

A következő kérdésekkel kell foglalkozni:

- Tekintettel az LNG-üzemű hajók alacsony piaci elterjedésére az EU-ban, az üzemeltetők számára előnyös lehet az LNG-üzemű hajók közös beszerzése, lehetőség szerint az LNG-töltőállomásokra kiterjedően. A hatóságok szintén mérlegelhetik SO_x-kibocsátás-ellenőrzési területek meghatározását a 2012/33/EU irányelv értelmében a Nemzetközi Tengerészeti Szervezetnek (IMO) a MARPOL VI. melléklete szerinti eljárását követve.
- A belvízi hajók új motorjai tekintetében új szennyezőanyag-határértékeket kell betartani 2019-től. Döntő fontosságú az LNG-üzemű motorok használatának elfogadása. Ebben segíthet a szükséges LNG-infrastruktúra TEN-T törzshálózati folyosók mentén történő gyors bevezetése. Vizsgálni kell a más közlekedési módokkal kialakítható szinergiákat, köztük a tengeri kikötők vagy a nehézgépjárművek LNG-infrastruktúráit.

Az Európai Hálózatfinanszírozási Eszközből nyújtott vissza nem térítendő támogatás által mobilizált, a közúti közlekedésben használt alternatív üzemanyagokba történő beruházások napjainkra nagyságrendileg meghaladják a 600 millió EUR-t, amelyből csaknem 60 projekt részesül támogatásban³⁶. Az Európai Hálózatfinanszírozási Eszköz emellett közel 150 millió EUR vissza nem térítendő támogatást nyújtott a part menti energiaellátáshoz, az LNG-terminálokhoz és a környezetbarátabb hajók innovatív technológiáihoz.

Az olyan innovatív finanszírozási mechanizmusok, mint a hajózás ökologizálását célzó garanciaprogram kialakítása támogatja az európai hajózási ágazatot a fenntartható technológiákba történő beruházások élénkítésében. E program célja, hogy garanciát biztosítson a környezetkímélő hajózási beruházások számára, 3 milliárd EUR erejéig. Felhasználható például az LNG alkalmazását lehetővé tevő beruházások támogatására. Az EBB a Bizottsággal kötött egyedi megállapodások alapján hajtja végre a programot. Napjainkig két keretmegállapodást írtak alá franciaországi és hollandiai kereskedelmi bankokkal.

VI. Alternatív üzemanyagok jelenlegi helyzetének vizsgálata, különös tekintettel LNG, CNG, LPG

1. Mi is az a CNG és LPG?
 - a) Sűrített földgáz (CNG)

A CNG, sűrített földgáz folyékony halmazállapotú szénhidrogén gázok elegye, melynek alapanyaga a bányászott földgáz, és gépjárművek üzemanyagaként, valamint fűtésre használnak. A sűrített földgáz nemzetközi jelölése a CNG (Compressed Natural Gas). A technológia (hazánkban) az 1980-as években került kidolgozásra, azonban akkor még egy töltéssel 150 kilométert tudtak csak megtenni.

Cseppfolyós gáz (LPG)

Az autógáz halmazállapotát tekintve folyékony szénhidrogének elegye, amely nem összekeverendő a léghalmazállapotú földgázzal. A cseppfolyós gáz, más néven autógáz (angol rövidítése: LPG (Liquefied Petroleum Gas)). Azonban nem a megújuló (nap, szél, biomassza, víz és geotermikus) energiaforrások egyik fajtája, hanem hulladék anyag, olyan melléktermék, amely a bányászott nyers földgáz és a nyersolaj finomítása során keletkezik.

2. A CNG és LPG jellemzői

a) CNG (Compressed Natural Gas)

A sűrített földgáz összetételét tekintve: 90%-a metán (CH_4). Ezen kívül tartalmaz etánt (C_2H_6), propánt (C_3H_8), butánt (C_4H_{10}), szén-dioxidot (CO_2) és nitrogént (N_2). A metán a legegyszerűbb szénhidrogének egyike (képlete CH_4 , azaz egyetlen szénatomhoz négy hidrogén kapcsolódik). Ha tökéletesen égetjük el: egy rész szén-dioxid (CO_2) és két rész víz (H_2O) keletkezik pára formájában, így elmondhatjuk, hogy az egyik leginkább környezetbarát energiahordozó

b) LPG (Liquefied Petroleum Gas)

A cseppfolyós gáz összetételét tekintve: propán, bután, propilén, izobután, bután, izobutilén és ezek elegyei. (Tulajdonságait az MSZ EN 589 szabvány rögzíti hazánkban.) A cseppfolyós motor hajtóanyag - azaz autógáz - közel azonos összetételű a háztartási PB-gázzal. Azonban a háztartási PB-gázhoz képest az autógázban kevesebb szennyeződés lehet, ezen felül kénhidrogént, és vizet nem tartalmazhat. A cseppfolyós gáz 95%-ban propánt (C_3H_8) és butánt (C_4H_{10}) tartalmaz. A fennmaradó 5% nehezebb szénhidrogéneket tartalmaz. A propán és a bután aránya kb. 40%-60%.

Az autógázt általánosságban véve, - a fentiek ellenére - röviden PB-gáznak is nevezik, melyet fűtésre, és a háztartásokban is használnak. A PB-gáz megbízható, könnyen szállítható, széles körben felhasználható, könnyű és gyors telepíthetősége révén ideális alternatívája a vezetékes gázszolgáltatásnak, valamint egyéb kevésbé környezetkímélő energiaforrásoknak. Az alternatív energiahordozók közül az egyik

legtisztábban égő és a legmagasabb fűtőértékkel rendelkező anyag. Alacsony, megközelítőleg már 6 bar nyomáson, és környezeti hőmérsékleten cseppfolyósítható. Az üzemanyag kutak részére a cseppfolyós gázt tartályautókban szállítják, és a töltőállomás tartályaiban tárolják a kimérés helyszínén.

A folyékony gáz nyomása rendkívül függ a hőmérséklettől, így szélsőséges körülmények között 3 és 15 bar között változhat. Nyáron, a napon parkoló autó gáztartályában a megemelkedett hőmérséklet hatására a nyomás gyakran eléri a 16-18 bar-t is, míg a téli időszakokban -5, -10 °C-s hideg környékén a tartálynyomás akár 2 bárra is lecsökkenhet.

Ha a szabadba kerül azonnal párologni, kezd, és erősen lehűti a környezetét, mert párologáskor hőt von el a környezetéből. Térfogata kb. 230-szorosára, növekedik a folyamat közben. Ahol a folyékony gáz összegyűlik a szabadban, a levegő nedvességtartalma kicsapódik, esetenként meg is fagyhat. A kiszökött folyékony gáz hatására köd keletkezik a gázsugár közvetlen környezetében. Ilyenkor a cseppfolyós üzemanyag annyira lehűlhet, hogy a párologása esetleg átmenetileg meg is szűnik. Az emberi szervezetre nézve a közhiedelmekkel ellentétben nem káros, belégzés során mérgezést nem okoz. A belégzését elsősorban a szagosító anyag élettani hatásai miatt kell kerülni. Ha a levegőbe nagy mennyiségű autógáz kerül, oxigénhiányt okoz. Az ilyen levegő belégzése bódulatot és esetleg fulladást okozhat.

3. Üzemanyag

a) CNG mint üzemanyag

Motor-hajtóanyagként használt CNG gáz minőségét tekintve azonos a háztartásban használt földgázéval. A 250 bár nyomásra sűrített gázt a töltőállomásokon nagynyomású kompresszorok segítségével állítják elő és ezt a gázt, tankolják a járművekbe. A töltőállomásokra az országos hálózaton keresztül jut el a földgáz.

Az autógázpalackban a földgáz nyomása nagymértékben függ a hőmérséklet-változásoktól, de ez motorüzemelés szempontjából figyelmen kívül hagyható. A gépjárművekben használatos gáztartályok névleges nyomása általában 200 bar. Alakját tekintve a CNG gáztartály hengeres vagy gömbölyű alakú, azért, hogy a konténer falait mindig egyenletes nyomás terhelje. Anyagát tekintve: a CNG hengereket korábban acélból, alumíniumból, napjainkban pedig könnyű kompozitból ún. szénszállal erősített műanyagból készítik. Az így készült hengerek különösen előnyösek járműveknél, hiszen súlyuk jelentősen kevesebb, azaz sokkal könnyebbek, mint a korábbi generációs alumínium tartályok, ez pedig kevesebb

üzemanyag-felhasználást eredményez. (A CNG tartályok általában az ISO 11439-es szabvány előírásainak felelnek meg.)

A CNG tartályok kétféleképp tölthetők fel:

- alacsony nyomáson (ezt nevezik un. „lassú töltésnek”) vagy
- magas nyomáson (melyet „gyors töltésnek” is neveznek)

a) Az LPG, mint üzemanyag

A gépjármű-tulajdonosok elsősorban egyre alacsonyabb működési költségeket szeretnének elérni. A költségek döntő többségét, mint tudjuk, az üzemanyag ára teszi ki. Az érdeklődés az autógáz felé egyre népszerűbb, amellyel optimális esetben akár 50%-os üzemanyagköltség-megtakarítást is el lehet érni. Az LPG használata Magyarországon (legálisan) a 90-es évek közepétől kezdett igazán elterjedni. Az autógáz használata révén elért megtakarítást a gépjármű-tulajdonosok (főként szállítók, taxik) az egész világon mindenhol élvezhetik. Ezzel azonban nem csak saját maguk pénzügyi helyzetén segítenek, hanem segítenek csökkenteni az üvegházhatást okozó gázok kibocsátását - Az NOX összetevő a kipufogógázban mintegy 20%-a a benzinmotorénak, a szén-dioxid(CO₂) kibocsátás mintegy 15%-kal alacsonyabb - kisebb az elégtelen üzemanyag mennyisége, mint benzinüzemben, valamint nincs ólomkibocsátás és szén-monoxid kibocsátás értéke is közelítőleg nulla.

Az égéstermék alacsonyabb gépjármű katalizátorhőmérséklet mellett is semlegesíthető ez által a gázmeghajtású motoroknál a katalizátor kímélve van.

4. Mi is az a LNG?

A földgázt -161 °C alá hűtve a halmazállapota megváltozik, az összetétele azonban nem módosul. Ez egy színtelen, szagtalan, kémiaailag inaktív folyadék. Jellemző és nagyon előnyös tulajdonsága, hogy hűtés során térfogata 600-ad részére csökken, de ez miért lesz jó bárkinek is? Gondoljunk csak bele: van 600 köbméter normál állapotú földgázunk, amit lehűtünk. A hűlés során összezsugorodik és lesz belőle 1 köbméter. Ez azt jelenti, hogy csak 1 köbméter gázt kell eltárolni folyadék formájában, illetve 1 köbmétert kell szállítani a felhasználás helyére.

A fentebb említett mondat, mely szerint az összetétele nem módosul, csak abban az esetben igaz, ha hűtésen kívül nem kezeljük a gázt. Azonban a cseppfolyósítás előtt a szennyezőanyagokat el kell

távolítani. A folyamat során tisztább anyag jön létre, amelynek égése tisztább lesz és ennek megfelelően kevesebb károsanyag keletkezik.

Ha ilyen jó az LNG miért hallottunk róla ilyen keveset? Bár a fentebb említett tulajdonságai miatt nyilvánvalóan van létjogosultsága az LNG-nek az energiapiacra, nem hallunk sokat róla. Azt hihetnénk, hogy ez egy újkeletű dolog, pedig a cseppfolyósításhoz szükséges technológiát már a XIX. században alkalmazta Michael Faraday Nagy-Britanniában, illetve az első LNG szállítmányra vonatkozó szerződés már 1961-ben megkötött Anglia és Algéria között, azóta pedig csak tovább fejlődött a kiszolgáló technológia. Az LNG használatának lehetősége tehát már több mint 50 éve biztosított. Mi akadályozza mégis?

Mint minden piaci szereplő, úgy az LNG piacképessége is rengeteg gazdasági tényező függvénye. A teljesség igénye nélkül emeljünk ki néhányat:

LNG kereskedelemben általában azok az országok kapcsolódnak be, amelyek tengerparttal rendelkeznek, hiszen a folyékony földgázt hatalmas (280-300m hosszú) tankerhajók szállítják a cseppfolyósító üzemektől egészen a visszagázosító terminálokig. Általában azok az országok az exportőrök, amelyek nagy földgázkészlettel rendelkeznek, de szállítóvezetéseken nem érhető el jelentősebb felvevő és ennek megfelelően kénytelenek más módon eljuttatni a megtermelt gázmennyiséget. Ilyen terület például Katar, amely a világ harmadik legnagyobb gázmezején fekszik. Az ország GDP-jének több mint 50%-át az olaj és a gáz eladásból származó bevételek teszik ki. Kattarral párhuzamosan Nigéria, Omán valamint Trinidad és Tobago is belépett az LNG termelők csoportjába.

A termelők LNG felé való irányultságát a csőhálózat és a fogyasztók energiaigénye mellett az is befolyásolja, hogy milyen messzire kell vinni az adott szállítmányt. A szállítóvezetékes földgázszállítás drága, a súrlódás következtében történő nyomásesést fedezni kell. Ennek megfelelően a földgáz vezetékes szállításának van egy gazdasági határa, amelyet a tervezők nem szoktak átlépni. Ez az optimum szárazföldi szállítás esetén 4000 km, míg tengerbe fektetett csövek esetén 1200 km körüli értékre becsülendő. Fogyasztói szempontból szintén sok a befolyásoló tényező. LNG-t elsősorban olyan fogyasztók használnak, akik nagyon drágán tudnának a vezetékes hálózathoz kapcsolódni, vagy azt drágán tudják használni a csúcsfogyasztásaik miatt. 2015-ben Japán, Dél-Korea és Kína a globális LNG fogyasztás közel 60%-ért felelt.

2016 végére az üzemben lévő LNG termelőkapacitás 420 milliárd köbméter évente, míg Európa éves gázfogyasztása nagyjából 500, Észak-Amerikáé pedig 700 milliárd köbméter. A termelői kapacitás tekintetében még Katar vezet, azonban, ha befejeződnek az ausztrál gigaprojektek, 2019-től már Ausztrália lehet a világ legnagyobb LNG termelője.

II.1.2 Az európai és a magyarországi helyzet összegzése

A Párizsi Klímaegyezményt elfogadó országok vállalták, hogy az 1990-es évhez képest 2030-ra 40%-al csökkentik a szén-dioxid kibocsátásukat. A cseppfolyós földgáz szerepe Európában töretlenül növekszik, mivel a földgáz elégetése során a környezeti kibocsátás igen kedvező a többi fosszilis energiahordozóhoz képest. Szintén az LNG mellett szól az energiaellátás biztonságának kérdése. Jelenleg Oroszország Európa igényének több, mint 30%-át adja. Az egyoldalú függés mindig nagyon kockázatos. Az orosz-ukrán ellentét, illetve a tény, hogy az Európai Unió csupán a készletek 1,3%-val rendelkezik, tovább növeli a bizonytalanságot. Megoldást a földgázportfólió diverzifikációja nyújthat. Elviekben pedig, ha a kereslet változatlansága mellett bővítjük a kínálatot, az árak is csökkennek, hiszen a verseny fokozódik. Az Egyesült Királyság gázimportjának negyede, míg Spanyolország energiafogyasztásának közel a háromnegyede LNG forrású.

A magyar helyzet kicsit bonyolultabb, hiszen az említett országok mind rendelkeznek tengerparttal, így kivitelezhető a visszagázosító üzem létesítése, országunkban azonban nem. Az egyetlen mód tehát, hogy bekapcsolódjunk LNG kereskedelembe, egy európai, tengerparttal rendelkező ország visszagázosító üzemére való rácsatlakozás. Jelenleg szinte a teljes igényt Ukrajnából és Ausztriából érkező (orosz) import földgázzal elégítjük ki. Legnagyobb mértékben a lakóépületek fűtésére fordítódik a vezetékes földgáz. A lakossági földgázárak szempontjából, tehát létfontosságú kérdés, hogy hogyan alakul a piac, van-e lehetőség versenyhelyzet megteremtésére.

A cseppfolyós földgáz, tehát létezik és bizonyos feltételek mellett működik. Előnyben vannak azok az országok, akik nagy készletekkel rendelkeznek és időben, jól reagáltak/reagálnak a piac változásaira és a fogyasztók igényeire. Ugyanis az LNG nemcsak, hogy nagy távolságok esetén olcsóbb, mint a vezetékes gáz, de az ellátásbiztonságot is jelentősen fokozza.

Az LNG, mint üzemanyag használata a szállítmányozásban 2040-ig 142 millió tonnával csökkentheti az üvegházhatású gázok kibocsátását. A Shell legfrissebb tanulmánya szerint a cseppfolyós földgáz (LNG) jelentős lehetőséget rejt magában, hogy tisztábbá és gazdaságosabbá tegye a szállítmányozási üzemanyag-ellátást, és csökkentse a hajók 2040-ig világszerte 6 000 nagyméretű, LNG-meghajtású hajóval, az EU-ban pedig 480 000 LNG-meghajtású teherautóval számolva, a szállítmányozásból adódó üvegházhatást okozó gázok mennyiségét 132 millió tonnával lehetne csökkenteni, illetve – a motorteknológiától függően – 4,5 millió tonnával a nagy teherbírású közúti szállításban. A teherautók esetében a bio-LNG 30%-os bekeverési aránya további 20%-os csökkenést tenne lehetővé. Jelenleg a teljes németországi szállítmányozási szektor hozzávetőlegesen 166 millió tonna üvegházhatású gázt termel.

Nagy lehetőség van az LNG felhasználásában a szállítmányozás területén, különösen a nagy energiaigényük miatt viszonylag magas üzemanyag-felhasználású konténerszállító hajók esetében. Másrészt pedig az utasszállító hajók még inkább úttörő szereppel bírnak. A tengeri hajók üzemanyagaként jelenleg használt nehézőlaj LNG-vel való kiváltása jelentős kibocsátási előnyöket eredményezne.

A Nemzetközi Energia Ügynökség (NEÜ) előrejelzése szerint 2040-ig kétharmadával nő majd a nemzetközi gázkereskedelem, és ennek a növekedésnek a 80%-át az LNG fedi majd le. Míg napjaink gázfogyasztásának az LNG nagyjából 8-9%-át teszi ki, ez az arány 2040-ig körülbelül 14%-ra nő majd.

A tengeri hajók a közlekedésből származó légszennyezés fő forrásai. Továbbá a nemzetközi szállítmányozás hozzávetőleg a világ szén-dioxid-kibocsátásának 3%-át adja. Az LNG jelenleg az egyetlen észszerű és kereskedelmileg érett alternatíva a fosszilis-alapú tengeri üzemanyagok tekintetében. Ennek megfelelően 2040-ig tartó időszakban az LNG-meghajtású hajóflották aránya sokkal gyorsabban bővül majd, mint maga a teljes flotta. A konténerszállító hajók kategóriája a legdinamikusabban növekvő, ezzel szemben az utasszállítók, az óceánjáró luxushajók és a kompok is úttörő szerepet játszanak majd.

A közúti szállítmányozásban az LNG elsősorban a nehéz tehergépjárművek (NTG) számára jelent tisztább és gazdaságosabb alternatívát. Előre vetítve napjaink trendjeit 2040-ig, ezeknek a járműveknek a száma az EU-ban 307 000-rel fog nőni, így 2,76 millió lesz belőlük. 480 000 NTG (17%) rendelkezik majd LNG motorral és helyettesíti a 11,5 milliárd liternyi dízelfogyasztást mással.

Az import forrásból beszerzett LNG-n kívül fontos nemzetgazdasági érdek lehet az LNG üzemanyagot magyarországi forrásból előállítani. A hazai konvencionális mezők erre alkalmasak, és számos olyan projekthelyszín említhető, ami hasznosítani tudná a jelenleg kihasználatlan infrastrukturális elemeket. A hazai források egy másik lehetősége lehet az olyan kisméretű vagy inertes mezők kitermelése és LNG gyártásra való felhasználása, amelyek alternatív hasznosítása nem megoldott, azonban egy mobil és kisméretű LNG cseppfolyósító segítségével földgázpotenciáljuk sikerrel hasznosítható.

A hazai földgázforrásból termelt LNG esetében érdemes megemlíteni a szénkészletek és biomassza elgázosításával nyerhető szintetikus metángázt, ami cseppfolyósítva LNG-vé alakítható. Hazánk lignitvagyonja jelentős. Elméletileg akár hosszú távon is megoldást jelenthet az elgázosításhoz, valamint a Mátrai Erőmű bányáiban már aktív kitermelésben álló – így azonnal hozzáférhető – lignitmező.

II.1.3 Javaslatok a 2014/94/EU Irányelv magyarországi átültetésére vonatkozóan

1. Hatályos szabályozás

Az 2016/94/EU Irányelvet Magyarországon elsődlegesen a közúti közlekedésről szóló 1988. évi I. törvény ültette át. E törvény kiegészült a 45/A – 45 /D §-al, amely elsősorban az irányelv elektromobilitásra vonatkozó részeit ültette át.

Ugyanakkor – bár közúti közlekedésről szól a törvény szabályozási tárgya- mégis tartalmaz rendelkezéseket, az irányelv átültetéséből következően, a „part menti” villamos-energia ellátásról.

„45/B §. 10. nyilvános töltőberendezés: olyan közterületen, közintézmény épülete mellett és közintézmény ügyfélparkolóiban, továbbá közforgalmú üzemanyagtöltő-állomásokon üzemeltetett elektromos töltőberendezés, amely az elektromobilitás felhasználók számára meghatározott azonosítási, használati és fizetési feltételek mellett megkülönböztetéstől mentesen hozzáférhető, valamint az olyan, közforgalom számára nyitott magánterületen vagy nyilvános parkolóban üzemeltetett elektromos töltőberendezés, amely az elektromobilitás felhasználók korlátozott köre számára, ellenérték megfizetése nélkül vagy meghatározott fizetési feltételek mellett hozzáférhető, ideértve a part menti villamosenergia-ellátást, ide nem értve a háztartásokban üzemeltetett elektromos töltőberendezést; 12. part menti

villamosenergia-ellátás: villamos energia part menti, szabványos interfészen keresztül történő biztosítása a kikötőkben horgonyzó hajók részére.”

2. A szabályozás lehetséges irányai

Tekintettel arra, hogy az elektromobilitást hazánkban a közúti közlekedésről szóló 1988. évi I. törvény ültette át - függetlenül attól, hogy célszerű lett volna egy törvényben, egységesen implementálni a szabályozási területet – éppen ezért egy külön törvényben javasoljuk szabályozni az LPG, LNG, CNG, továbbá a hidrogén szabályozásának az átültetését.

A továbbiakban egy lehetséges – indokolással ellátott – törvényjavaslat-tervezetet kívánunk bemutatni, amely alkalmas lehet a terület szabályozására.

3. Alternatív üzemanyag törvényjavaslat

2019. évi törvény

az alternatív üzemanyagok infrastruktúrájáról és működtetéséről

Az Országgyűlés az alternatív üzemanyagok használatának előmozdítása és a vonatkozó infrastruktúra fejlesztése, ellátását szolgáló infrastruktúra kiépítése, valamint az energiahatékonyság, az energiatakarékosság elveinek a fenntartható fejlődés érdekében történő érvényesítése, továbbá a felhasználók védelme és az Európai Unió jogszabályainak való megfelelésének érdekében, az objektív, átlátható és az egyenlő bánásmód követelményének megfelelően a következő törvényt alkotja:

ÁLTALALÁNOS INDOKOLÁS

Az intelligens, fenntartható és inkluzív növekedést célzó Európa 2020 stratégia olyan társadalmi kihívásokra kíván megoldást nyújtani, mint az éghajlatváltozás, az energia és az erőforrások szűkössége, továbbá célja, hogy hatékonyabb erőforrás- és energiafelhasználás révén javítsa a versenyképességet, és megteremtse az energiaellátás biztonságát. E célok összhangban vannak a hazai fenntartható fejlődést

meghatározó, a Nemzeti Fenntartható Fejlődés Tanácsa által kidolgozott Nemzeti Fenntartható Fejlődési Keretstratégiával is.

Ezen túlmenően az „Útiterv az egységes európai közlekedési térség megvalósításához – Úton egy versenyképes és erőforrás-hatékony közlekedési rendszer felé” című EU-s fehér könyv szorgalmazta a közlekedési ágazat kőolajfüggőségének megszüntetését, és célul tűzte ki a közlekedésből származó üvegházhatású gázkibocsátások 60 %-kal történő csökkentését 2050-ig.

A jelen törvény az alternatív üzemanyagokat, a kőolaj helyettesítésére és egyúttal a közlekedésből származó üvegházhatásúgáz-kibocsátás csökkentésének elősegítése céljából igénybe vehető fő alternatív üzemanyagforrásokat határozza meg és átfogó szabályozást tesz lehetővé a főbb alternatív üzemanyagok területén.

A lehetséges alternatív üzemanyagok elsősorban a hidrogén, a földgáz (sűrített földgáz [CNG], cseppfolyósított földgáz [LNG] vagy gázból átalakítandó cseppfolyósított (Gas-To-Liquid [GTL]) formában és a cseppfolyósított propán-bután gáz (LPG).

A törvény alapvetően az alternatív üzemanyagok infrastruktúrájának kiépítéséről szóló 94/2014/EU irányelv (a továbbiakban: „Irányelv”) hazai átültetési kötelezettségének tesz eleget, tekintettel arra, hogy az irányelv 2016. november 18-át jelöli meg végső dátumként, ameddig az egyes EU-s tagállamoknak azon jogszabályokat elfogadják és hatályba is léptessék, amelyek az irányelvnek történő megfelelést szolgálják.

Az alternatív üzemanyagok infrastruktúrájának és a járműinfrastruktúra-interfészre vonatkozó közös műszaki előírásoknak a hiánya jelentős mértékben akadályozza az alternatív üzemanyagok bevezetését és azoknak a fogyasztók által történő elfogadását.

Jelen törvény az alternatív üzemanyagok országos infrastruktúrájának kiépítését és az erre az infrastruktúrára vonatkozó közös szabályokat kívánja biztosítani Magyarország területén, oly módon, hogy biztosítsa a más Európai Unió tagállamok közötti átjárhatóságot, valamint a felhasználók magas szintű fogyasztóvédelmét.

A felhasználók bizalmának elnyeréséhez, továbbá a határokon átnyúló mobilitás biztosításához fejleszteni kell a piacot, és közös szabványok alapján meg kell teremteni a feltöltő-, illetve töltőállomások hálózatának minimális lefedettségét.

I. FEJEZET - BEVEZETŐ RENDELKEZÉSEK

A TÖRVÉNY CÉLJA

1. § E törvény célja

- a) a gazdaság versenyképességének az elősegítése az alternatív üzemanyagok lehető legszélesebb körben történő elterjesztésével a közlekedésben;
- b) a technológiasemlegesség,
- c) az alternatív üzemanyagok piacának átfogó fejlesztése;
- d) a felhasználók szabad hozzáféréseinek, valamint
- e) a felhasználók magasszintű fogyasztóvédelmének a biztosítása.

Részletes indokolás az 1. §-hoz

A törvény az alternatív üzemanyagok infrastruktúrájának bevezetésére irányuló közös keretet hoz létre a közlekedés kőolajfüggőségének megszüntetése érdekében, valamint meghatározza az alternatív üzemanyagok infrastruktúrájának kiépítésére és a közös műszaki előírásokra, többek között az elektromos járművek feltöltőállomásaira, valamint a földgáz- (cseppfolyósított földgáz – LNG és sűrített földgáz – CNG) és hidrogéntöltő állomásokra vonatkozó minimumkövetelményeket.

Egyúttal a törvény garantálja a felhasználók számára szabad hozzáférést, az átjárhatóságot, a technológia semlegességet és a felhasználók számára a magas szintű fogyasztóvédelem.

Az alternatív üzemanyagok infrastruktúráját kellő sűrűségben kell kiépíteni a felhasználási lehetőségekkel kapcsolatos bizonyosság megteremtése és az európai szintű mobilitás biztosítása érdekében. Ez lehetővé teszi az alternatív üzemanyaggal, elsősorban hidrogénnel, sűrített földgázzal (CNG) és cseppfolyósított földgázzal (LNG) hajtott gépjárművek szélesebb körű használatát.

Sürgető szükség van az elektromos járművek és a feltöltőállomások közötti csatlakozókra vonatkozó közös előírásokra, de a hidrogén-, CNG- és LNG-töltőállomások esetében is ez a helyzet.

Továbbá a felhasználók tájékoztatása céljából a piacon kínált üzemanyagok és járművek közötti kompatibilitásról világos és közérthető információkat kell elhelyezni valamennyi töltőállomás kútjainál.

A TÖRVÉNY HATÁLYA

2. § (1) (1) E törvény hatálya a jelen törvényben meghatározott alternatív üzemanyagok - kivéve az elektromobilitás és kapcsolódó szolgáltatások - kiszolgálására, az egyes, a jelen törvényben szabályozott alternatív üzemanyagokra, az ahhoz kapcsolódó létesítési, engedélyezési, üzemeltetési és szolgáltatási tevékenységekre, valamint a kapcsolódó fogyasztóvédelmi és adatkezelési szabályokra terjed ki.

(2) E törvény hatálya kiterjed minden Magyarország területén nyújtott nyilvános és a nem nyilvános töltési szolgáltatásokra is.

A TÖRVÉNY ALKALMAZÁSI KÖRE

3. § (1) E törvény alkalmazási köre kiterjed az alternatív üzemanyagok infrastruktúrájára vonatkozó műszaki követelményekre.

(2) A földgázellátásról szóló 2008. évi XL. törvényt és a környezet védelmének általános szabályairól szóló 1995. évi LIII. törvényt a jelen törvény szabályaival összhangban kell alkalmazni.

Részletes indokolás a 2. és 3. §§-hoz

Az Irányelv kötelezi a tagállamokat, hogy hozzanak létre az alternatív üzemanyagok piacának fejlesztésére és az azokhoz kapcsolódó infrastruktúrára vonatkozó nemzeti szakpolitikai keretet. Rendelkezik továbbá a tagállamok közötti együttműködésről, a Bizottságnak történő jelentéstételre vonatkozó kötelezettségről és az említett nemzeti szakpolitikai keretek ezt követő bizottsági értékeléséről.

A törvény alkalmazási köre kiterjed az alternatív üzemanyagok infrastruktúrájára vonatkozó műszaki követelményekre; a töltőállomások létesítésére, üzemeltetésére és hozzáférhetőségére kapcsolódó engedélyezési eljárásokra.

Kiterjed továbbá a felhasználókra, valamint az e törvény hatálya alá tartozók jogaira és kötelezettségeire, egymás között fennálló jogviszonyára.

A törvény átfogó szabályokat állapít meg az alternatív üzemanyagokara, ezért hatálya kiterjed széles körben az érintett területekre.

A törvény szabályait az e kérdéskörre vonatkozó más törvényekben foglalt eltérésekkel kell alkalmazni.

ÉRTELMEZŐ RENDELKEZÉSEK

4. § E törvény alkalmazásában

1. „*alternatív üzemanyag*”: a közlekedés energiaellátásában a kőolajforrásokat legalább részben helyettesítő üzemanyag vagy energiaforrás, amely hozzájárul a közlekedési ágazat dekarbonizációjához, és javítja annak környezeti teljesítményét. Jelen törvény értelmében alternatív üzemanyag:

- a) a hidrogén;
- b) a gáznemű sűrített földgáz (CNG);
- c) a cseppfolyósított földgáz (LNG); és a

d) a cseppfolyósított propán-bután gáz (LPG).

2. „CNG töltőállomás”: CNG-vel (sűrített földgáz) üzemanyag töltésére szolgáló, rögzített vagy mobil egység.

3. „felhasználó”: az a természetes személy, jogi személy vagy jogi személyiséggel nem rendelkező szervezet, aki alternatív üzemanyag töltési szolgáltatást igénybe vesz.

4. „hidrogén töltőállomás”: hidrogén üzemanyag töltésére szolgáló, rögzített vagy mobil egység.

5. „LNG-töltőállomás”: LNG-vel (cseppfolyósított földgáz) való ellátásra szolgáló, helyhez kötött vagy mobil állomásból, tengeri állomásból vagy egyéb rendszerekből álló töltőlétesítmény.

6. „LPG-töltőállomás”: LPG-vel (cseppfolyósított propán-bután gáz) üzemanyag töltésére szolgáló, rögzített vagy mobil egység.

7. „nem nyilvános elektromos töltőállomás”: alternatív üzemanyag töltésére szolgáló állomás, amely a töltőállomást – mint felhasználási helyet – magában foglaló létesítmény jogszerű használója által meghatározott, zárt felhasználói kör számára biztosít alternatív üzemanyag töltési lehetőséget.

8. „okos mérő”: az energiafogyasztás mérésére alkalmas olyan elektronikus eszköz, amely a hagyományos fogyasztásmérőhöz képest több információt biztosít, és amely az elektronikus kommunikáció valamely formáján keresztül képes adatok továbbítására és fogadására.

II. FEJEZET ALTERNATÍV ÜZEMANYAGOKRA VONATKOZÓ EGYES SZABÁLYOK A KÖZÚTI KÖZLEKEDÉS HIDROGÉNNEL TÖRTÉNŐ ELLÁTÁSA

5. § (1) A hidrogén töltőállomásokon az üzemanyagárak feltüntetésekor tájékoztatási céllal meg kell adni a vonatkozó egységárakkal való összehasonlítást. Ezen információk feltüntetésének módja a felhasználókat nem vezetheti félre, illetve nem tévesztheti meg.

(2) A hidrogén töltőállomásoknak meg kell felelniük a 2014/94/EU irányelv II. melléklet 2. pontjában meghatározott műszaki előírásoknak.

(3) A gépjárművek üzemanyagaként használt gáz-halmazállapotú hidrogén töltésére szolgáló kültéri hidrogén-töltőállomásoknak meg kell felelniük a gáz-halmazállapotú hidrogén töltési előírásaira vonatkozó ISO/TS 20100 szabvány műszaki előírásainak.

(6) A hidrogén-töltőállomásokon töltött hidrogén tisztaságának meg kell felelnie az ISO 14687-2 szabványban foglalt műszaki előírásoknak.

(7) A hidrogén-töltőállomásokon a gáz-halmazállapotú hidrogén töltési előírásaira vonatkozó ISO/TS 20100 szabványnak megfelelő töltési algoritmusokat és berendezéseket kell alkalmazni.

Részletes indokolás a 5. §-hoz

A vonatkozó törvényi szabályozás az Irányelvnek történő megfelelés, az Irányelv 5. cikkének átültetésére szolgál. A fenti, jórészt műszaki szabályozáson túl, jelenleg további átültetési kötelezettség nem áll fenn. Amennyiben az Irányelv alapján az implementációs kötelezettség majd fennáll, akkor ennek megfelelően a törvény vonatkozó paragrafusa kiegészítésre szorul majd.

A KÖZLEKEDÉS GÁZELLÁTÁSA

6. § (1) A CNG-, LPG-, és LNG töltőállomásokon az üzemanyagárak feltüntetésekor tájékoztatási céllal meg kell adni a vonatkozó egységárral való összehasonlítást. Ezen információk feltüntetésének módja a felhasználókat nem vezetheti félre, illetve nem tévesztheti meg.

(2) A CNG töltőállomásoknak meg kell felelniük a 2014/94/EU irányelv II. melléklet 3.4. pontjában foglalt műszaki előírásoknak.

7. § A CNG-csatlakozóknak/érzékelőknek meg kell felelniük az ENSZ-EGB 110. sz. előírásának (amely az ISO 14469 szabvány I. és II. részére hivatkozik).

Részletes indokolás a 6-7. §-hoz

A vonatkozó törvényi szabályozás az Irányelvnek történő megfelelés, az Irányelv 6. cikkének átültetésére szolgál. A fenti, jórészt műszaki szabályozáson túl, jelenleg további átültetési kötelezettség nem áll fenn. Amennyiben az Irányelv alapján az implementációs kötelezettség majd fennáll, akkor ennek megfelelően a törvény vonatkozó paragrafusa kiegészítésre szorul majd.

III. FEJEZET ZÁRÓ RENDELKEZÉSEK

SZAKPOLITIKAI KERET

8. § (1) A nemzeti szakpolitikai keret megállapítása az alternatív üzemanyagok infrastruktúrájának kiépítésére vonatkozóan, valamint a földgáz- (LNG és CNG) és hidrogén-töltőállomásokat is, az üzemanyag-töltőállomásokra vonatkozó közös műszaki előírásokat és a felhasználók tájékoztatására vonatkozó követelményeket az Innovációs és Technológiai Minisztérium feladata.

(2) A nem nyilvános elektromos töltőállomások létesítésének ösztönzésére a Kormány rendeletben támogatásokat állapíthat meg.

9. § 2019. november 18-ig, majd azt követően háromévente a szakpolitikai keret kialakításáért felelős jelentést nyújt be a Bizottságnak a nemzeti szakpolitikai keretük végrehajtásáról. Ezeknek a jelentéseknek ki kell terjedniük:

- a) jogi intézkedések;
- b) nemzeti szakpolitikai keret végrehajtását támogató szakpolitikai intézkedések;
- c) a kiépítés és a gyártás támogatása;
- d) kutatás, technológiafejlesztés és demonstráció;
- e) célok és célkitűzések;
- f) az alternatív üzemanyagok infrastruktúrájának fejlődése.

Részletes indokolás a 8-9. §-hoz

Ahhoz, hogy minden közlekedési mód energiaigényét hosszú távon ki lehessen elégíteni, koordinált megközelítésre van szükség. A szakpolitikáknak mindenképp az alternatív üzemanyagok használatán kell alapulniuk, és azokban az egyes közlekedési módok egyedi szükségleteire kell fektetni a hangsúlyt. A nemzeti szakpolitikai keretek kidolgozása során figyelmet kell fordítani az adott tagállam területén működő különféle közlekedési módok szükségleteire, beleértve azon közlekedési módok szükségleteit is, amelyek esetében a fosszilis üzemanyagok kiváltására kevés alternatíva áll rendelkezésre.

Továbbá az Irányelv alapján 2019. november 18-ig, majd azt követően háromévente minden tagállam jelentést nyújt be a Bizottságnak a nemzeti szakpolitikai keretük végrehajtásáról. A törvényi szabályozás az Irányelv implementációját szolgálja.

IV. FEJEZET FELHATALMAZÓ RENDELKEZÉSEK

10. § (1) Felhatalmazást kap a Kormány, hogy

- a) az alternatív üzemanyag szolgáltatókra, a töltőállomás üzemeltetőkre és az elektromos töltőállomás létesítésére valamint ezek engedélyezésének és működésének részletes szabályait;
- b) a felhasználók tájékoztatására vonatkozó részletes szabályokat; és a
- c) a nem nyilvános töltési szolgáltatások részletes szabályait és feltételeit
- e) a nyilvános töltési szolgáltatás nyújtásával kapcsolatos, a jelen törvényben szabályozottakon túlmenően egyéb díjak mértékét és alkalmazásának feltételeit, valamint a díjak elszámolásának módját, esedékességét, illetve a késedelmes teljesítésre vonatkozó részletszabályokat és jogkövetkezményeket;
- g) az Üzletszabályzat kötelező tartalmi elemeit, a kötelező rendelkezéseket és a felépítésére vonatkozó általános előírásokat és az Üzletszabályzat benyújtásának formai követelményeit;

- i) a nem nyilvános töltési szolgáltatások részletes szabályait és feltételeit;
- j) kijelölik azokat a tengeri és belvízi kikötőket, amelyekben hozzáférést biztosítanak LNG-töltőállomásokhoz.

rendeletben állapítsa meg.

(2) Felhatalmazást kap a Kormány, hogy

az országos településrendezési és építési követelményekről szóló 253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet vonatkozó szabályait módosítsa a jelen törvényben megfogalmazott célok elérésére és a jelen törvényben foglaltakkal történő összhang megteremtése érdekében.

Részletes indokolás a 10. §-hoz

A vonatkozó törvényi szabályozás felhatalmazó rendelkezéseket tartalmaz.

HATÁLYBA LÉPTETŐ RENDELKEZÉSEK

11. § (1) Ez a törvény 2019. [*] -jén lép hatályba.

(2) A 2019. [*]-jét megelőzően létesített nyilvános töltőállomásokra e törvénynek a rendelkezéseit [*]-tól kell alkalmazni.

(3) A 2016. [*]-jét megelőzően létesített nyilvános töltőállomásokra a 18. § -ban foglalt rendelkezéseket [*] -tól kell alkalmazni.

Részletes indokolás a 11. §-hoz

A vonatkozó törvényi szabályozás hatályba léptető rendelkezéseket tartalmaz, az Irányelvben előírt határidők betartásával.

Az Európai Unió jogának való megfelelés

12. § Ez a törvény az Európai Parlament és a Tanács 2014/94/EU irányelve (2014. október 22.) az alternatív üzemanyagok infrastruktúrájának kiépítéséről való megfelelést szolgálja.

Részletes indokolás a 12. §-hoz

A vonatkozó törvényi szabályozás az Európai Unió jogának, így különösen az Európai Parlament és a Tanács 2014/94/EU irányelve (2014. október 22.) az alternatív üzemanyagok infrastruktúrájának kiépítéséről való megfelelést szolgálja.

II.2 EURÓPAI KITEKINTÉS A KIKÖTŐI LNG ÜZEMANYAG-ELLÁTÁSÁRA VONATKOZÓAN

II.2.1 LNG üzemanyag-ellátás európai fejlesztése

Az Európai Parlament és a Tanács (EU) a kikötői szolgáltatások nyújtását és a kikötők pénzügyi átláthatóságára vonatkozó közös szabályokat biztosító keretrendszer létrehozásáról szóló 2017/352 Rendelete (2017. február 15.) fogalmi használata szerint a „tüzelőanyag-ellátás”: a vízi jármű meghajtására, illetve a kikötőben rögzített vízi jármű fedélzeti – általános vagy különleges – energiaellátására használt szilárd, folyékony vagy gáznemű tüzelőanyag vagy bármely más energiaforrás szolgáltatása.

Ezen meghatározás a már hivatkozott 2014/94/EU irányelvre figyelemmel az LNG, mint tüzelő-/üzemanyagra is megfelelően alkalmazható. Ennek felmerése, valamint az LNG-üzemanyag termelésének és elérhetőségének várható növekedése okán számos ipari szereplő, hajógyár, kikötő versenyelőny reményében az LNG kikötői üzemanyagellátás funkcionális és a műszaki követelményeinek fejlesztésében fogott.

II.2.2 EMSA iránymutatás a LNG üzemanyag-ellátás területén

Habár a kikötői hatóságok alapvető szerepet játszottak az LNG-üzemanyag kínálat kikötői fejlesztésében, mégis olyan helyzet állt elő, melyben a 2014/94/EU irányelv keretrendszere ugyan ismert, de az egyes szereplők, hatóságok, szakpolitikák eltérő ütemben állnak a fejlesztési folyamatban, illetve a szükséges ismeretek, gyakorlati tapasztalatok terén is.

A 2014/94/EU irányelv egységes alkalmazhatóságának elősegítése, valamint a már elért eredmények megosztásával elérhet koherens felkészülés érdekében az ipari szereplők, hatóságok, adminisztrációk, valamint az ESSF széleskörű bevonásával az Európai Tengerészeti Biztonsági Hivatal (EMSA) 2018. január 31. napján iránymutatást bocsájtott ki a nemzeti kikötői hatóságok, közigazgatási szervek részére (EMSA Guidance on LNG Bunkering to Port Authorities/Administrations).

Az EMSA iránymutatása egységes keretbe foglalja az LNG-üzemanyagellátás és a kisüzemi LNG-tárolás gyakorlati tapasztalatait a következő nyolc területen:

- Jogsabályi háttér

Ebben a körben tárgyalja: LNG szempontjából releváns magas szintű szabályozási eszközöket az Európai Unióban és nemzetközi szintet; a szabványok kérdéskörét; egyes irányelveket; az iparág jó gyakorlatát; és egyes kikötői szabályzatokat

- Hajózási műveletek

Ebben a körben tárgyalja: a kontroll zónák kérdését; a biztonsági távolság jóváhagyást; az egyidejű műveleteket (SIMOPS); a tüzelőanyagot felvevő hajó kikötését a töltőállomáshoz; ellenőrző listákat; működési borítékokat (időjárás viszonyok, tengeri állapot, szélesebbesség és láthatóság); a kikötői hatóságok általános eljárásait

- Engedélyezés

Ebben a körben tárgyalja: Területi tervezés; töltőállomások helyének jóváhagyása; az egyszerűsített engedélyezés meghatározása; általános felelősség kérdéskörét a kikötői LNG üzemanyag-ellátás irányítása és végzése körében;

- Kockázat és biztonság

Ebben a körben tárgyalja: LNG üzemanyag-ellátás kockázatértékelését; elfogadható kockázati kritériumok meghatározását; a kockázatértékelési jelentéseket; kockázatok értékelésének legjobb gyakorlata;értékelő jelentést

- Vészhelyzet

Ebben a körben tárgyalja: A biztonsági és a vészhelyzeti reagálási tervek jóváhagyását; a vészhelyzetre való felkészülési és reagálási tervek feltételeit; Tengerparti vészhelyzeti reagáló rendszereket; a sürgősségi eljárásokat a LNG töltőállomás típusonként; az LNG-veszélyekre vonatkozó ismert bevált gyakorlatot.

- Minőség management

Ebben a körben tárgyalja: Az LNG töltőállomások minősége szempontjából releváns egyes biztonsági elemeket; LNG töltőállomások minőségellenőrzési folyamatait a kikötői hatóságok, közigazgatási szervek szempontjából; ellenőrző listákat fejlesztését magába foglalva a kikötői hatóságok, közigazgatási szervek szempontjából releváns indikátorokat; incidensjelentési folyamatot; üzembehelyezési eljárások és a legjobb iparági gyakorlat.

- Tanúsítás

Ebben a körben tárgyalja: A töltőállomás operátor akkreditációját; felelős vezető beosztású személyek képesítését; az akkreditációs rendszer alkalmazhatósága az LNG üzemanyag-üzemeltetők számára az illetékességük alatt álló kikötőkben; az LNG tartályhajók és a nem IGC tartályhajók tanúsítását

- Kiképzés

Ebben a körben tárgyalja: Az üzemanyag-töltés több képzési elemű képzési mátrixát; az LNG üzemanyag ellátáshoz szükséges kompetenciákat, képesítéseket és képzést; felelős vezető beosztású személyek képesítését; a képzés tanúsítását.

Jóllehet az EMSA iránymutatása a tagállami szakpolitikára kötelező erővel nem bír, mégis javasolt annak kiemelt figyelembevételével az LCNG üzemanyagok – és a LH2 – bevezetésének magyar szabályozása során a vizsgált tárgykérdések analóg jellege, a 2014/94/EU irányelv egységes alkalmazásának biztosítása, a TEN-T utak átjárhatóságának biztosítása, valamint a Triesztbe tervezett magyar kikötőfejlesztése okán is. A hazai szabályozás összeállítása, illetve a vizsgált terület szabályozási hiányainak feltárásának érdekében, érdemesnek tartunk egyes elemeket külön is kiemelni az EMSA iránymutatásából:

- Jogszabályi környezet
- Engedélyezés
- Kockázat és biztonság, kontroll zónák, IMOPS
- Tanúsítás, akkreditáció
- Képzés

II.2.3 Szabályozási környezet az EMSA iránymutatása alapján

Az LNG üzemanyag ellátás kapcsolatos szabályozási keret felsőbb szintű szabályozási eszközökből, szabványokból és iránymutatásokból, valamint az iparági bevált gyakorlatokra vonatkozó referenciákból áll.

A nemzetközi (globális vagy regionális) szabályozási keret négy alapvető szintből áll, amelyekhez ötödik szintként figyelembe vehetők a helyi kikötői szabályzatok is az alábbiak szerint:

Felsőbb szintű szabályozási eszközök, normák	
<ul style="list-style-type: none"> • »IGF kódex«: gázt vagy alacsony lobbanáspontú egyéb tüzelő- és üzemanyagot használó hajók biztonságáról szóló nemzetközi szabályzat, amelyet a Nemzetközi Tengerészeti Szervezet (IMO) Tengerészeti Biztonsági Bizottsága az MSC.391(95) határozattal elfogadott a hajókról történő szennyezés megelőzéséről szóló 1973. évi nemzetközi egyezmény és az ahhoz csatolt 1978. évi Jegyzőkönyv („MARPOL 1973/1978.”), különösen annak 2005. május 19. napja óta hatályos VI. melléklete. • 2016/802/EU irányelv • 2017/352/Eu irányelv • 2012/18/EU irányelv • 3011/92/EU irányelv • 2014/94/EU irányelv • 2008/68/EK irányelv • 2006/87/EU irányelv • 2014/68/EU irányelv • 2016/1629/EU irányelv • 99/92/EK irányelv • 2014/34/EU irányelv • ADR, azaz a Veszélyes Áruk Nemzetközi Közúti Szállításáról szóló Európai Megállapodás • ADN, azaz a veszélyes áruk nemzetközi belvízi szállításáról szóló Európai megállapodás • SOLAS Egyezmény • 2017/352/EU Rendelet 	<p>A felsőbb szintű szabályok leginkább az LNG, mint alternatív üzemanyagnak a bevezetését célzó alapelvek definiálásában játszanak szerepet. Leginkább globális és regionális környezetvédelmi szabályok sorolhatók ide; keretjellegük mellett is kötelezően alkalmazandók.</p> <p>Az EMSA felsőbb szintű normák körében elsődlegesen IGF kódex rendelkezéseit és az egyes uniós irányelveket tekinti irányadónak.</p> <p>Más felsőbb szintű normák szintén kiemelt jelentőséggel bírnak. Például a súlyos balesetek megelőzésével összefüggésben a Seveso irányelv (2012/18/EU irányelv) az egyik legfontosabb hivatkozás a kisüzemi LNG-projektek engedélyezési eljárásaihoz, biztonsági követelményekkel, hatásvizsgálattal és nyilvános konzultációval összefüggésben. Hasonlóképpen, az ADR és az ADN egyezmények, valamint a 2016/1629 irányelv fontos eszközök az LNG üzemanyag ellátási láncban.</p> <p>EU-keretrendszer szempontjából fontos megjegyezni, hogy az EMSA a tagállami végrehajtás szempontjából nem tesz különbséget, azt egységesen kezeli.</p> <p>A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy az EMSA iránymutatása a tagállami jogot nem teszi vizsgálatá tárgyává, mivel annak tartalma egyébként is meg kell, hogy felelnie közösségi jog részét képező irányelvi tartalomnak.</p> <p>Mindennek ellenére, hogy az LNG, mint alternatív üzemanyag bevezetése határokon átnyúló folyamat, az iránymutatás sürgeti a nemzeti szabályozók átfogó összehangolását is. A nemzeti politikai kereteknek ugyanis képeseknek kell</p>

	lenniük a szükséges információk biztosítására és biztosítaniuk kell az átjárhatóságot.
Nemzetközi technikai szabványok	
<ul style="list-style-type: none"> • ISO műszaki specifikációk és nemzetközi szabványok EN ISO 16903 ISO/DTS 16901 EN ISO 16904 ISO/AWI TR 18624 ISO/TS 18683 EN ISO 20088-1 EN ISO 20519 ISO/TS 17177 ISO 28460 ISO 10976:2015 ISO 15970:2008 ISO 18132-1:2011 ISO 23251:2006 ISO 31000:2009 ISO 17776:2016 ISO/IEC Guide 73 IEC 31010:2009 • EN szabványok EN 1160 EN 1473:2017 EN 1474-1 - EN 1474-2 EN 1474-3 EN 12065 EN 12066 EN 12308 EN 12838 EN13463-1 EN 13645 EN 13766:2010 EN14620:2006 • további, egyes műszaki tanúsítványok IEC 60092-502 IEC 60079-10-1:2015 IEC 61508:2010 CESNI Standard ES-TRIN 2015/1 	<p>Ide sorolható minden releváns műszaki szabvány, amely az LNG üzemanyag ellátásra, az egyes berendezésekre, beleértve a kismennyiségű LNG tárolást is kötelező érvényűek a felsőbb szintű szabályozási normákra történő hivatkozással.</p> <p>A technikai szabványok alapvető fontosságúak ahhoz, hogy áthidalják a felsőbb szintű normák rendelkezéseit és az operatív, műszaki végrehajtást.</p> <p>Előbbi jellegüknel fogva idesorolt kötelező szabványok alatt csak a nemzetközi szabványügyi testületek (ISO, CEN és IEC) által kidolgozott és közzétett nemzetközi szabványok értendők. Egyéb, a bevált gyakorlatok szabványosítását alátámasztó, különösen az ipari szövetségek által kidolgozott és általánosan elfogadott referenciák az ipari iránymutatások körébe tartoznak.</p> <p>A nemzetközi szabványok az LNG üzemanyag ellátásban, a globális előírásokkal együttműködve, kiemelt jelentőséggel bírnak a biztonság és az LNG, mint alternatív hajózási üzemanyag-fejlesztés iránti bizalom előmozdításához.</p> <p>Azáltal, hogy meghatározott tételekre, anyagokra, alkatrészekre, rendszerekre vagy berendezésekre vonatkozó követelményeket határoznak meg, vagy egy adott módszert vagy eljárást részletesen leírnak, a nemzetközi szabványok megkönnyítik a nemzetközi kereskedelmet az alkatrészek, termékek és szolgáltatások összeegyeztethetőségének és átjárhatóságának biztosításával.</p> <p>Különböző típusú szabványok léteznek. Alapvetően a szabványok követelményeket és/vagy ajánlásokat tartalmaznak a termékekkel, rendszerekkel, folyamatokkal vagy szolgáltatásokkal kapcsolatban.</p> <p>Az európai normák (EN) olyan dokumentumok, amelyeket a három európai szabványügyi szervezet (ESO), a CEN, a CENELEC vagy az ETSI ratifikált; az önkéntes műszaki szabványosítás területén illetékesként elismertek, az 1025/2012/EU rendelettel összhangban. Ennek köszönhetően az EN (európai szabvány) „magában hordozza a</p>

	<p>nemzeti szintű végrehajtás kötelezettségét azzal, hogy nemzeti szabvány státuszt kap, és visszavonja az ellentmondó nemzeti szabványokat”. Az európai szabvány (EN) automatikusan nemzeti szabvánnyá is válik a 34 CEN-CENELEC tagországban.</p> <p>A szabványok önkéntesek, ami azt jelenti, hogy nincs automatikus jogi kötelezettség azok alkalmazására. A törvények és rendeletek ugyanakkor hivatkozhatnak a szabványokra, sőt kötelezővé tehetik azok betartását is.</p> <p>A Nemzetközi Szabványügyi Szervezet (ISO) TC67 és TC8 albizottságai által kidolgozott, a kőolaj-, a petrokémiai és a földgázipar anyagai, berendezései és a tengeri szerkezetek, illetve a hajók és a tengerészeti technológiával összefüggő szabványok jelentős része ugyancsak kapcsolódik az LNG hasznosításához. Megfelelő alkalmazásuk vonatkozik az LNG-re, mint üzemanyagra, kisméretű üzemanyag ellátás és tárolás területein.</p> <p>A CEN, az ISO-val egyenértékű európai szabvány, párhuzamosan kidolgozta és közzétette az LNG üzemanyag ellátás berendezéseire és egyes biztonság kritériumok szempontjából fontos szabványokat. Ezeket EN / ISO szabványoknak nevezzük</p>
Ágazati iránymutatások	
<ul style="list-style-type: none"> • Integrált igazgatási és ellenőrzési rendszer (Hu: IIER En: IACS) és közvetetten kapcsolódó építésügyi ágazati szabályok • Iránymutató feljegyzések • Iránymutatások: <ul style="list-style-type: none"> - Az ISO által kibocsájtott ISO/TS 18683:2015 Guidelines for systems and installations for supply of LNG as fuel to ships - EN ISO 20519 -Specification for bunkering of liquefied natural gas fuelled vessels - IACS Rec 142 LNG Bunkering Guidelines - SGMF LNG Bunkering Guidelines Safety Guidelines Version 1 February 2015 Version 2 April 2017 - IAPH LNG Bunkering Check-Lists Check-lists for: Truck-to-Ship Ship-to-ship Port-to-Ship - DNV-GL Recommended Practice G105 DNVGL-RPG105 Development and operation of liquefied natural gas bunkering facilities - Bureau Veritas' guidelines on LNG bunkering - July 2014 Guidance Note NI 618 DT R00 E - ABS LNG Bunkering Technical and 	<p>Az ágazati szabályok effektív jogalkalmazási eszközök a biztonság, a minőség és a nemzetközi előírások betartásának biztosítása körében, elsősorban a különféle rendelkezések közös műszaki értelmezésében nyújtott segítségünknel fogva.</p> <p>Az ide sorolható bevált gyakorlatok szerinti iránymutatások nem kötelező érvényűek, ugyanakkor iparági elismertségüket jelzi, hogy számos közülük fontos szerepet játszott, alapot jelentett az egyes nemzetközi technikai szabványok meghatározásában.</p> <p>A baloldali oszlopban külön megjelölt iránymutatások a legjobb referenciák jelenleg, melyek az iparági tapasztalatok eredményeként az LNG üzemanyag ellátó létesítmények és műveletek biztonságos fejlesztését támogató rendelkezések átfogó gyűjteményét hozta létre.</p> <p>A balesetek megelőzése és/vagy a következmények enyhítése érdekében a biztonsági</p>

Operational Advisory	irányítás, az üzemeltetési eljárások és a minimális biztosítékok követelményei ugyancsak itt kerültek előterjesztésre.
Iparági bevált gyakorlatokra vonatkozó referenciák, iránymutatások	
<ul style="list-style-type: none"> • A Gáz, mint Tengeri Üzemanyag Társaság. (En.: SGMF) iránymutatásai (ISBN: 978-0-9933164-4-9) • Ipari szabványok <ul style="list-style-type: none"> - Az US-ban bejegyzett National Fire Protection Association (Nemzeti Tűzvédelmi Szövetség En.: NFPA) szabványai – NFPA 77, NFPA 52, NFPA 497A/B, NFPA 59A - Az US-ban bejegyzett American Petroleum Institute (Amerikai Ásványolaj Intézet En.: API) API Standard 620 (2002) szabványa • Ipari iránymutatások, Iránymutató feljegyzések, tanulmányok: <ul style="list-style-type: none"> - DNVGL-RP-G105 kiadás, 2015. október - cseppfolyósított földgáz-ellátó létesítmények fejlesztése és üzemeltetése, ajánlott gyakorlat, DNV GL, 2015. - The Society of International Gas Tanker and Terminal Operators (SIGTTO): Alleviation of Excessive Surge Pressures on ESD (az EMSA által külön is alkalmazni ajánlott cikk gyakorlati útmutatást nyújt az üzemeltetők számára a cseppfolyósított gázhajók és a terminál rakodási és kirakodási rendszerek vonatkozásában a túlnyomás veszélyének felismerésére) - SIGTTO: Manifold recommendations for Liquefied Gas Carriers - SIGTTO: Liquefied Gas Fire Hazard Management - SIGTTO: ESD Arrangements and linked ship to shore systems for Liquefied Gas Carriers - SIGTTO: LNG Transfer Arms and Manifold Draining, Purging and Disconnection Procedures - <u>Oil Companies International Marine Forum (OCIMF):</u> the safe transfer of Liquefied Gas in an offshore environment - OCIMF: Ship Inspection Report Programme - OCIMF: Mooring Equipment Guidelines - SIGTTO: Accident prevention – The use of hoses and hard-arms at marine terminals handling Liquefied Gas (2nd edition) - SIGTTO: The selection and testing of valves for LNG applications - SIGTTO: The selection and testing of valves for LNG applications 	<p>Az iparági referenciák, melyek alapvető fontosságúak az LNG üzemanyag ellátás során alkalmazott bevált gyakorlat meghatározásában, mind a felszerelés, a biztonság, az üzemeltetés és a felelősség körvonalazása szempontjából.</p> <p>Alkalmazásuk nem kötelező, de számos kérdés értelmezésében hivatkozásuk szubszidiárius jelleggel alkalmazható.</p> <p>Nemzetközi Kikötők Szövetsége (IAPH) összehangolt LNG üzemanyag ellátási ellenőrző listákat dolgozott ki az ismert LNG-üzemanyag-feltöltési műveleti forgatókönyvekre: hajóról hajóra, partról hajóra és teherautóra hajóra. Az IAPH ellenőrző listák önmagukban nem iránymutatások; mindazonáltal alkalmas referenciák egy-egy minőségi struktúra létrehozásában, meghatározva az alkalmazandó eljárási keretet.</p>

<ul style="list-style-type: none"> - SIGTTO: Guidance for the prevention of rollover in LNG ships - SIGTTO: LNG ship to ship transfer guideline - SIGTTO: Ship/shore interface – Safe working practice for LPG & Liquefied Chemical Gas Cargoes - SIGTTO: Crew Safety Standards and Training for large LNG carriers • Tüzelőanyag ellátás ellenőrzési listák - International Association of Ports and Harbors (Nemzetközi Kikötők Szövetsége En.: IAPH) LNG Bunkering Check-Lists 	
Kikötői szabályzatok, előírások	
<p>A kikötői szabályzatok gyakran tükrözik az adott kikötői hatóság irányítási elveit is. Ezek helyi és korlátozottan alkalmazandók normák</p> <p>Ugyanakkor a kikötői szabályzatok, előírások jelentősége különösen nagy tekintettel arra, hogy a helyi operatív szempontoknak megfelelően, de a felsőbb szintű normák szerint képesek integrálni az LNG üzemanyag ellátásra és kismennyiségű tárolásra vonatkozó feltételeket egységes jogi és adminisztratív keretbe.</p>	

Figyelemmel arra, hogy az egyes szabályozók, referenciák hierarchiája különbözik, továbbá, hogy két külön szabvány keretben is léteznek – amelyek gyakran hiányosságokat vagy átfedéseket eredményeznek – az tüzelő/üzemanyag ellátás területen; az EMSA iránymutatás a kikötői hatóságok, közigazgatási szervek és/vagy illetékes tagállami jogalkotó feladatként sürgeti, hogy egységes és átlátható módon kerüljenek kijelölésre azok a szabályozók, melyek útján a felsőbb szintű szabályozási eszközök, normák operatív végrehajtása megvalósul.

Ugyanakkor az egyes szabványok nem kötelező jellegűek, a helyi szakpolitika a nemzetközi technikai szabvány helyett választhat más ágazati iránymutatást is, ami az egyes tagállamokban az LNG üzemanyag ellátás és tárolás inkoherens bevezetését okozhatja.

Ennek a helyzetnek az elkerülése végett az EMSA iránymutatása javaslatként, meghatározta a szabályozási eszközök azon minimális listáját, melyek implementálása a kikötői szabályzatokba, előírásokba biztosíthatja az LNG, mint alternatív üzemanyag ellátásának és kis mértékű tárolásának egységes európai magvalósulását.

Előbbieket szerinti lista az egyes LNG üzemanyag ellátási eszközök szerinti bontásban a következő:

	LNG tartály- kamion, közúti szállítás	LNG tartályhajó, hajó szállítás	Kisméretű NLG tároló létesítmény	LNG üzemanyag ellátási oldal, kiszolgálás	LNG üzemanyag felvételének hajó oldala
IGF Kódex					✓
IGC Kódex		✓			
STCW Kódex		✓			✓
2014/94/EK irányelv	✓	✓	✓	✓	
2017/352/EU rendelet	✓	✓	✓	✓	
Seveso III irányelv	(ahol értelmezhető)				
ADN megállapodás		✓			
ADR megállapodás	✓				
EN 1473:2014 szabvány			>200 tonna esetén		
EN 1474-2 szabvány				✓	
EN 1474-3 szabvány				✓	
EN 12065 szabvány	(tűzoltó hab tesztelése)				
EN 12066 szabvány	(szigetelő bélések tesztelése)				
EN 12308 szabvány	(tömítések tesztelése)				
EN 13645 szabvány			>200 tonna esetén		
EN 13766:2010 szabvány				✓	
EN14620:2006 szabvány			LNG vertikális tartályok esetén		
ISO/DTS 16901 szabvány				✓	
EN ISO 16903 szabvány	✓	✓	✓	✓	✓
EN ISO 16904 szabvány				✓	
ISO/TS 18683 szabvány				✓	
EN ISO 20088-1 szabvány	(kriogén védelem)				
EN ISO 20519 szabvány				✓	
ISO/TS 17177 szabvány				✓	

ISO 17776:2016 szabvány			✓	✓	
ISO 18132-1:2011 szabvány	✓	✓	✓		✓
ISO 23251:2006 szabvány	(Nyomáscsökkentő és nyomásnövelő rendszerek)				
IEC 60079-10-1:2015 szabvány	(Területek osztályozása - Robbanásveszélyes gázkörnyezet)				
IACS Rec.142				✓	
SGMF tüzelőanyag ellátási iránymutatása				✓	
IAPH ellenőrzési lista				✓	
DNVGL-RP-G105 kiadás, 2015. október - cseppfolyósított földgáz-ellátó létesítmények fejlesztése és üzemeltetése, ajánlott gyakorlat, DNV GL, 2015.				✓	

II.2.4 Engedélyezés

Annak ellenére, hogy az engedélyezési folyamatok országonként eltérőek, alapstruktúrájukat tekintve hasonló elemekkel és közös részekkel rendelkeznek. Az EMSA iránymutatása ezért célul tűzte ki, hogy egy általános engedélyezési eljárást határozzon meg a jelenleg ismert LNG üzemanyag ellátási projektek életciklusa alapján.

Az engedélyezési eljárások jellemzően egy LNG-üzemanyag-elhelyezésre szolgáló rögzített létesítmény, kis méretű LNG-tárolási infrastruktúrával történik. Az egyéb LNG-üzemanyag-feltöltési tipológiák (többek között, amelyek mobil LNG-elemeket tartalmaznak, teherautókkal, uszályokkal vagy ISO-LNG konténeres modulok alkalmazásával járnak) eltérő engedélyezést igényelhetnek, ezért az ismertetett engedélyezési folyamat a lehető legáltalánosabb, keretjellegű alapkoncepció - *kiterjedve minden olyan esetre, amikor LNG üzemanyag kerül hajó részére feltöltésre* – az átfogó alkalmazhatóság érdekében. Előbbiek kapcsán

külön is ki kell emelni, hogy tehergépkocsik és a bunkerhajók/bárkák jelentősen eltérő tanúsítási/jóváhagyási referenciákat követnek (ADR, illetve IGC).

Két uniós jogi aktus erőteljesen befolyásolja az LNG-üzemanyag-tartályok engedélyezési folyamatát nemzeti szinten: a 2014/52/EU irányelv és a Seveso III irányelv. Mindkét irányelv szempontjából fontos hangsúlyozni, hogy az egyes tagállamokban történő átültetésük az itt bemutatottakon felüli további szempontokat is felvethetnek, ezért az adott tagállami engedélyezési folyamat véglegesítésekor ezen irányelvek implementációjának vizsgálatát is el kell végezni.


Mindettől függetlenül az megállapítható, hogy a nemzeti szinten megkövetelt engedélyek típusa nagyon hasonló az LNG üzemanyag ellátási beruházások tekintetében; jellemzően a szükséges engedélyek a következők:

- Környezetvédelmi engedély
- Engedélyezze a veszélyes áruk tárolását
- Veszélyes áruk kezelésére vonatkozó engedély
- Építési engedély

Egy tipikus engedélyezési eljárás az alábbi bemutatott lépésekből áll:

- 1) Behatárolás: az illetékes hatósághoz benyújtandó környezeti információban szereplő kérdések tartalmának meghatározásának folyamata
- 2) Jelentkezési dokumentumok elkészítése: A fejlesztő a követelménylista alapján elkészíti a jelentkezési dokumentumokat
- 3) A kérelem teljességének ellenőrzése: annak ellenőrzési, hogy a benyújtott dokumentumok lefedik a behatárolás során felmerült valamennyi kérdést, kitérnek minden a beruházással kiváltható hatás vizsgálatára
- 4) Nyilvános konzultáció: formális párbeszéd alakul ki a felelős hatóságok, az érdekelt felek és a projektfejlesztők között
- 5) Döntési szakasz: ennek a szakasznak az a célja, hogy jogszerű engedély kerüljön kiállításra
- 6) Fellebbezés és peres eljárás: engedély kiadása után az érdekelt felek fellebbezhetnek

Előbbieknél megfelelően az EMSA iránymutatás szerinti indikatív engedélyezési eljárás az alábbi elemekből áll:

Fázis	Felelős	Leírás
 Projekt tervezés	Töltőállom	A BFO koncepció projektet, projekt tervet dolgoz ki, amelyet az

	<p>ást létesítő szervezet (Bunker Facility Organisati on, BFO)</p>	<p>engedélyezési eljárást megelőzően benyújt az engedélyező hatósághoz</p> <p>Előbbiek szerinti előterjesztés célja, hogy a címzett kikötői hatóság, közigazgatási szerv a BFO műszaki, üzemeltetési értékelését is figyelembe véve megvizsgálhassa a beruházás megvalósíthatóságát.</p> <p>Egyúttal a lehető leghamarabb lehetőséget kell biztosítani a további érdekeltek, környező ingatlantulajdonosok részére, hogy megismerhessék a beruházás kapcsolatos legfontosabb információkat.</p> <p>Előbbiek célja, hogy az előzetesen felmerülő kérdésekben még az engedélyezési eljárást megelőzően megnyugtató válasz, megállapodás szülessen, illetve a szükséges változtatásokat a beruházó végre tudja hajtani.</p> <p>A BFO-nak itt van lehetősége arra, hogy minél több információt küldjön a projekt jó előzetes értékelése érdekében.</p> <p>Tartalmi követelmények:</p> <p>A koncepció tervnek tartalmaznia kell az LNG-beruházás valamennyi műszaki elemét, ideértve különösen az LNG-tároló elemeket, érintett mobil egységeket, rögzített telepítő elemeket. Azonosítani kell valamennyi érintettet.</p> <p>Rögzíteni kell az LNG-üzemanyag ellátó létesítmény üzem módját/ait.</p> <p>Meg kell jelölni a beruházás tervezett helyét és további logisztikai szempontokat, mint az üzemanyag ellátás struktúrája, elosztása az ideiglenes tárolás előtt. Ismertetni kell az üzemanyag ellátási műveletek becsült gyakoriságát (ismertetve a tárgyban kötött megállapodásokat a kikötővel, más érintett szereplőkkel).</p> <p>Be kell mutatni az LNG beruházás további üzemi paramétereinek tervezett tartományát; a LNG-gőzkezelést (BOG-kezelés).</p> <p>Be kell mutatni a csővezeték helyszíni útvonalát (ha van)</p> <p>Be kell mutatni a szükséges személyzet kompetenciákat / tervezett képzést.</p> <p>Be kell mutatni előzetes kockázatértékelési elemeket</p> <p>Előzetes vízi kockázat/alkalmasság értékelést kell végezni</p> <p>Jelezni kell a helyszínt kikötőtérképen, a tervezett manőverezési pontokat, a tengeri megközelítést, a forgalom útvonalat, parkolást a veszélyes övezetek megjelölésével, az előzetesen javaslatot kell tenni biztonsági zónára.</p>
Koncepcióprojekt értékelése	Terminál üzemeltető, további érintett üzemeltetők	<p>Azokban az esetekben, amikor egy már meglévő terminálon kerül sor a bővítésre, fontos, hogy a terminálüzemeltető először áttekintse a projekt terveket.</p> <p>Már ebben a szakaszban célravezető ellenőrizni az esetleges összeférhetetlen tevékenységeket.</p>
Koncepcióprojekt értékelése	Terminál üzemeltető, további érintett üzemeltetők	<p>A koncepcióprojekt előzetes értékelése után, ha a terminál üzemeltető jóváhagyja a felülvizsgált anyagot, az visszatér a engedélyező hatósághoz.</p> <p>Más szereplők támogatása szükséges lehet a projekt operatív megvalósíthatóságának megerősítése érdekében.</p>

			Az esetleges összeférhetlenségekre, a tervezett egyidejű műveletekre (Simultaneous Operations; SIMOPS), a biztonsági aggályokra és a súlyos balesetek megelőzésére vonatkozó politikákra vonatkozó bármilyen jelzést itt meg kell osztani az engedélyező hatósággal
	Konceptióprojekt felülvizsgálata	BFO	A konceptióprojekt felülvizsgálata, figyelembe véve a terminál üzemeltető és más üzemeltetők által adott visszajelzéseket. Az esetleges módosítások végrehajtása.
Előkészítés	Engedélykiadás iránít kérelem benyújtása	BFO	A felülvizsgált koncepció tervvel kapcsolatos szándéknyilatkozat, kérelem, amelynek az engedélyező hatóság részére történő beküldésével kezdeményezhető az engedélyezési eljárás. A kérelem tartalmi követelményei: Új létesítmény esetében az EMSA iránymutatása javasolja, hogy a kérelem legalább a tervezett beruházást megelőzően kerüljön benyújtásra az engedélyező hatóság részére. Inaktív, már meglévő létesítmény újraindítása-fejlesztése esetében erre hat hónapos időköz javasolt. A kérelemnek tartalmaznia kell egy előzetes vízi kockázati, alkalmassági értékelést; különösen, ha az LNG üzemanyag ellátás biztosítása LNG tartályhajók, uszályok, peronok alkalmazásával valósítható meg. Előbbi értékelés részét kell képezze egy olyan, vízi útvonalakat ábrázoló táblázatnak, mely azonosítja az LNG üzemanyag ellátó létesítmény 10 kilométeres körzetében a kereskedelmi, ipari, környezetvédelmi szempontból érzékeny területeket, valamint lakóövezeteket is megjelölve az LNG létesítmény üzemeltetéséhez használni tervezett területet-útvonalakat. A megjelölt vízi utak alkalmasságának hatósági vizsgálata érdekében a kérelem részeként a korábbiak szerint véglegesített koncepció tervet is be kell nyújtani. Továbbá a lehető legrészletesebb módon ki kell fejteni a beruházással érintett kikötő jellemzőit, a tervezett LNG létesítmény üzemeltetési tervét a vízi kiszolgáló egységek pontos megjelölésével, a vízi biztonság és védelem kockázatértékelését, kockázatkezelési stratégiát és a szükséges erőforrás-szükségletet a biztonság-védelem-reagálás szempontjából. A kérelemnek függelékként tartalmaznia kell egy vészhelyzeti reagálási terv tervezetét is, amely lehetővé teszi az engedélyező hatóság részére, hogy előre megtervezze a belső-külső vészhelyzeti tervek szükséges integrációját.
	Kérelem értékelése	Kikötői hatóság, illetékes közigazgatási szerv (PAA)	A PAA megvizsgálja a kérelmet; továbbá elvégzi a felülvizsgált terv teljes értékelést.

	Ajánlólevél kibocsajtása	PAA	<p>A kérelem értékelése alapján kiadott ajánlólevél célja, hogy megkönnyítse a többi illetékes hatóság értékelését. Bele kell foglalni a koncepció terv hivatalos értékelését.</p> <p>Ajánló levél kiadásakor a PAA előzetes információkat szerezhet az illetékes hatóságoktól, az önkormányzattól és más érdekelt felektől.</p> <p>A szándéknyilatkozat értékelése alapján az engedélyező hatóság ajánláslevelet ad ki, amelyben ismerteti a hely - mind a vízi, mind a kikötői infrastruktúra - alkalmasságát az illetékes hatóságok számára az alábbi információ tartalommal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A kérelemben benyújtott információk; 2. A koncepció terv műszaki referenciái 3. A vízi forgalom sűrűsége és jellege; 4. Zárak, hidak vagy más vízi infrastruktúra elemek; 5. A létesítmény melletti tényezők, például: <ul style="list-style-type: none"> .a víz mélysége; .b Árapály; .c Védelem a nyílt víztől; .d Természetes veszélyek, beleértve a zátonyokat, sziklákat és homokrudakat; .e Víz alatti csővezetékek és kábelek; .f A kikötött hajó távolsága a csatornától és a csatorna szélessége; 6. A kikötő területén működő terminálokkal kapcsolatos működési szempontok 7. Az előzetes kockázatértékelési szempontok, amelyeket a kérelem már tartalmazott. 8. Egyéb azonosított biztonsági és védelmi kérdések.
Környezetvédelmi vizsgálat	2014/52/EU irányelv szerinti környezetvédelmi engedély kérelmezése, szükség környezetre gyakorolt hatások vizsgálata iránti kérelem	BFO	2014/52/EU irányelv szerinti átvizsgálási kérelem benyújtása és a szükséges eljárás kérelmezése az irányelvben meghatározottak szerint
	Illetékességi és hatásköri vizsgálat	2014/52/EU irányelv szerinti illetékes hatóság	<p>Hatóság hivatalból vizsgálja, hogy a 2014/52/EU irányelv szerinti hatáskör és illetékessége fennáll-e.</p> <p>Előbbie megállapítása körében tájékoztatja a BFO-t arról, hogy milyen körben végzi el a környezetvédelmi vizsgálatot, melynek erejéig a BFO részletes, 2014/52/EU irányelv szerinti környezetvédelmi jelentést kell, hogy benyújtson értékelésre.</p>
	Környezetvédelmi jelentés	BFO	<p>A BFO részletes környezetvédelmi jelentést nyújt be a hatóság részére.</p> <p>A jelentésnek tartalmaznia kell a hatóság által előzetesen rögzített keretek szerint a tervezett beruházással kapcsolatban a kivitelezés alapforgatókönyvét, a projekt várható jelentős hatásait, a javasolt alternatívákat, a káros hatások enyhítésére</p>

			szolgált intézkedéseket, a kapcsolatos információkat, valamint a nem műszaki összefoglalót és a 2014/52/EU irányelv IV. mellékletében meghatározott további információkat.
	Informálás és konzultáció	2014/52/EU irányelv szerinti illetékes hatóság	Az illetékes hatóság a környezeti hatáskörrel rendelkező hatóságok, az érintett tagállami és regionális önkormányzatok, valamint az egyéb érdekelt szervezetek és a nyilvánosság számára hozzáférhetővé teszi a környezetvédelmi jelentést felülvizsgálat céljából. Említett szervezetek és érintettek lehetőséget kell, hogy kapjanak arra, hogy véleményezhessék a tervezett beruházást és annak környezeti hatásait.
	Döntéshozatal és fejlesztési hozzájárulás	2014/52/EU irányelv szerinti illetékes hatóság	Az illetékes hatóság megvizsgálja a 2014/52/EU irányelv szerinti környezetvédelmi jelentést, beleértve a konzultáció során kapott észrevételeket, és indokolással ellátott következtetést bocsát ki arról, hogy a projekt jelentős hatással van-e a környezetre. Ezt be kell építeni a fejlesztési hozzájárulásról szóló végleges határozatba.
	Információ a fejlesztési hozzájárulásról	2014/52/EU irányelv szerinti illetékes hatóság	Engedélyezési döntés meghozatala és nyilvánosság számára is hozzáférhető kihirdetése. Az eljárásban érintettek tájékoztatása.
	Monitoring	BFO	A projekt építési és üzemeltetési szakaszában a fejlesztőnek figyelemmel kell kísérnie a környezetre káros hatásokat, valamint az ezek csökkentésére tett intézkedéseket kell tennie, hatásukat nyomon kell követnie.
Biztonsági felülvizsgálat	Seveso irányelv (2012/18 / EU irányelv) 7. cikkében előírt bejelentés		BFO-nek a Seveso irányelv (2012/18 / EU irányelv) 7. cikkében előírt összes elemet tartalmazó bejelentést kell beBFOnyújtania az illetékes hatósághoz.
	A SEVESO alkalmazhatóságának értékelése	A SEVESO szerinti illetékes hatóság	Hatóság megvizsgálja, hogy a telek már Seveso létesítménynek minősül-e, illetve Seveso létesítményként értékelhető-e a későbbiekben, figyelembe véve a 7. cikk alapján szolgáltatott információkat: Az értékeléséhez használandó adatok: <ul style="list-style-type: none"> – Az üzemeltetői információk és az LNG-üzemanyag-elhelyezés tervezett helyét megerősítő értékelés. – A veszélyes anyagok várható jelenléte kiszámítása – A lehetséges több operátoros következmények meghatározása – Bemeneti adatok a dominóhatások értékeléséhez
	A súlyos balesetek megelőzésére vonatkozó politika (MAPP) kidolgozása és a megfelelő döntés meghozatala Biztonsági menedzsment rendszer (SMS) Amennyiben a	BFO	A súlyos balesetek megelőzésére vonatkozó politika kidolgozása és a biztonságirányítási rendszer megfelelő felállítása. Különösen az alacsonyabb szintű létesítményeknél fontos, hogy a MAPP és az SMS megfelelően összehangolódjon az ISO 201519 eredményeként kidolgozott kockázatértékelési és vészhelyzeti reagálási tervvel, ahol ugyanazokat a baleseti forgatókönyveket kell értékelni, és a kockázatcsökkentő intézkedéseket megfelelően felvázolni

	SEVESO alkalmazandó (alsó és magasabb szintű)		
	Biztonsági jelentés kidolgozása és benyújtása Amennyiben a SEVESO alkalmazandó (magasabb szintű)	BFO	<p>A magasabb szintű létesítmények egyik különös követelménye a biztonsági jelentés elkészítése, amely a 2012/18 / EU irányelv 10. cikkének feltételei szerint, és amely magában foglalja az irányelv II. mellékletében felsorolt összes elemet</p> <p>A Seveso hatálya alá tartozó LNG üzemanyag ellátási beruházások esetében az ISO 20519 és az ISO/TS 18683 szabványok szerinti műszaki intézkedéseket is meg kell tenni; melyeket szerepeltetni kell a Seveso III irányelvben a biztonsági jelentésre és a vészhelyzeti tervre előírt követelmények mellett.</p>
	Ha a SEVESO nem alkalmazható A nem Seveso és az alacsonyabb szintű létesítmények esetében a kikötői hatóság, illetékes közigazgatási hatóság előírja a kockázatértékelés re és a vészhelyzeti reagálási tervre vonatkozó követelményeket.	BFO	<p>A kikötői hatóságnak, illetékes közigazgatási hatóságnak meg kell határoznia az alkalmazandó kockázati kritériumokat és a minimális veszélyességi forgatókönyveket, amelyeket a kockázatértékelés keretében értékelni kell (az ISO / TS 18683 és az EN ISO 201519 vonatkozásában).</p> <p>A követelményeket mind a nem Seveso, mind a Seveso alsó szintű létesítményekre alkalmazni kell, mivel a kockázatértékelést és a vészhelyzeti intézkedési tervet a Seveso III irányelv nem követeli meg az alacsonyabb szintű létesítményeknél.</p>
Értékelés	Építési engedély	BFO	<p>A környezetvédelmi és biztonsági engedélyek pozitív megkötését követően az építési engedély a következő lépés az engedélyezési folyamatban.</p> <p>Nem minden LNG üzemanyag ellátási beruházás rendelkezik építkezési/infrastrukturális elemekkel vagy tényleges fizikai berendezésekkel a kikötő területén. Ez vonatkozna olyan LNG beruházásokra, amelyekben csak mobil LNG-egységek, például LNG-teherautók és uszályok vesznek részt.</p> <p>Az építési engedély releváns elemeinek benyújtása jóval előre megtörténhet, még a biztonsági vagy a környezetvédelmi engedélyek engedélyezése előtt is.</p>
	Nyilvános konzultáció	Engedélyező hatóság	<p>A SEVESO létesítmények esetében az alsó és felső szintű nyilvános konzultációt kell lefolytatnia Seveso irányelv 15. Cikke szerint, az erre vonatkozó nemzeti jogszabályok figyelembevételével.</p> <p>A kikötőnek a helyi közösséggel történő integrációját és a helyi lakossággal fennálló jó együttműködést minden lehetséges</p>

			csatornán nyilvános konzultáció céljából meg kell vizsgálni.
Döntés	LNG üzemanyag ellátó létesítmény beruházás engedélyezése	Engedélyező hatóság	<p>A fenti lépések eredményeinek együttes elbírálásának eredményeként, valamennyi releváns eredmény információt magába foglalóan az illetékes kikötői hatóság, közigazgatási szerv döntést hoz.</p> <p>Az LNG-üzemanyag ellátó létesítmény általános engedélyét az engedélyezési folyamat végén kell kiadni, a környezetvédelmi, biztonsági és építési engedély kiadását követően (adott esetben).</p> <p>A PAA által kiállítandó engedélynek tartalmaznia kell a kikötő szintjén bevezetett összes vonatkozó korlátozást, valamint a PAA felelősségének minden egyéb műszaki, biztonsági vagy üzemeltetési utalását.</p> <p>Az engedélyt ezen kívül a következő elemek teljességére kell kiállítani:</p> <ul style="list-style-type: none"> - LNG-üzemanyag-kezelési terv - RiskA kockázatértékelésből származó biztosítékok végrehajtása - Biztosítási és felelősségbiztosítások (adott esetben)
Fellebbezés	Fellebbezés / Perek	Engedélyező hatóság; BFO	A hatályos nemzeti jogszabályok összefüggésében az üzemeltetők számára lehetőséget kell biztosítani a fellebbezésre. A fellebbezési eljárásokkal és csatornákkal kapcsolatos minden információt rendelkezésre kell bocsátani.
Végrehajtás	Beruházás kivitelezése	BFO	<p>Az LNG üzemanyag ellátási beruházás végrehajtása az általános engedélyezési folyamat utolsó szakasza.</p> <p>Ezt a szakaszt követően az összes kivitelezési elemet az illetékes hatóságok végleges ellenőrzésének kell alávetni, a kikötői hatóság, közigazgatási szerv koordinációja alapján.</p> <p>Az ellenőrzés célja, hogy az engedélyezési folyamat során értékelt és ellenőrzött feltételek fennmaradjanak, és hogy az értékelt biztonsági szinteket az LNG létesítmény teljes élettartama alatt biztosított legyen.</p> <p>Az ellenőrzési rendszert nemzeti szinten kell megtervezni, tükrözve az LNG-üzemanyag-elhelyezésre szolgáló létesítményekre és tevékenységekre vonatkozó nemzeti és kikötői követelményeket. Az ellenőrzéseket az illetékes szakembereknek kell elvégezniük, a végrehajtott ellenőrzési eljárásokhoz kidolgozott ellenőrző listák felhasználásával</p>
	Külső vészhelyzeti terv időszakos frissítése, fejlesztése	kikötői hatóság, közigazgatási szerv, más illetékes hatóság	Külső vészhelyzeti terv időszakos frissítése, fejlesztése.

II.2.5 Kockázat és biztonság, kontroll zónák, SIMOPS

A biztonságos LNG-rendszerek és -műveletek megtervezése megköveteli az LNG-biztonsági szempontok megfelelő megértését, a baleseti forgatókönyvek modellezését, az LNG-kibocsátás, a gyulladás vagy a tűz eszkalációjának megakadályozására szolgáló biztonsági intézkedések kidolgozását.

Az EMSA iránymutatás az alábbi releváns kockázatértékelési eszközöket, elemeket javasolja figyelembe venni:

Kockázatértékelési eszköz	Összefoglaló
LNG kockázati és biztonsági elvek	<ul style="list-style-type: none"> • Az általános kockázati elveket tartalmazó szakasz informatív szempontból. • LNG-biztonsági koncepciók, veszélyek és az LNG-biztonságot befolyásoló fő tényezők. • Az LNG veszélyes események mögötti mechanizmusok.
Kockázatértékelés a földhasználat tervezésében	<ul style="list-style-type: none"> • A szakasz elsősorban azokra az LNG beruházásokra vonatkozik, amelyeket a SEVESO alkalmazási körében határoztak meg. • A területrendezés, mint a súlyos balesetek megelőzésének eszköze • Jellemzően kisméretű, rögzített LNG-üzemanyag-kezelő berendezéseknél
Kockázatértékelés az LNG üzemanyag ellátás területén	<ul style="list-style-type: none"> • Összefoglalva az ISO/TS 1868365 szabványból származó kockázatértékelési követelmények. • Minimális kockázatértékelési követelmények a különféle LNG-üzemanyag ellátási módoknál • Minőségi kockázatértékelés/kvantitatív kockázatértékelés • Minimális veszélyességi forgatókönyvek
Kockázati kritériumok - keret és küszöbértékek	<ul style="list-style-type: none"> • Különböző típusú kockázati kritériumok a kockázatértékeléshez.

	<ul style="list-style-type: none"> • Javasolt az ISO/TS 1863 kockázati kritériumait alapul venni
Az LNG üzemanyag ellátás kikötői megvalósíthatóságának kockázatalapú értékelése	<ul style="list-style-type: none"> • Különböző kockázatértékelési módszerek állnak rendelkezésre, amelyek felhasználhatók az LNG beruházások biztonsági kockázatainak felmérésére.
Helyes gyakorlat a kikötők számára a kockázatértékelés területén	<ul style="list-style-type: none"> • Helyes gyakorlat a kikötők számára az LNG-üzemanyag-feltöltési kockázatértékelés terén. • Milyen módszertant kell figyelembe venni a különböző helyzetekben. • A kockázatértékelési jelentés elolvasásakor / felülvizsgálatakor kérdéses és keresendő elemek. • Folyamatdiagram az ajánlott / ajánlott folyamattérképpel az LNG üzemanyag ellátási kockázat értékeléséhez. • A kockázatértékelés függetlensége

A releváns kockázatértékelési eszközökre vonatkozó ajánlási tartalom részletes ismertetésétől jelen tanulmányban nem térünk ki. Az EMSA iránymutatásában foglalt technikai szakértelmet igénylő javaslatok ugyanakkor megfelelő műszaki megfontolás tárgyát kell, hogy képezzék legalább az alábbi körülmények kockázatkalkulációjával:

- Az LNG-tartály magas energiatartalma
- Robbanásveszély gázszivárgás esetén
- Az LNG-üzemanyag rendkívül alacsony hőmérséklete
- Az LNG-hajórendszerek elhelyezkedése / elrendezése
- Veszélyes és nem veszélyes terek
- Tapasztalatlan személyzet (új üzemanyagforrás)
- Hajó-part kapcsolódási kérdések

Utóbbi műszaki vizsgálatot követően végezhető el az a jogalkotói munka, melynek keretében az LNG-t, mint szállítási üzemanyagot népszerűsítő szakágazati rendeletekben kell kezelni a megfelelő kockázatértékelési eszközök bevezetését, fejlesztését a felhasználói igények és az iparági elvárások összehangolása mellett.

Ugyanakkor működési környezetnek meg kell felelnie a biztonságot és a versenyképességet előmozdító, a tisztességes versenyfeltételeket biztosító megfelelő szabályozási intézkedéseknek is.

Az összehangolás és a harmonizáció kulcsfontosságú sikertényező az LNG-hez kapcsolódó szabályozási kezdeményezésekben, ezért az EMSA vonatkozó műszaki javaslatait a megfelelő szakértelemmel és a hazai viszonyok ismeretében kell elvégezni, mielőtt annak jogszabályi implementálása megkezdődhetne.

Kontroll zónák

Fontos ugyanakkor kiemelni, hogy egyes biztonsági intézkedések vonatkozásában az alkalmazhatóság alapelvi szinten már tisztázott. Ide sorolhatók az EMSA iránymutatásának a kontroll zónákra vonatkozó javaslatai is.

A biztonság, védelem vagy üzemeltetés szempontjából a kontroll zónák létrehozása az egyik legfontosabb biztonsági elem, amelyet az LNG üzemanyag ellátási beruházások esetében vizsgálni kell.

Az EMSA iránymutatása a bevált gyakorlati tapasztalatok figyelembevételével az LNG üzemanyag ellátásnak leginkább megfelelő kontroll zóna felosztás bevezetését javasolja. Az iránymutatás összhangban van a vonatkozó nemzetközi szabványok és a jelenleg közzétett ipari útmutatásokkal is.

Utóbbiak közül, referenciaként meghatározó az ISO/TS 18683 és az ISO 20519 szabvány. E két szabvány szerinti biztonsági zóna felosztás, a kockázatértékeléssel kapcsolatos vonatkozó rendelkezésekhez csatolva általánosan elfogadott és követhető. Az EMSA iránymutatás mindkét ISO-dokumentumban szereplő elemeket felülvizsgálta, és kiindulási pontként vette figyelembe az LNG üzemanyag ellátáshoz javasolt kontroll zónák meghatározásakor.

Kontroll zónák szükségessége:

LNG üzemanyag ellátás során felmerülő bármilyen véletlen esemény miatt LNG kibocsátás esetére az LNG termodinamikai tulajdonságaira és az LNG felhő dinamikus viselkedésére figyelemmel – alacsony gyújtáspont, könnyen elérhető égést elősegítő levegő-üzemanyag-keverék összetétel – szükséges meghatározott területek elkülönítése a szakszemélyzethez nem tartozók elől.

A kontroll zónák elsődleges célja tehát annak biztosítása, hogy csak olyan nélkülözhetetlen személyzet tartózkodjon és csak olyan tevékenységek legyen folyamatban a tűzveszélyes területen. Ugyanakkor a zónák meghatározása és az területükön érvényben lévő eljárási rend további biztonsági funkciókat is betölt. Lényeges, hogy ha LNG vagy földgáz véletlenszerűen kerül a légtérbe, az így keletkező veszély gyorsan elhárítható legyen, a károkozás mértéke – különösen a személyi sérülések aránya – a minimális mértékre korlátozódjon. LNG-vevő és az LNG-szolgáltató kombinált veszélyes és a biztonsági zónákat is

figyelembe kell venni kockázatértékelések során, különösen, ha a nem biztonságos szellőzőnyílások, mint lehetséges gyújtópontok is előfordulhatnak a közelben.

Az egyes zónák:

A biztonsági zóna általában a megfigyelési/biztonsági területen belül van, és magában foglalja az IEC 60079-10-1 vagy más vonatkozó előírások által meghatározott veszélyes zónákat.

A megfigyelési és biztonsági terület egy nagyobb terület, amely túlmutat a biztonsági zónán, és amelyet a biztonság szempontjából releváns szempontok mellett a hajóforgalom és egyéb tevékenységek figyelemmel kísérésére hoztak létre, amelyek veszélyt jelenthetnek az LNG üzemanyag ellátási művelet során. A megfigyelési és biztonsági területet az adott kikötői hatóság, közigazgatási szerv hozza létre, amely a kikötő létesítményen belüli korlátozott területek a Nemzetközi Hajó- és Kikötőbiztonsági (ISPS) kódex előírásai alapján.

Alapul véve az SGMF, az IGF és az IGC kódexek definícióit, melyek összhangban állnak a vonatkozó szabványokkal, az alábbi zónák jelölhetők meg:

Veszélyes zónák

1. **Veszélyes zóna:** Háromdimenziós tér, ahol tűzveszélyes atmoszférában lehet bármikor.

Definíció:

Veszélyes zóna bármely olyan háromdimenziós terület, amelyben gyúlékony és/vagy robbanásveszélyes atmoszféra fordulhat elő olyan mennyiségben, amely különleges óvintézkedéseket tesz szükségessé a munkavállalók, a harmadik felek személyzete és az anyagok biztonsága érdekében. Különleges óvintézkedéseket és intézkedéseket kell követni az elektromos készülékek felépítésére, beszerelésére és használatára az IEC EN 60079-10-1 szabvány szerint.

2. **Biztonsági zóna:** az LNG-átviteli rendszer körüli háromdimenziós terület, amelyet az LNG-szivárgás, vészkiürítés vagy gőzviszatarítás eredményeként határoznak meg. Átmeneti jellegű, kizárólag az üzemanyag ellátás folyamata során különül el.

Definíció:

A biztonsági zóna a háromdimenziós terület, ahol LNG juthat a levegőbe szivárgás vagy más nem várt esemény következtében az üzemanyag ellátási folyamat során. Az LNG-szivárgás és az azt követő lehetséges gyulladás életveszélyes lehet, de a környező berendezési tárgyakat, infrastruktúrát is károsíthatja. A zóna átmeneti jellegű, csak üzemanyag ellátás tartamára kell kijelölni.

Ez a zóna túllépheti a gáztüzelésű hajót / LNG-szállító tartályhajót / tartályhajót, összekötő csővezetéseket, ISO-tartályokat stb., Továbbá nagyobb lehet, mint a veszélyes zóna.

Az SGMF meghatározásában - *még ha nagyon általános kifejezésben is* - további mérlegelésre kerül a zóna kiterjedésének célja. Az ugyancsak irányadó ISO/TS 18683 és az ISO 20519 szabványok a biztonsági zónát az LNG töltőállomás körüli területként határozza meg, ahol csak a dedikált és nélkülözhetetlen személyzet és tevékenységek engedélyezettek az üzemanyag ellátási műveletek tartama alatt.

- 3. Megfigyelési zóna:** az LNG-átviteli berendezés körüli terület, amelyet elővigyázatossági intézkedésként figyelni kell az LNG-átviteli művelet zavarásának elkerülése érdekében.

Definíció:

Az ISO/TS 18683 és az ISO 20519 ISO szabványokban meghatározottak szerint: a megfigyelési zóna olyan zóna, ahol a hajóforgalmat és az egyéb tevékenységeket az LNG üzemanyag ellátási műveletek tartama alatt figyelemmel kell kísérni azzal, hogy annak mindig nagyobb területre kell kiterjednie, mint a biztonsági zóna.

A meghatározásban a „megfigyelt” kifejezés a biztonsági övezet vonatkozásában a legfontosabb kifejezés. Ez a kikötői hatóságok, közigazgatási szervek felelősségi körébe tartozik az LNG-üzemanyag ellátási művelet közelében zajló tevékenységek figyelemmel kísérése érdekében, kidolgozva a szükséges intézkedéseket az ezen tevékenységek a műveletet érintő kockázatok csökkentésére.

Biztonságos zónák:

- 4. Hajózási zóna:** olyan méretű zóna, amely megakadályozza, hogy az áthaladó hajózás befolyásolja az LNG-transzfert, üzemanyag ellátási műveleteket.

5. **Külső zóna:** a meghatározott kockázati szinthez való távolság, gyakran olyan helyeken, ahol a nyilvánosság jelen lehet, amint az a már megjelölt egyes szabályozási rendszerek előírják

Az SGMF meghatározásainak összekapcsolása az ISO szabvány referenciákkal megfelelő kiindulási pont az egyes zónák kijelölése, és a biztonságos üzemeltetés meghatározásához. A minimális követelményeket közvetlenül a szabványokból, a közvetlen/numerikus számításokból vagy a modellezésből kell levezetni meghatározva a minimálisan szükséges kontroll zónákra és a terület meghatározására.

Ugyanakkor az egyes zónák pontos kijelölésének és területükön való eljárási szabályok, bevihető eszközök, jelölések és az ott tartózkodni jogosult személyzeti feltételek meghatározása során nem elegendő önmagában a jelölt szabályozókra hagyatkozás. A részletszabályok és az egyedi döntések meghozatalakor, engedélyezéskor figyelemmel kell lenni az iparági jó gyakorlati feltételeire, az eszközparkra és így különösen az együttes folyamatok párhuzamos alkalmazhatóságának vizsgálatára is.

Bevált jó gyakorlat a kontroll zónák terén:

A kontroll zónák a biztonság alapelvei az LNG-üzemanyag ellátásban, ezért az EMSA iránymutatás is felhívja rá a figyelmet, hogy a rendelkezésre álló szabványok, alapelvek mellett az egyes kontroll zónák meghatározásánál be kell tartani további, a bevált jó gyakorlat alapján lefektetett alapszabályt:

- A kontroll zónák védelmi rétegekként működnek; csak együttesen, megfelelően összehangolt paraméterekkel tudják hatékonyan a biztonságot növelni, a kockázatokat csökkenteni.
- A kontroll zónák között nincs hierarchia. Eltérő kockázatok kezelése céljuk, de csak együttesen alkalmasak minden veszélyforrás elhárítására az LNG üzemanyag ellátási folyamatok során.
- A biztonságos zónának mindhárom dimenzióban nagyobbak kell lennie, mint a veszélyes zónáknak.
- A megfigyelési és ellenőrzési területnek nagyobbak kell lennie, mint a biztonsági zónának
- A veszélyes zónák mindig jelen vannak, míg a biztonsági zónák, valamint a megfigyelési és a biztonsági zónák csak az aktív üzemanyag ellátás során kerülnek alkalmazásra.
- A biztonsági zóna megfelelőségének egyetlen mércéje a végrehajtás által biztosított védelem szintje. A biztonsági zónákra vonatkozó különféle számítási módszerek csak a becsült gyúlékonysági mértékek ismeretében végezhetőek el. Minden esetben egyedileg is fel kell mérni a

helyi feltételeket, az infrastruktúrát és biztosítani kell, hogy a kiszámított biztonsági távolság megfelelő legyen a tervezett védelemhez.

- A biztonsági távolság kiszámítását befolyásoló tényezők:

1. üzemanyag ellátási folyamatok paraméterei (pl.: nyomás, hőmérséklet)
2. a túlzott BOG-generáció (**generating Boil-Off-Gas**) lehetősége /A tartályban lévő LNG folyamatosan párolog, így gázt veszít, idővel megváltoztatja az LNG minőségét/
3. Időjárási tényezők (különösen a szél)
4. Egyéb tevékenységek a közelben (különösen azok, amelyek biztonsági távolságokat is igényelnek)
5. Helyi infrastruktúra
6. Az érintett hajó egyedi jellemzői
7. A kockázatértékelés eredményeként végrehajtott biztosítékok

A biztonságos üzemelés alapvető feltétele a kontroll zónák tényleges betartása és rendszeres ellenőrzés, felülvizsgálata; különös tekintettel az NLG technológia fejlődésére, új megoldások bevezetésére vagy épp a forgalomnövekedésre. Az EMSA iránymutatás széleskörű technikai, műszaki instrukciókat is tartalmaz ekörben, melyek megfelelő szakismeret és a hazai gyakorlati tapasztalat alapján mindenképp érdemes felülvizsgálat tárgyává tenni.

Az egyidejű műveletek (az un.: SIMOPS) és a kontroll zónák

Az LNG üzemanyag ellátást biztosító kikötők, illetve maguk az igénybevevő hajók, szállítási egységek több együttes funkciójából és a gazdaságos üzemelvekből is egyenesen következik, hogy jellemzően előforduló körülmény a kontroll zónákkal is szorosan összefüggő, az LNG üzemanyag ellátás biztonság- és kockázat értékelése szempontjából ugyancsak lényeges ún. SIMOPS.

Az EMSA iránymutatás az USCG CG-OES Policy Letter No. 01-17. szacikk, mint referencia szerinti definíciót használja e fogalomra. Ennek megfelelően a SIMOPS két vagy több, egyszerre végrehajtott művelettel járó folyamatok fogalmi halmaza, amikor legalább az egyik művelet egy LNG üzemanyag ellátási művelet.

A SIMOPS és egyes kombinációi – a hajó és a part közötti, vagy a hajók közötti, ha hajók közötti hajózásra szolgáló üzemmódot használják, vagy hajók közötti egyéb transzferek – biztonsági, környezeti és biztonsági aggályokat vet fel. A rakomány berakodása és kirakodása, a veszélyes áruk be- és kirakodása, valamint bármilyen egyéb áru be- és kirakodása (a raktárakat és a készleteket kikötői elhelyezése, mozgatása), az utasok beszállása/kiszállása, a vegyi és egyéb alacsony sebességű termékek kezelése,

további más üzemanyagok tankolása, vagy más eltérő tevékenység, mind-mind olyan SIMOPS-hoz vezethet, amely elvonhatja a kikötői személyzet, a legénység figyelmét az LNG üzemanyag ellátási műveletről.

Különösen lényeges ezért, hogy a hazai szakpolitikák erre is figyelemmel legyenek az NLG biztonsági és kockázatkezelési eszközök átvétele-kialakítása körében a SIMOPS, ezen belül különösen a biztonsági zónában vagy a fedélzeten végzett tevékenységek és a kapcsolódó kontroll zónák meghatározásokra.

Ezutóbbihoz az EMSA iránymutatása az alábbi szakmai referenciákat, mint szubszidiárius szabályozó eszközöket javasolja figyelembe venni:

- DNVGL-RP-G105 Edition October 2015 - Development and operation of liquefied natural gas bunkering facilities, Recommended Practice, DNV GL, 2015
- USCG CG-OES Policy Letter No. 01-17 - Guidance for Evaluating Simultaneous Operations (SIMOPS) during Liquefied Natural Gas (LNG) Fuel Transfer Operations
- LGC NCOE Field Notice 01-2017 – 14-Aug-17 - Recommended Process For Analysing Risk Of Simultaneous Operations (SIMOPS) During Liquefied Natural Gas (LNG) Bunkering
- LNG Bunkering Guidelines IACS Recommendation n. 142, on LNG Bunkering, IACS, 2016.
- Society for Gas as a Marine Fuel (SGMF) (2017) - Gas as a marine fuel, safety guidelines, Bunkering Version 2.0, February 2015

A biztonság és kockázatok körében szót kell, hogy ejtsünk az LNG üzemanyag ellátással kapcsolatos vészhelyzeti szituációk kezeléséről.

Az LNG technológia által használt eszközök jellegéből, az egymásra épülő rendszerek összetettségéből fakadóan számos kockázatelemzési módszer és azok alapján kidolgozott védelmi rendszer vészhelyzeti elhárító mechanizmus ismert.

Az EMSA iránymutatás a rendelkezésre álló szabványok és bevált ipari jó gyakorlat alapján az alábbi referenciák szabályozó eszközként történő alkalmazását, implementálását javasolja a tagállami szakpolitikák és a kikötői hatóságok, közigazgatási szervek részére:

- EN 1474-2 szabvány
- EN 12434 szabvány
- IACS Rec.142 5.2.2 fejezet
- EN 1474-1 szabvány
- EN 1474-3 szabvány
- ISO 20519 szabvány
- ISO 21903 szabvány

- ISO/TS 18683 (1-2 fejezet)
- ISO 20519 (1. fejezet 4.5.4 pont)
- IACS Rec. 142 5.9. fejezet
- IACS Rec.142 1.4.2 fejezet
- SGMF iránymutatás 6.4.2 fejezet
- IACS Rec.142 1.5.9, 1.5.10 fejezetek
- SGMF iránymutatások
- ISO/TS 18683 szabvány (Funkcionális követelmények F18)
- ISO 20519 szabvány (4.3 fejezet)
- SIGTTO ESD Arrangements & Linked Ship/Shore Systems for Liquefied Gas Carriers, SIGTTO First Edition 2009
- IACS Rec.142 5.4 fejezet
- ISO/TS 18683 szabvány
- DNVGL-RP-G105RP
- IACS Rec.142

II.2.6 Tanúsítás és akkreditáció

Tanúsítás

A tanúsítás arra vonatkozik, hogy az adott berendezés, annak egésze vagy annak részei, az eljárás, a művelet vagy a személyzet bizonyos jellemzői megerősítésre kerültek. LNG engedélyezés körében gyakran megkövetelik, hogy benyújtott koncepció terv részben vagy egészben a megfelelően egy már meglévő szabványnak, vagy rendelet szerinti műszaki specifikációnak.

Az LNG üzemanyag ellátás kapcsán a tanúsítás elsősorban az LNG üzemanyag-rendszerekre, berendezésekre és személyzetre vonatkozik. Különböző bonyolultságú rendszerekre alkalmazhatók, feltéve, hogy léteznek szabályok, szabványok és rendeletek a megfelelőségértékeléshez.

A jelenleg nemzetközileg irányadó szabványok, amelyek alapján tanúsított berendezések eljárások megfelelnek az LNG ipar bevált jó gyakorlatának:

- ISO 20519, ISO/TS 18683; valamint e két szabvány alkalmazási körében:

EN 1474-3:2008-12, 6.9; EN 1474-2; EN 12434; BS 4089; EN 1474-3:2008-12, 6.8; EN 1474-3:2008-12, 7.5; EN 1474-3:2008-12, 6.9; EN 1474-3:2008-12, 6 és 8. klauzula; ISO 28460; EN 1160; EN 1474-1; OCIMF Kikötési felszerelési irányelvek; IEC 60079; IGC/IGF kódexek; NFPA 70; NFPA 58; NFPA 59A; EN 13645; API 2003; ISO/TS 16901; ISO 28460; IEC 60092-502; EN 1474-1; ISO 28460; EN 1474-1:2008-12, 8.2.2; EN 1474-3:2008-12, Clause 5 EN 1474-1:2008-12, 8.4.1 EN 1474-1:2008-12, 8.4.2; EN 1474-1:2008-12, 8.4.3; ISO 28460 EN 1474-1:2008-12, 8.4.7; ISO 28460; EN 1474-1;

- EN ISO 20519, 4.3 fejezet
- EN ISO 20519, 4.3.2 fejezet
- EN ISO 20519, 4.3.9 fejezet
- IMDG kódex szerinti specifikációk

Akkreditáció

Az akkreditáció egy semleges harmadik fél általi hivatalos nyilatkozat arról, hogy a tanúsítási programot a vonatkozó szabványoknak vagy szabványoknak (például az ISO / IEC akkreditációs szabványok⁸⁵) megfelelően végrehajtották. Számos nemzet hozott létre külön testületeket, amelyek felelősek a független akkreditációért.

Az LNG-üzemanyag ellátás kapcsán az akkreditáció biztosítja a felhasználók számára az akkreditált testület kompetenciáját és pártatlanságát, amely felelős az LNG rendszerek és berendezések tanúsításáért, a folyamatokért és a képzésért.

Megjegyzés: A tanúsítás és az akkreditáció gyakran egymással felcserélhető kifejezések, de nem szinonimák.

Figyelemmel arra, hogy az irányadó felsőbb szabályozási eszközök keretein belül, irányelveknek megfelelően az egyes tagországi szakpolitikák nincsenek elzárva attól, hogy saját akkreditációs eljárásokat, szervezetet hozzanak létre, az EMSA iránymutatás egy keretjellelű indikatív akkreditációs eljárási folyamatot is közöl, mely alapul szolgálhat a tagországok és hatóságaik részére.

II.2.7 Minősítés és tréning

Az emberi tényező kulcsfontosságú a veszélyes üzem hajózási tüzelő/üzemanyag ellátás területén, különösen akkor, ha egy új technológia az LNG-t alternatív üzemanyagként kezeli a felhasználás során. Az üzemanyag vételezéstől a sürgősségi eljárásokig, a fedélzeti karbantartástól a gépek üzemeltetéséig

nagyon fontos, hogy a fedélzeti személyzet és a kikötői személyzet rendelkezzen az LNG biztonságos működéséhez szükséges kompetenciákkal.

IGF-kódex hatálya alá tartozó LNG hajók számára irányadó referenciaként az EMSA irányadó az STCW egyezmény az A/V3., A-V/3-1. és az A-V /3-2. szakasza szerinti, az alap- és az előrehaladó képzés minimális kompetenciaszintjére vonatkozó követelmények fogadhatók el.

Figyelemmel az LNG veszélyes üzemi jellegére, illetve arra, hogy a váratlan veszélyhelyzetek gyors elhárítása különösen lényeges e területen, különösen lényeges, hogy egyes LNG üzemanyag ellátási műveletekkel összefüggő minimális kompetenciaszinttel – összhangban az EN ISO 20519 szabvány 8. pontjával – a legénység valamennyi tagja rendelkezzen.

Európai Fenntartható Hajózási Fórum (ESSF) mind a tengeri, mind a belvízi utakon és a közúti közlekedésben az LNG képesítés és a képzés főreferenciájaként, előbbieket figyelembevételével, egy képzési mátrixot alakított ki. A mátrix segítséget nyújthat egy a jogi minimumkövetelményeken alapuló képesítési és képzési rendszerek tagállami kialakításához az LNG-üzemanyag ellátás területén.

A mátrix feltérképezi a különféle szabályozási rendszereket; célja az ellentmondó pontok és az esetleges átfedések megtalálása, az LNG műveletek különböző részeire irányadó eszközök teljes feltérképezése, a képzés és a kompetenciák fejlesztése és elismerése szempontjából.

LNG üzemanyag ellátási képzési mátrix:

Terület	Művelet	Kategória	Képzési és kompetenciák szabályozási eszköze	EMSA észrevételei
Tengerész et	LNG-hajók LNG-szállítás	Legénység	<ul style="list-style-type: none"> • IGC kódex • STCW megállapodás • IMO modell tanfolyam - Haladó képzés cseppfolyósított gázzalító tartályhajó-teherműveletekhez • Directive 2008/106/EK irányelv 	2008/106/EK irányelvvel összhangban értelmezendő
	LNG ellátó hajók	Legénység	<ul style="list-style-type: none"> • Res MSC.392(95) • IGF kódex C-1, D része • Res MSC.395 (95): a SOLAS-egyezmény módosításai • Res MSC.396 (95): az STCW egyezmény módosításai - Res MSC.397 (95): az STCW 	azonosítani kell 2008/106/EK irányelv módosítását

			<p>kódex módosításai</p> <ul style="list-style-type: none"> • STCW.7 / Circ.23 a tengerészek képzésével kapcsolatos ideiglenes útmutatásokról gázokkal vagy más alacsony lobbaspontú üzemanyaggal működő hajók fedélzetén • Az STCW körlevél tervezete az STCW kódex B. részének módosításáról • Ajánlat IMO-modelltanfolyam kidolgozására a tengerészek speciális képzési követelményeiről a gázokat vagy más alacsony lobbaspontú üzemanyagot használó hajók esetében - Norvégia 	
Belvízi utak	LNG-üzemű hajók	Legénység	<ul style="list-style-type: none"> • 91/672/EK irányelv • 96/50 EK irányelv • CCNR: A rajnai navigációs személyzetre vonatkozó rendelet (módosítás 2016. július 1-jén lép hatályba): a legénység speciális ismerete (4a. Fejezet) és a képzések tartalma (E2. Melléklet) • Rajnai rendőrségi rendelet (2015.12.1-jén hatályos módosítás): a személyzet képzési bizonyítványának követelménye 	
	LNG szállítás	Legénység	ADN 2015 megállapodás 2008/68/EK irányelv	a két forrás ütközik, az eltéréseket fel kell térképezni
Kikötők	LNG üzemanyag	műveletbe	<ul style="list-style-type: none"> • ISO TS 18683 (2015-01- 	

	ellátási műveletek	bevonat személyek	<p>15) Szabvány10. fejezet Képzés</p> <ul style="list-style-type: none"> • ISO / DIS 20519 LNG szabvány tervezete (a 05 / 02-05 / 05 konzultáción) - • fejezet Személyzeti képzés • CEN / TC 282 az LNG-berendezésekről és -berendezésekről: Ad hoc képzési csoport • Az IACS 142. ajánlata az LNG üzemanyag ellátásról • A kikötőire vonatkozó előírások az üzemanyag ellátásra és a veszélyes árukra • IAPH-iránymutatások (2015. január 3.6-as verzió): • I. Teherautó a szállításhoz • ii. Szállítás hajóra • iii. Töltő állomásról a hajóra • Seveso III irányelv • CCNR: Egy LNG üzemanyag ellátási ellenőrző listájának szabványa, a tehergépjármű-hajó kiadás 1.0-ra • SGMF LNG Bunkering Kompetencia Irányelvek 2017 (megvásárolható) 	
		Helyszínen tartózkodók	<ul style="list-style-type: none"> • Kikötői előírások és biztonsági menedzsment rendszer (SMS) • Munkavállalók egészségvédelmi és biztonsági szabályai 	
	LNG szállítás	Járművezetők	<ul style="list-style-type: none"> • ADR megállapodás • 2008/68/EK irányelv • ISO/DIS 16924.2 szabvány 	
Vasút	LNG szállítás	A vasúti infrastruktúra üzemeltetője	<ul style="list-style-type: none"> • RID megállapodás • 2008/68/EK irányelv 	felül kell vizsgálni

		és a fuvarozók		
LNG terminál	Az LNG feltöltés, gázvezetés és tárolása	LNG-infrastruktúra-üzemeltető	<ul style="list-style-type: none"> • 207/5000 • 2012/18 irányelv • A biztonságot és a környezetvédelmet érintő minősített létesítményekre vonatkozó nemzeti szabályozás • ISO és EN szabványok (vizsgálni kell) • Kikötői szabályozás • SIGTTO / OCIMF ajánlások • 	a CEN szabványokkal kapcsolatos folyamatban lévő munkáival együtt kell értelmezni
	LNG öltőállomások, uszályok feltöltése	LNG-infrastruktúra-üzemeltető	<ul style="list-style-type: none"> • 2012/18 irányelv • A biztonságot és a környezetvédelmet érintő minősített létesítményekre vonatkozó nemzeti szabályozás • Kikötői előírások 	tagállami jogszabályok felkutatását igényli
		Töltőállomás személyzet	<ul style="list-style-type: none"> • IGC Kódex • STCW egyezmény • IMO modell tanfolyam - Haladó képzés • Cseppfolyósított gázszállító tartályhajó-teherműveletek (bekapcsolva felülvizsgálat) • 2008/106/EK irányelv • Kikötői előírások 	2008/106/EK irányelvvel összhangban értelmezendő
		A belvízi hajózást irányító személyzet	<ul style="list-style-type: none"> • ADN 2015 megállapodás • 2008/68/EK irányelv • 96/50 / EK Irányelv • CCNR: a rajnai hajózási személyzetre vonatkozó rendelet és a rajnai rendőrségi szabályzat • Kikötői szabályozás 	
	LNG szállító, közúti gépjárművek, teherautók feltöltése	LNG-infrastruktúra-üzemeltető	<ul style="list-style-type: none"> • 2012/18/EK irányelv • A biztonságot és a környezetvédelmet érintő minősített létesítményekre vonatkozó nemzeti szabályozás • ISO és EN szabványok 	a CEN szabványokkal kapcsolatos folyamatban lévő munkáival együtt kell értelmezni

			(vizsgálni kell) • Kikötői szabályozás	
		Járművezetők	• ADR-megállapodás • 2008/68 / EK irányelv • ISO-EN szabványok (együtt kell vizsgálni a szabványokról szóló bizottsági határozat) • Kikötői szabályozás	vizsgálni kell ADR- az EU irányelveinek kollézióját
LNG üzemanyag-állomások	Teherautók utántöltése	LNG töltőállomások üzemeltetője	• 2012/18/EK irányelv • Nemzeti szabályozás a biztonságot és a környezetvédelmet érintő minősített létesítményekre vonatkozóan - ISO / DIS 16924.2 LNG állomások üzemanyag-ellátáshoz (19,5 képzés) • CEN/TC 326 szabvány	a CEN szabványokkal kapcsolatos folyamatban lévő munkáival együtt kell értelmezni
	Teherautók tartályürítése	Járművezetők	• 2008/68/Ek irányelv • ADR megállapodás • ISO és EN szabványok (vizsgálni kell) •	vizsgálni kell ADR- az EU irányelveinek kollézióját

II.3 VONATKOZÓ JOGSZABÁLYOK

- Az Európai Parlament és a Tanács 2014/94/EU irányelve (2014. október 22.) az alternatív üzemanyagok infrastruktúrájának kiépítéséről
- A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának (Brüsszel, 2017.11.08.)

II.4

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Az alternatív üzemanyagok infrastruktúrájának kiépítéséről szóló irányelv által meghatározott nemzeti szakpolitikai keret című program (2016)
- Szuchy Róbert (2017): A villamos energia belső piacára vonatkozó közös szabályok fejlődése és jövője. Patrocinium Kft., Budapest.
- EMSA Guidance on LNG Bunkering to Port Authorities/Administrations (31-01-2018; EMSA iránymutatás)

III. ÜZEMBIZTONSÁGI ALAPELVEK, KOCKÁZAT MENEDZSMENT, INTEGRÁLT IRÁNYÍTÁSI RENDSZEREK

III.1 AZ LNG FIZIKAI, KÉMIAI ÉS TERMODINAMIKAI TULAJDONSÁGAI

2015001 - cseppfolyósított földgáz

- Lobbanáspont: $<-306\text{ °F}$ ($<-188\text{ °C}$)
- Párolgási sebesség (n-butil-acetát = 1) :> 1
- Tűzveszélyesség: A folyékony LNG nem tűzveszélyes, de gőzei tűzveszélyesek.
- Alsó robbanási határ (térfogat% a levegőben): 5,0%.
- Felső robbanási határ (térfogat% a levegőben): 15,0%.
- Gőznyomás: Kb. 700 psia -110 °F -on
- Gőzsűrűség: 0,0435 - 0,0481 lb / ft³ 14,7 psia-on és 60 °F -on
- Relatív gőzsűrűség: 0,57–0,60 14,7 psia és 60 °F hőmérsékleten; 1,5, 14,7 psia és $<-160\text{ °F}$ mellett (Levegő = 1,0); MEGJEGYZÉS: A gőz sűrűsége nehezebb, mint a levegő, ha a gőz hőmérséklete kevesebb mint -160 °F ; ez a jelenség akkor fordul elő, amikor az LNG-gőzök eredetileg felszabadulnak az LNG folyadékból).
- Folyékony sűrűség: 3,5–4,0 lbs / gallon -260 °F -nél (H 2 0 = 8,33 lbs / gallon 60 °F -en)
- Relatív sűrűség / fajsúly: 0,43 -260 °F (H 2 0 = 1)
- Oldhatóság vízben: Elhanyagolható, 0,1% alatt
- Megoszlási hányados (n-oktanol / víz): Nincs adat
- Öngyulladás hőmérséklet: 537 °C (999 °F)
- Bomlási hőmérséklet: Nem alkalmazható
- Viskozitás: Nincs adat
- Párologtatás hője: 220 BTU / font
- Illékony százalék: 100
- Térfogat növekedés Folyadék-Gőz halmazállapot: Kb. 625-szörös

* N / A azt jelzi, hogy nem alkalmazható.

Reakciókészség: Amikor az LNG-gőzök megfelelő mennyiségű oxidálószerrel keveredik össze, (beleértve a levegőt is) és oxigén, gyulladási forrás jelenlétében ellenőrizetlen robbanásveszélyes reakció léphet fel.

Kémiai stabilitás: Az LNG ellenőrzött felhasználási körülmények között stabil.

Veszélyes reakciók lehetősége: Nem alkalmazható.

Kerülendő körülmények: Az LNG-gőzök rendkívül tűzveszélyesek és robbanásveszélyesek; Kerülje a hőt, a szikrákat, nyílt láng és minden lehetséges gyújtóforrást.

Kerülendő anyagok (Nem összeférhető anyagok): Az LNG-gőzök a levegővel robbanásveszélyes keverékeket képeznek. Kerülni kell továbbá az oxigént, és az erős oxidálószeret, például klór, klór-dioxid, bróm-pentafluorid, oxigén-difluorid, folyékony oxigén és nitrogén-trifluorid. Az LNG klórdioxiddal keverve spontán meggyullad. Kerülje a savakkal, alumínium-kloriddal és halogénekkal való érintkezést.

Stabilitás és reaktivitás

2015001 - cseppfolyósított földgáz

Veszélyes bomlástermékek: A termikus bomlástermékek tartalmazhatnak szénmonoxid, szén-dioxid, füst és más mérgező égéstermékeket.

Veszélyes polimerizáció: Nem ismert.

Rákkeltő hatás: Az LNG várhatóan nem okoz rákot. Ez az anyag nem szerepel a rákkeltő anyagok között a Nemzetközi Rákkutató Ügynökség (IARC), a Nemzeti Toxikológia Program (NTP) vagy OSHA adatárában

Ökotoxicitás: A kőolajgázok illékonyak, és gyors párolgás várható mind a talajról, mind a vízben.

Perzisztencia és lebonthatóság: Nem várható, hogy a talaj felszínén vagy a vízben bármilyen ideig megmarad.

Spontán fázisátalakulások termodinamikája

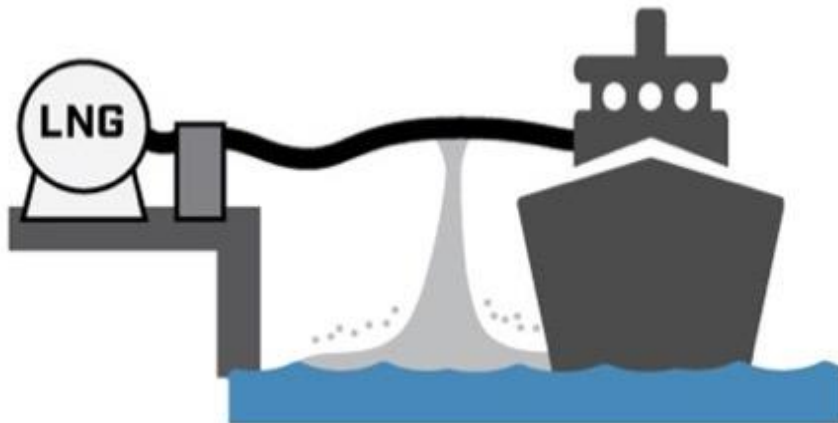
A cseppfolyósított földgáz (LNG) az eredeti térfogatának (kb. 1/600) kis hányadába tömörül cseppfolyósítás alatt. Az LNG-ben található gyúlékony anyag – zártság megszüntét követő – rapid párolgása során (hideg, nehéz gázként viselkedve) a mindenkori nyílt felszín felett helyezkedik el, keveredvén a levegővel tágul, ezen expanzió során a metán/levegő koncentrációja eléri, majd meghaladja az ARH 5% koncentrációt, majd a kiáramlás kontinuitása miatt eléri a FRH 15 % értéket, sőt azt is meghaladóan foglalja el a rendelkezésre álló teret. Ha felhő ezen mozgása során gyújtó forráshoz jut el, különböző típusú tüzek és/vagy robbanások alakulhatnak ki: deflagráció, detonáció, adiabatikus térfogatnövekedés, stb. A későbbiekben bemutatott eseteírás alapján a következmények rendkívül komoly voltára következtethetünk.

Amikor a cseppfolyósított földgáz vízen áramlik, ez vékony gőzfóliát képez, amely elválasztja a vizet. Erős keverés helyén ez a film megsérülhet, és az LNG közvetlenül érintkezhet a vízzel. Ilyen körülmények között az LNG gyorsan elpárologhat, ami gyors fázisátmenetet eredményez. A korábbi kiömlési kísérletekben a vízzel és a kiömlés első szélén az első keverési ponton gyors fázisátalakulásokat figyeltek meg.

A legsúlyosabb baleset, amely reálisan fordulhat elő egy feltöltött LNG-tartályhajó számára, az egy vagy több tárolótartály megsértése, és ennek következtében a cseppfolyósított földgáz kitárolása. A tengeri cseppfolyósított földgázzállítás során a rakomány elvesztéséhez vezető balesetek még nem merültek fel. Ez a biztonsági nyilvántartás legalább részben az LNG-tartályok kettőshéjú építésének és az LNG-tartály és a belső hajótest közötti elválasztásnak köszönhető, ami hatékonyan teszi a rakománytartály falát egy harmadik biztonsági akadályt a külső behatoláshoz.

III.1.1 LNG balesetek

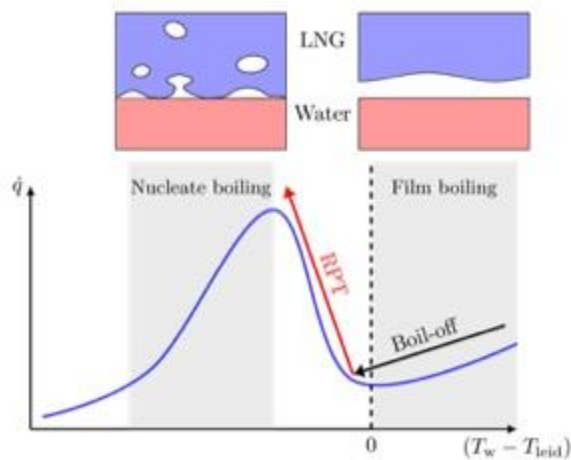
A tengeri/folyami (off shore, on shore) LNG-műveletek (termelés, szállítás vagy felhasználás) során fennáll annak veszélye, hogy az LNG a vízbe ömlik. Amint az az alábbi ábrán látható, az LNG (amely a víznél könnyebb) elpárolgás közben a víz felszínén kezd elterjedni. Noha ez gyakran további nagyobb esemény bekövetkezése nélkül történik, néha hirtelen robbanásveszélyes események fordulnak elő. Ezek detonációk, melyek a hangsebességet elérő tágulás következményei.



1. ábra Az LNG-kibocsátás forgatókönyvének vázlata a hajó / föld transzfer esetén (Forrás: https://www.researchgate.net/publication/237432231_Understand_LNG_Rapid_Phase_Transitions_RPT.)

Ahhoz, hogy megértsük, mi okozza a gyors fázisátmenetet, először meg kell értenünk, hogy miért nem történnek meg ezek meg az LNG víz felszínre történő kiáramlása során, minden esetben. Mivel az LNG

nagyon hideg (-162 Celsius fok) a felszíni vizekhez képest, a kiömlés szélsőséges forrási jelenséget eredményez, amelyet filmforrásnak neveznek: Az LNG a víz tetején terjed, legtöbbször anélkül, hogy érintkezne a vízzel, ugyanis egy milliméteres gőzfilm helyezkedik el a két folyadék között. Ez a párafólia szigeteléseként működik, amely viszonylag alacsonyan tartja a párolgási sebességet, így nincs rapid fázisátalakulás (RPT esemény). Az általánosan elfogadott elmélet az, hogy a gyors fázisátmenet - a film megszűnését – a gyors elforrás váltja ki. Amint az az alábbi ábrán látható, ez akkor fordul elő, amikor az LNG úgynevezett Leidenfrost hőmérséklete elég magasra emelkedik. A Leidenfrost hőmérséklete kezdetben túl alacsony ahhoz, hogy a film forrjon, hogy lebomoljon, de ez megváltozik, ha az LNG-nek elegendő ideje van a forráshoz.



2. ábra A „Forrásgörbe” vázlat.

A vízszintes tengely a vízhőmérséklet és az LNG-k Leidenfrost hőmérséklete közötti különbség, a függőleges tengely pedig a kapott hőáram. Az RPT akkor fordul elő, amikor $q = q(T_w - T_{leid})$ görbe átmegy a film forráspontjától (jobbra) a nukleátumok forrásához (balra) térrészbe.

Az energiaátvitel sebessége és ezáltal az illékony folyadék párolgási sebessége a hőmérsékletkülönbségtől, a folyadékok tulajdonságaitól és a folyadék jellegétől függ az érintkező, azaz a keveredési folyamat során. Ezek a feltételek lehetnek olyanok, hogy az energia átadás olyan gyors, hogy RPT előfordulhat. Az RPT jelenségei sztochasztikus jellegű termodinamikai és hidrodinamikai hatások.

2004, január 19., Skikda , Algéria

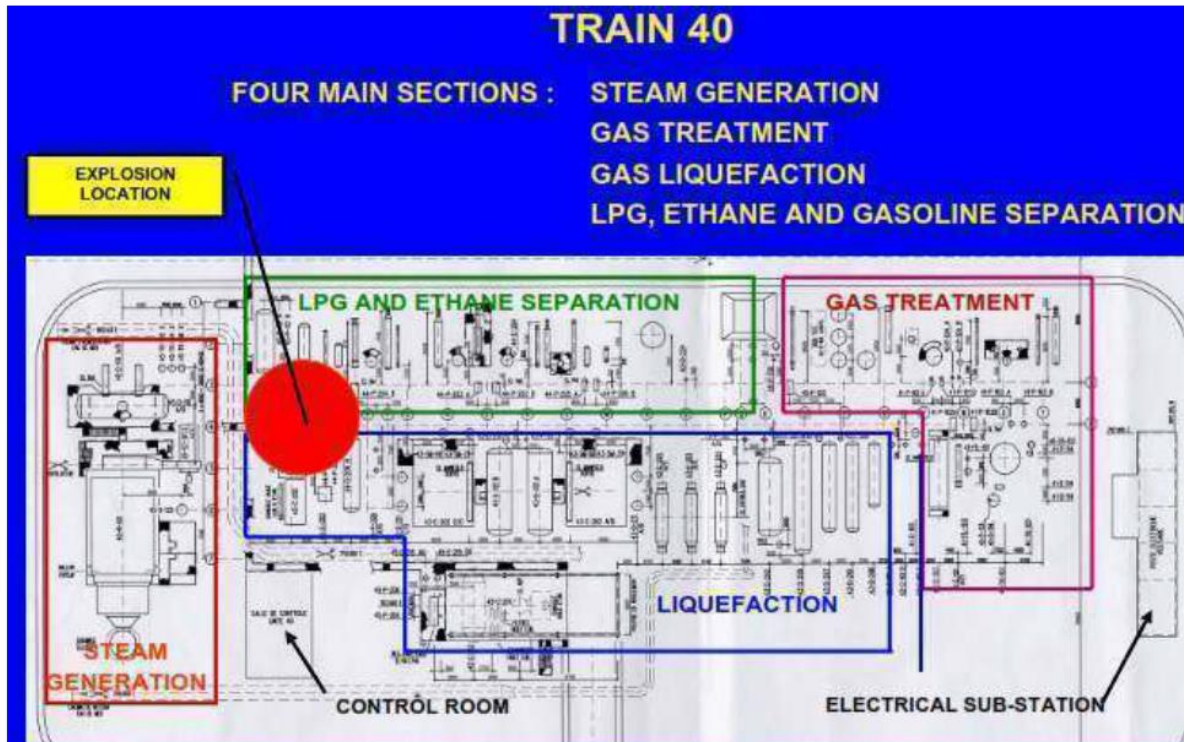
(*Forrás: Emergency and incident response study /Masterplan/*)

Robbanás a Sonatrach LNG cseppfolyósító létesítményben. 27 ember halt meg, 56 megsérült, három LNG-vonat megsemmisült, egy tengeri kikötő megsérült, és a 2004. évi termelés 76% -kal csökkent az év során. A teljes veszteség 900 millió USD volt. Az LNG-cseppfolyósító vonat részét képező gőzkazán felrobbant, és hatalmas szénhidrogén-gáz robbanást váltott ki. A robbanás ott történt, ahol a propán és az etán hűtőtárolója található. Az egységek földrajzi eloszlása dominóhatást váltott ki a robbanások során. Nem tisztázott, hogy a cseppfolyósítási folyamat részét képező LNG vagy LNG gőz vagy más szénhidrogén gáz kiváltotta-e a robbanásokat. Az egyik jelentés, amely az Algériai Skikdában található Sonatrach Skikda LNG-üzem helyszíni ellenőrzéséről, az Egyesült Államok kormányának csapata által 2004. március 12-16-án szénhidrogének szivárgására utal, a hűtőközeg (cseppfolyósítás) rendszeréből származik.

Az alábbi képek önmagukért beszélnek:









III.2 KOCKÁZATMENEDZSMENT

III.2.1 A biztonság

A biztonság a kár bekövetkeztének elkerülése. A MIL-ASTD882B:1984-es szabvány definíciója szerint: „a biztonság mentesség olyan feltételektől, körülményektől melyek bekövetkezése halált, sérülést, foglalkozási ártalmat, készülékben, tulajdonban károsodást, illetve üzleti veszteséget okoz.”

A kár/sérülés fogalom a baleset bekövetkeztének életre, egészségre, környezetre és anyagi javakra vonatkozó elkerülendő eredményét jelöli. A biztonság és a kár az alábbi definíciókkal jellemezhető:

A biztonság nem más, mint a kár bekövetkeztének elkerülése, azaz ahogy a MIL-ASTD882B:1984-es szabvány definiálja: „a biztonság mentesség olyan feltételektől, körülményektől melyek bekövetkezése halált, sérülést, foglalkozási ártalmat, készülékben, tulajdonban károsodást, illetve üzleti veszteséget okoz.”

Mindezt tömören összefoglalják IEC 50(191) szabvány fogalom meghatározásai:

„Sérülés [harm]*: az egészség, az anyagi javak vagy a környezet sérülése, illetőleg károsodása.

Veszély [hazard]*: potenciális sérülés forrása, vagy potenciális sérülést jelentő helyzet, azaz a veszély potenciális kárforrás (IEC 61508/61551)

Veszélyes esemény [hazardous event]: sérülés okozására képes esemény.

Veszélyeztetés ennek megfelelően nem más, mint egy nem kívánt esemény bekövetkezésének lehetősége, azaz olyan helyzet, amelyben személyek vagy a természeti, gazdasági és műszaki környezet potenciálisan veszélyben van.

Műszaki rendszerek esetében tipikus veszélyhelyzet az, amikor egy eszköz, anyag, illetve készülék magasabb energiaszinten van, mint a környezete és eltérés van a tervezett üzemállapottól, paramétertől.” (A szerkesztő)

A veszély és a kockázat között lényeges különbségek fedezhetők fel:

A veszélyeztetés (hazard) a baleset bekövetkezésének lehetőségét reprezentálja, míg a kockázat magába foglalja azokat a forgatókönyveket, melyek a nem kívánt esemény bekövetkezéséhez társíthatók, meghatározva azok bekövetkezésének valószínűségét is.

Minden veszélyeztetéshez hozzárendelhető tehát egy bizonyos kockázat, amely függ az esemény bekövetkezésének valószínűségétől és az esemény következményeinek súlyosságától.

A kockázat tehát valamely adott veszélyes esemény előfordulása gyakoriságának vagy valószínűségének (F), valamint a következmény súlyosságának (C) a kombinációja:

(Megjegyzés: A C és F valószínűségi változók dimenziói nem lehetnek azonosak)

$$R=C \times F$$

Ahogy az egyenlet sugallja, hogy a kockázat nő a bekövetkezés gyakoriságának) és/vagy a következmény súlyosságának növekedésével.

Egy komplex, egymástól független elemekből álló rendszer esetében a teljes kockázat az egyes, egymástól független veszélyeztetésekhez kapcsolódó kockázatok összegeként határozható meg:

$$R=\sum C_i \times F_i$$

E meghatározáshoz kapcsolódik a rendszer fogalma [system], miszerint a rendszer egységes egész, amely tetszőleges bonyolultságú részhalmazokból: ember, eljárásrend, anyag, eszköz, berendezés, létesítmény és szoftver alrendszerekből állhat. A rendszert, mint elemekből álló egységes egészet együttesen alkalmazzák az előírt működési vagy kiszolgáló környezetben egy adott feladat, illetve cél teljesítésének érdekében. Ennek megfelelően a kockázatot magára termékre, illetve a termelési folyamatra vonatkozóan is elemezhetjük.

A kockázatmenedzsment nem más, mint a biztonság (safety) megfelelő szintű biztosítása. Ennek alapja a kockázatok azonosítása és minősítése. Elfogadható (tolerálható) kockázat (Acceptable vagy tolerable risk)

az azonosított kockázat azon része, amely további csökkentés nélkül is megengedett. Az elfogadható kockázat tehát az a kockázat, amely az érintettek (tervező, megrendelő, felhasználó, társadalom) számára elfogadható. (A halálos kimenetelű közlekedési balesetek gyakorisága hazánkban 2012-ben 541 volt (azaz, 541E-5/év kockázatnak felel meg). Az a tény, hogy naponta részt veszünk a közlekedésben igazolja, hogy elfogadjuk ezt a kockázatot, azaz a társadalom számára ez a szám elfogadható kockázatot jelent. Ennek ellenére természetesen folyamatosan szem előtt tartott célkitűzés a közúti balesetek számának csökkentése. E példa jól mutatja, nem egyszerű feladat, hogy miként definiáljuk, hogy hol van az elfogadható kockázat határa. Mindezek ellenére, az elfogadható kockázat meghatározása kulcsfeladat, ugyanis ez ad a kockázatcsökkentési tevékenység számára iránymutatást.

A nem elfogadható kockázat (Unacceptable Risk) az azonosított kockázat azon része, amit vagy megszüntetni, vagy csökkenteni kell.

A fennmaradó kockázat (Residual Risk) az azonosított kockázat azon része, ami a teljes kockázatkezelési folyamat után a kockázatcsökkentési tevékenység eredménye után megmarad és mértéke a sikeres kockázatmenedzsment esetén alacsonyabb, mint az elfogadható kockázat.

A biztonság (safety) tehát nem más, mint „Mentesség olyan feltételektől melyek bekövetkezése halált, sérülést, foglalkozási ártalmat, készülékben, tulajdonban károsodást és veszteséget, illetve üzleti veszteséget okozhat (MIL-ASTD882B)”. Biztonságról tehát akkor beszélhetünk, ha a kockázatértékelés során megállapítjuk, hogy nincs nem elfogadható kockázat, illetve olyan sikeres kockázatcsökkentési tevékenységet végeztünk, mely hatására a kockázat az elfogadható kockázati szintre csökkent (Mindez az ISO/IEC guide 50 szerint a biztonság definíciója).

Más értelmezésben a biztonság (safety, S) ellenálló képesség, azaz a veszélyeztetettségől mentes állapot valószínűsége, azaz

$$S=1/R$$

A funkcionális biztonságot az IEC 61508 szabvány az E/EP rendszerek hibából eredő meghibásodásokra visszavezethető nem megengedhető kockázattól való mentességként definiálja.

III.2.2 A szükséges kockázatcsökkentés meghatározása – ALARP alapelv

A műszaki rendszer tervezőjének és üzemeltetőjének általános kötelessége a kockázat "lehető legkisebb, észszerűen megvalósítható" (angol rövidítéssel: ALARP) szintre való csökkentése. Ugyanakkor tekintettel arra, hogy a kockázat nem szüntethető meg teljesen, szükségszerűen létezik arányosság a kockázat és annak csökkentésére irányuló intézkedések között. E kérdésből adódik a kockázatcsökkentés szükséges mértékének meghatározása. Az ALARP alapelv kifejtését a 3.sz Mellékletben találják.

III.2.3 Kockázatelemzés és kockázatmenedzsment

III.2.3.1 Kapcsolódó fogalmak

A kockázat kezelés, kockázat menedzsment [risk management] a kockázatelemzési, kockázatkiértékelési és kockázatszabályozási feladatokkal kapcsolatos irányítási elvek, eljárásrendek és gyakorlat módszeres alkalmazását jelenti. A kockázatmenedzsment bemutatását a 3.sz. Mellékletben találják. Az ábra mutatja, hogy a kockázatok kezelése kockázatértékelés és kockázat csökkentés/szabályozási lépésekből áll.

Kockázatelemzés:

- elemzés alkalmazási területének meghatározása,
- a rendelkezésre álló információk módszeres felhasználása a veszélyek azonosítása érdekében,
- kockázatbecslés

III.2.3.2 Kockázatmenedzsment életciklus az IEC 61508 szerint

A baleseti okok statisztikája azt mutatja, hogy a balesetek okainak jelentős része már a termék tervezése és gyártása során beépült a termékbe. E felismerés is azt sugallja, hogy a hiba és a megkívánt biztonsági szint fenntartása megelőzése a termék teljes életciklusára kell, hogy vonatkozzon. E fejezet célja, hogy az IEC 61508 szabvány szerint áttekintse az életciklus szemléletű elemzés legfontosabb tevékenységeit. A szabvány szerinti kockázatmenedzsment 16 lépésből álló tevékenységeinek kapcsolódásait az alábbi ábra mutatja.

A kockázatmenedzsment életciklus elemzését a 3. sz. Mellékletben találják.

III.2.4 Biztonságkritikus rendszerek

III.2.4.1 Megbízhatóság vs meghibásodás

Egy Projekt műszaki berendezéseinek HighTech szintje (például: gázipari megfelelése kriogén körülmények között), azok beszerzésének és üzembeállításának költsége, valamint az azoktól függő egyéb berendezések működése előtérbe helyezi a minőségi kérdéseket, amelyek egyik alapvető eleme a megbízhatóság.

Ilyen üzemeltetési körülmények között nyilvánvaló, hogy az elemek, ill. az azokból alkotott rendszerek megbízható működése nem csupán az elemet, rendszert magát érintik, hanem mivel az elemek a

rendszernek, a rendszerek pedig további, még nagyobb rendszereknek részei, ezért az egyes elem vagy részrendszer meghibásodása tovagyrúró hatást gyakorol és kihat a teljes rendszerre.

Tudjuk, hogy igen nagy munka- és költségráfordítással mőszaki berendezéseink biztonságos mőködését javíthatjuk, másképpen a váratlan meghibásodások előfordulási valószínűségeit csökkenthetjük. Érezzük ugyanakkor, hogy ennek a "megbízhatóság" növelésnek korlátai vannak.

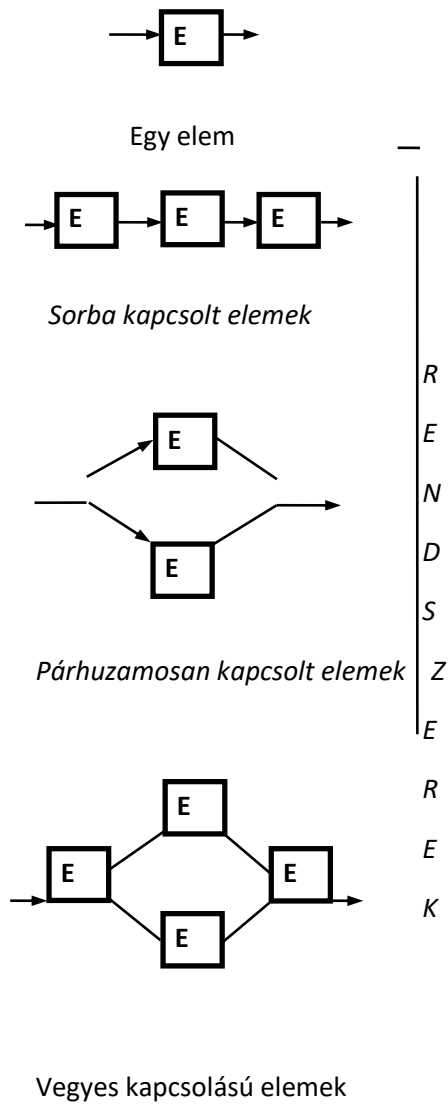
Az operációkutatásnak azt a területét, amely azokat az általános eljárásokat tanulmányozza, amelyeket a mőszaki berendezések tervezésekor és üzemeltetésekor a berendezések váratlan meghibásodására tekintettel a hatékony alkalmazás érdekében a célszerű figyelembe venni, megbízhatóság-elméletnek nevezzük.

A megbízhatóság-elmélet foglalkozik a berendezésekben fellépő meghibásodások keletkezésének törvényszerőségeivel, a meghibásodások előrejelezhetőségével, s keresi a megbízhatóság növelési lehetőségeit, kidolgozza annak módszereit.

Alapfogalmak

A rendszerek elemekből állnak. Egy elem meghibásodása akár a teljes rendszer mőködésképtelenségét eredményezi. Az elemek lehetnek javíthatók, ill. olyanok, amelyeket meghibásodás esetén már többé nem lehet felhasználni. A javítás lehet időigényes - ezalatt a rendszer áll -, de megtörténhet azonnal is (csere).

Rendszertípusok



A fentiek természetesen vonatkoznak a részrendszerekből álló rendszerekre is. A bonyolult rendszerek vizsgálatakor az egyes részrendszereket tekinthetjük elemeknek.

A rendszerek lehetnek soros felépítésűek, ebben az esetben egy elem (részrendszer) kiesése a teljes rendszer leállítását okozza, vagy párhuzamos szerkezetűek. Ez utóbbi esetben az elemek (részrendszerek) kiesése nem eredményezi a teljes rendszer kiesését, hanem csak teljesítményének csökkenését. A bonyolult rendszerek összetettek, vegyesen tartalmaznak sorba- és párhuzamosan kapcsolt elemeket egyaránt.

Az első meghibásodásig működő elem megbízhatósága

Itt az első meghibásodásig működő, nem javítható elemeket vizsgáljuk, ezen elemek megbízhatósági jellemzőit tanulmányozzuk. Az *elem* megnevezést a továbbiakban a rendszer osztatlan részeként fogjuk fel, de ez, amint arra a bevezetőben már utaltunk, tulajdonképpen lehet egy olyan eszköz, gép, berendezés stb. is, amelynek megbízhatóságát alkotórészeinek megbízhatóságától függetlenül, egységes egészként, vizsgáljuk.

Kezdjen az elem a $t = 0$ időpontban működni, s következzen be a meghibásodás a $t = \tau$ időpontban. Ekkor azt mondjuk, hogy ennek az elemnek az élettartama τ időhosszúságú volt.

Ha több elemre vonatkozóan folytatjuk megfigyeléseinket, azt tapasztaljuk, hogy a τ idő különböző hosszú lesz, értéke véletlenszerűen alakul. Mondhatjuk tehát, hogy τ egy valószínűségi változó, mégpedig, mivel bármilyen értéket felvehet, folytonos valószínűségi változó. Eloszlásfüggvényét ekkor így írhatjuk fel:

$$Q(t) = P(\tau < t)$$

ahol $Q(t)$ megadja a t időpontig bekövetkező meghibásodás valószínűségét. Amennyiben a függvény folytonos, létezik τ sűrűségfüggvénye, amit $Q(t)$ differenciálásával kapunk:

$$q(t) = Q'(t)$$

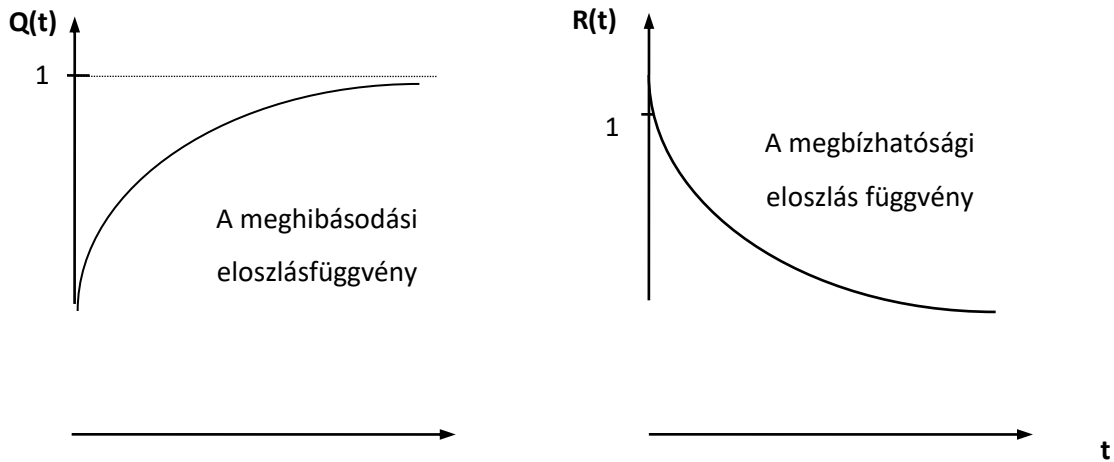
Ezek a feltételek a további számításokat leegyszerűsítik, a teljesülésük a gyakorlatban pedig természetesnek mondható, hiszen pl. $Q(t)$ szakadása azt jelentené, hogy egy meghatározott időpontban az elem egy bizonyos valószínűséggel meghibásodhat. Kivétel ez alól talán csak a kezdeti $t = 0$ időpont, minthogy egyes elemekre jellemző, hogy a bekapcsolás hirtelen terhelésekor vagy rejtett hibák miatt (gondtalan szállítás, tárolás) tönkremennek (pl. lámpaizzó). Az ilyen meghibásodás azonban a bekapcsoláskor azonnal felfedezhető és a rossz elem újra cserélhető.

A $Q(t)$ meghibásodási függvény helyett gyakrabban használjuk a megbízhatósági függvényt, azaz a hibamentes működés valószínűségének eloszlásfüggvényét:

$$R(t) = 1 - Q(t) = P(\tau > t)$$

A meghibásodási és a megbízhatósági függvények szokásos alakját az alábbi ábra mutatja.

A meghibásodási és a megbízhatósági eloszlás függvények



A megbízhatósági függvény monoton csökken, induláskor értéke $R(0) = 1$, $t \rightarrow \infty$ esetén $R(t) \rightarrow 0$.

Az $R(t)$ függvény alakját tapasztalati úton is meghatározhatjuk. Tételezzük fel, hogy meg kell határoznunk a függvény értékét egy meghatározott $t = t_0$ helyen, vagyis azt keressük, hogy mi a valószínűsége annak, hogy az elem a t_0 időpontig jól működik. E célból kiválasztunk N azonos elemet és hasonló feltételek mellett működtetjük őket, t_0 ideig.

Jelölje a kísérlet befejezésének időpontjáig meg nem hibásodott elemek számát n , ekkor nyilvánvaló, hogy keresett értéket az n/N hányados adja. Ha elegendően nagyszámú mintát vettünk, akkor az így megállapított érték közel lesz a keresett valószínűséghez: $n/N \rightarrow R(t_0)$.

Ha a számításokat több különböző $t = t_0$ időpontra elvégezzük, az $R_N(t)$ tapasztalati eloszlásfüggvényét kapjuk meg. Ennek a függvénynek az egyes pontjait az $n(t)/N$ tapasztalati úton kapott hányadosértékek adják.

Érdemes megjegyezni, hogy amennyiben a vizsgálatot csak egy t_0 időszakaszra folytattuk le, akkor ezen az időszakaszon túl a függvényről semmit sem tudunk meg, vagyis a kapott eredmények extrapolálása esetén kellő óvatossággal kell eljárunk.

Az $R(t)$ függvény ismerete alapján meghatározható a hibamentes működés átlagos hossza, ami tulajdonképpen a τ valószínűségi változó várható értéke:

$$T_0 = M(\tau) = \int_0^{\infty} t \cdot q(t) dt$$

Innen parciális integrálással a következő megállapítást tehetjük:

$$T_0 = -\left[t \cdot R(t)\right]_0^{\infty} + \int_0^{\infty} R(t) dt \approx \int_0^{\infty} R(t) dt$$

A meghibásodási ráta

Térjünk most át a megbízhatóság legfontosabb és legismertebb mutatójának, a meghibásodási rátának (mutatónak) kiszámítására. Működik egy elem hibamentesen a t időpontig. Szeretnénk tudni, hogy mi a valószínűsége annak, hogy az elem a t -tól a t_1 időpontig terjedő szakaszban is hibamentes lesz. Jelölje ezt a valószínűséget - A eseményt - $P(t, t_1)$, továbbá a $0, t$ időszakban való hibamentes üzemelés valószínűségét, amit B eseménynek tekinthetünk, $P(0, t)$. A keresett feltételes valószínűség ezek szerint:

$$P(t, t_1) = P(A|B) = \frac{P(AB)}{P(B)} = \frac{R(t_1)}{R(t)}$$

Az egyenlőség végén látható törtkifejezés azért írható fel, mert ha az elem a t, t_1 időtartamban jól működik, akkor a $0, t_1$ időszakban is (első meghibásodásig működő elem). Vezessük be a t_1 helyett a $t+\Delta t$ szimbólumot, akkor a $t, t+\Delta t$ idő alatt bekövetkező meghibásodás valószínűségét a következő képlettel számíthatjuk:

$$Q(t, t+\Delta t) = 1 - P(t, t+\Delta t) = \frac{R(t) - R(t+\Delta t)}{R(t)} = -\frac{R'(t)}{R(t)} \Delta t$$

Bevezetve a $\lambda(t) = -\frac{R'(t)}{R(t)}$ jelölést: $Q(t, t+\Delta t) \approx \lambda(t)\Delta t$.

A felírt összefüggésekből az látható, hogy a $\lambda(t)$ szám a megbízhatóság lokális jellemzője, az elem megbízhatóságát minden időpontban megadja. Másképpen ezt azt jelenti, hogy $\lambda(t)$ annak a valószínűsége, hogy az elem t időpontig kifogástalanul működik, s éppen a $t+\Delta t$ időszakban romlik el. Ha a Δt időszakos igen kicsi, mondhatjuk, hogy a meghibásodás éppen a t időpontban következik be. A $\lambda(t)$ függvényt meghibásodási rátának nevezzük.

Elvben a meghibásodási ráta kísérleti úton is meghatározható. Ehhez tulajdonképpen sok elem vizsgálatával meg kell határozni a t időpontot követő Δt rövid időszak alatt meghibásodott Δn elemszámot, s ezt kell viszonyítani a t idő alatti meghibásodásokhoz ($n(t)$):

$$\lambda(t) = -\frac{R'(t)}{R(t)} \approx \frac{R(t) - R(t + \Delta t)}{\Delta t \cdot R(t)} = \frac{\Delta n}{\Delta t \cdot n(t)}$$

Az exponenciális megbízhatósági eloszlás

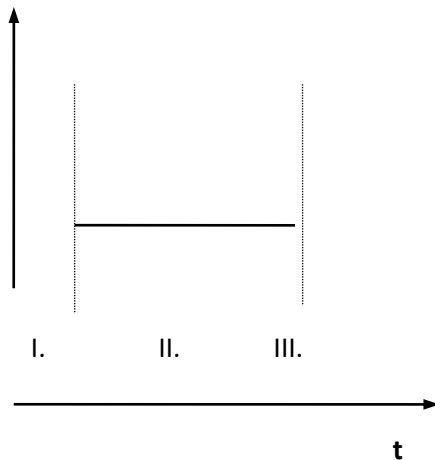
A tapasztalatok azt mutatják, hogy a $\lambda(t)$ függvényre a fentebb bemutatott görbe a jellemző. Ezen az ábrán három egymástól jól megkülönböztethető szakaszt láthatunk. Eleinte, az elem bekapcsolását követően, a meghibásodási ráta csökken. Ez annak a következménye, hogy egy sok elemet tartalmazó tételben mindig vannak rejtett hibás elemek, amelyek a "bekapcsolást" követően hamarosan üzemképtelenné válnak. Ezért is nevezik ezt az első időperiódust "kiégési" vagy más esetekben "bejáratási" szakasznak.

A második periódust a normális működés jellemzi. Ekkor a meghibásodási ráta többé-kevésbé változatlan. Az utolsó szakasz az "öregedés" ideje. Ekkor az elemek anyagaiban általában irreverzibilis változások állnak be, amelyek annak "öregedéséhez", s végső soron elromlásához vezetnek.

A meghibásodási rátának ez az alakulása nem feltétlenül általános érvényű. (Jól megszervezett minőségellenőrzés például az első szakasz hosszát lerövidítheti vagy annak meredekségét "ellapíthatja".)

A szokásos használat szempontjából mindenekelőtt az egyenes szakasz, az elem pótlása szempontjából pedig az a pont érdekes, ahol az egyenes emelkedni kezd.

A meghibásodási ráta görbéje



Az előző pontban a $\lambda(t)$ -re kapott összefüggésből a megbízhatósági függvény kifejezhető:

$$\int \lambda(t) dt = - \int \frac{R'(t)}{R(t)} dt,$$

$$\ln R(t) = \int \lambda(t) dt,$$

azaz

mivel $t = \text{konstans}$, ezért

$$R(t) = e^{-\int \lambda(t) dt} = e^{-\lambda t}$$

Az ilyen jellegű exponenciális megbízhatósági eloszlásfüggvény a mindennapi életben gyakori. A kapott összefüggésből meghatározhatjuk a meghatározhatjuk a meghibásodási sűrűségfüggvényt:

$$q(t) = \lambda e^{-\lambda t}, \quad \text{innen az átlagos élettartam:}$$

$$T_0 = \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} dt = \frac{1}{\lambda}$$

A konstans meghibásodási ráta tehát az elem várható élettartamának reciprokával egyenlő.

Az exponenciális eloszlású megbízhatóság meglehetősen elterjedt. Ennek magyarázata, hogy fizikailag nagyon is természetes, alkalmazása pedig egyszerű. Az exponenciális eloszlású megbízhatóságnak egy nagyon fontos tulajdonsága van, nevezetesen: adott t , $t+\Delta t$ időintervallumon belül hibamentes működés valószínűsége független a t időszak hosszától (vagyis a megelőző hibamentes működés időtartamától), azt csak a Δt idő nagysága befolyásolja. Más szóval, ha tudjuk, hogy az elem az adott időpontig jó volt, akkor a jövőbeni viselkedése nem függ attól, hogy ez az üzemképes szakasz (a múlt) milyen hosszú volt:

$$P(t, t + \tau) = \frac{e^{-\lambda(t+\tau)}}{e^{-\lambda t}} = e^{-\lambda\tau}$$

A használati időtől függő elemek megbízhatósága

„Öregedőnek” nevezzük azokat az elemeket, amelyek meghibásodási rátája monoton nem-csökkenő, azaz bármely $0 < t_1 < t_2$ értékre $\lambda(t_1) \leq \lambda(t_2)$ nagyságú. Ez másképpen azt jelenti, hogy az elem megbízhatósága az idő múlásával vagy változatlan marad vagy csökken.

Megállapíthatjuk, hogy a monoton nem-csökkenő meghibásodási rátájú elem meghibásodási függvényére feltétlenül igaz, hogy

$$R(t) < e^{-\frac{t}{T_0}}, \quad \text{ha } t < T_0.$$

A levonható következtetés az, hogy az öregedő elem megbízhatóságának becslésére használhatjuk az exponenciális eloszlást, ha az összefüggésbe a valamilyen módon sikeresen megbecsült valódi átlagos élettartamot helyettesítjük. Ekkor ugyanis a megbízhatósági függvényt alulról becsüljük, s így a valóságban az általunk előre jelzethez képest a megbízhatóság csak jobb lehet.

Felújítható elem megbízhatósága

Az előzőekben az elemek megbízhatóságát az első meghibásodásig vizsgáltuk. Bizonyos elemek a meghibásodást követően javíthatók. A javítás lehet gyors, s lehet időigényes is. Ebben a fejezetben ezt a két esetet vizsgáljuk.

Azonnal felújítható elem megbízhatósága

Kiindulásként feltételezhetjük, hogy a javítás (felújítás) ideje az elem élettartamához képest jelentéktelenül rövid, vagyis gyakorlatilag "egy pillanat alatt" történik.

A felújítási folyamat leírásában fontos szerepet kap egy $v(t)$ változó, ami a t időszak alatt bekövetkezett meghibásodásokat (és egyben felújításokat) jelöli. Ezzel - a csak nem negatív egész számokat felvehető - változóval kifejezhető a $H(t)$ felújítási függvény, ami a t időpontig bekövetkező meghibásodások

számának várható értékét mutatja. A meghibásodások száma a t_1, t_2 időintervallumban nyilvánvalóan $H(t_1) - H(t_2)$. A $H(t)$ függvény helyett használjuk annak deriváltját, a $h(t) = H'(t)$ függvényt, amelyet felújítási sűrűségfüggvénynek nevezünk, hiszen minden t időpontra megadja az adott helyen az egységnyi időre jutó meghibásodások számát.

Érdekes és gyakori felújítási esetet kapunk, ha a meghibásodások között eltelt időszakok hossza exponenciális eloszlású: $F(t) = 1 - e^{-\lambda t}$

Ilyenkor annak a valószínűsége, hogy a t időpontig összesen n meghibásodással kell számolnunk:

$$P_n(t) = \frac{(\lambda t)^n}{n!} \cdot e^{-\lambda t}$$

Ez az ismert Poisson eloszlás formulája. Tudjuk, hogy itt a várható érték λt , ezért ebben az esetben a felújítási függvény: $H(t) = \lambda t$, a felújítási sűrűségfüggvény pedig: $h(t) = \lambda$.

Ha hosszú időszakot vizsgálunk, ami alatt már sok meghibásodás következett be, akkor tetszőleges eloszlásfüggvényre igaz a következő határérték:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{H(t)}{t} = \frac{1}{T_0} = h$$

Ezt az állítást könnyen értelmezhetjük, hiszen ez nem jelent mást, mint azt, hogy hosszabb időszakra vonatkozóan a meghibásodások időegységenkénti átlagos száma közel egyenlő az elem átlagos élettartamának reciprokával, egy h konstanssal.

Ez másképpen azt jelenti, hogy a meghibásodások várható száma minden időpontban azonos, az idő múlásától független. (Az elem javítás után ugyanolyan jó lesz, mint azt megelőzően.)

Számottevő felújítási idejű elem megbízhatósága

Eddig feltételeztük, hogy a meghibásodott elem javítása azonnal megtörténik, s annak ideje elhanyagolható. A valóságban azonban gyakoribb az eset, amikor a felújítás időszükséglete nem elhanyagolható. (Gondoljunk arra, hogy maga a javítás sem kezdhető meg általában azonnal, pl. sokszor a hiba helyét is még meg kell találni, s a javítás maga is időigényes feladat lehet).

Most tehát egy olyan folyamatot vizsgálunk, amelyben az elem τ_1 véletlenszerű időtartamig működik, akkor meghibásodik, s kijavítják. A javítás τ'_1 időt vesz igénybe. Ezután az elem τ_2 ideig dolgozik, amikor ismét meghibásodik. A második javítás ideje τ'_2 ideig tart. Ez a folytatódik az n , $n+1$ stb. időszakaszokra is. Feltesszük, hogy minden τ_i és τ'_i időszakasz hossza független és azonos eloszlást követő véletlenszerű változó. Az eloszlásfüggvény:

• a működési szakaszokra $F(t) = P(\tau_i < t)$,

• a javításokra pedig $G(t) = P(\tau'_i < t)$.

Az így definiált rendszert számottevő felújítási idejű folyamatnak nevezzük. A vizsgált elem megbízhatóságának alapvető jellemzője a $K(t)$ készenléti tényező. Ez a gyakorlat szempontjából nagyon fontos, s annak a valószínűségét mutatja, hogy az elem a t időpontban éppen működik-e. Levezetés nélkül közöljük, hogy amennyiben t tart a végtelenhez, a $K(t)$ függvény egy K stacionárius függvényhez közelít, amelyre igaz, hogy

$$K = \lim_{t \rightarrow \infty} K(t) = \frac{1}{T^m + T^j} \int_0^{\infty} [1 - F(x)] \cdot dx, \quad \text{ahonnan}$$

$$K = \frac{T^m}{T^m + T^j}$$

itt T^m hosszabb idő eltelte után a hibamentes működés időszakaszainak átlagos hossza,

T^j hosszabb idő eltelte után a javítással töltött idők átlagos hossza.

Rendszerek megbízhatósága

Rendszeren olyan berendezést, berendezések csoportját értjük, amely bizonyos megbízhatósággal működő részekből áll. Ezeket elemeknek nevezzük, függetlenül attól, hogy az így elemnek tekintett berendezés esetleg további elemekből tevődik össze. Feltesszük, hogy az elemek egymástól függetlenül hibásodnak meg, azaz bármely elem is menjen tönkre a rendszeren belül, ez nem okozza más elem vagy elemek meghibásodását. (De persze okozhatja a teljes rendszer működésképtelenségét!)

Először a nem-javítható, vagyis az első meghibásodásig működő rendszereket tekintjük át, majd a felújítható rendszerekkel foglalkozunk.

A rendszer struktúráját és működését annyira ismerni kell, hogy az elemek közötti kapcsolatokat meg tudjuk határozni. A rendszerekben az elemek közötti kapcsolat lehet soros, ami az elemek egymás utánosságát jelenti, és párhuzamos, ami szerint több hasonló funkciójú elem egyidejűleg működik.

Soros rendszerek megbízhatósága

A soros rendszerben az elemek egymás után vannak kapcsolva, ahogyan azt a legelső ábra mutatja. Azonnal látható, hogy ebben a rendszerben bármely elem meghibásodása azonnal az egész rendszer leállításához vezet.

A rendszer t időpontig tartó hibamentes működéséhez az szükséges, hogy eddig az időpontig minden elem jól dolgozzon. Mivel az elemek megbízhatósága egymástól független, ezért a keresett valószínűséget az

$$\mathbf{R(t) = R_1(t) \cdot R_2(t) \dots R_n(t)}$$

szorzat adja. Kifejezhetjük ugyanezt a meghibásodási rátával is, hiszen a fenti összefüggés így is felírható:

$$e^{-\int_0^t \lambda(x) dx} = e^{-\int_0^t \lambda_1(x) dx} \cdot e^{-\int_0^t \lambda_2(x) dx} \dots e^{-\int_0^t \lambda_n(x) dx}, \quad \text{azaz}$$

$$\mathbf{\lambda(t) = \lambda_1(t) + \lambda_2(t) + \dots + \lambda_n(t)}$$

Soros kapcsolású rendszerben a meghibásodási ráták összegződnek. Ha az elemek megbízhatósága exponenciális eloszlású, akkor a rendszeré is az lesz. Ha egy ilyen rendszerben az egyes elemek élettartamának átlagértéke T_i , akkor a rendszer működési idejének várható értéke az alábbi lesz:

$$T_0 = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{T_i}}$$

Párhuzamos kapcsolású rendszerek megbízhatósága

A rendszerben lévő elemek akkor vannak párhuzamosan kapcsolva, ha az egyik elem kiesése nem okozza a teljes rendszer leállítását, legfeljebb teljesítőképességének csökkenését. Az ilyen rendszer teljesen csak akkor válik üzemképtelenné, ha valamennyi párhuzamosan kapcsolt elem meghibásodik.

Az elemek most is függetlenek egymástól, ezért a teljes leálláshoz az összes független elem egyidejű meghibásodása szükséges:

$$Q(t) = Q_1(t) \cdot Q_2(t) \dots Q_n(t)$$

Ha minden elem megbízhatósága azonos, akkor

$$Q(t) = Q^n(t)$$

Felújítható rendszerek megbízhatósága

Itt megint két eset különböztethető meg. Egyes rendszerekben az elemek azonnal kicserélhetők, más esetekben a hiba megkeresése, okának feltárása és kijavítása tetemes időt igényel.

Azonnal javítható rendszer megbízhatósága

Először azt az esetet vizsgáljuk, amikor a rendszer meghibásodott elemeit azonnal ki tudjuk javítani, cserélni. Az előzőekhez hasonlóan itt is feltételezzük, hogy a kijavított elem eredeti tulajdonságait teljes egészében visszanyeri, vagy a kicserélt elem pontosan megegyezik az előzővel. Feltételezzük természetesen továbbra is az elemek függetlenségét.

A rendszer gyakran olyan hosszú ideig működik, hogy minden eleme többször is meghibásodik. Ilyenkor az egyes felújítási folyamatok stacionáriussá válnak, s így a rendszer meghibásodási folyamata szintén stabilizálódik. Minden elem felújítási sűrűségfüggvényére igaz, hogy

$$\lim_{t \rightarrow \infty} h_k(t) = \frac{1}{T_k} ,$$

ezért a rendszer meghibásodási intenzitásának létezik határértéke, mégpedig:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} h(t) = h_0 = \sum_{k=1}^n \frac{1}{T_k} .$$

Ebből következik, hogy a rendszer hibamentes működésének átlagos időhossza:

$$T_0 = \frac{1}{h_0} = \sum_{k=1}^n \frac{1}{T_k} .$$

Számottevő javítási idejű rendszer megbízhatósága

Itt most azokról a rendszerekről lesz szó, amelyeknek ha egy-egy elemük meghibásodik, akkor azok kijavításához, cseréjéhez annyi időt kell figyelembe venni, ami már nem hanyagolható el. A rendszerek az elemek javítása közben különbözőképpen viselkedhetnek:

- Bármely elem felújítása során a rendszer áll, kikapcsolt állapotban van. Ezen idő alatt, mivel a rendszer nem működik, a többi elem változatlan marad, "nem öregszik", ezért a felújítás befejezésének időpontjától úgy kezd el dolgozni, mintha a felújítás egy pillanat alatt ment volna végbe.
- Bármely elem felújítása alatt az összes többi elem tovább működik. Az elem meghibásodása nem hat ki a többi elemre, s az elem felújítási ideje sem függ attól, hogy időközben más elemek is meghibásodnak. (Ez olyan rendszere esetében lehetséges, amelyeknél egy-egy elem kiesése nem okozza a teljes rendszer leállítását. Példaképpen

említhető egy telefonközpont, amelyben időről-időre egy-egy vonal elromlik, ezeket javítani kell, de a teljes rendszer ettől függetlenül működik.)

Felújítás alatt kikapcsolt rendszer

Feltételezzük, hogy a rendszer elemeinek száma nagy, s az egyes elemek meghibásodási intenzitása az egész rendszer meghibásodási intenzitásához képest kicsi.

Itt használni kell a számottevő felújítási időt igénylő elemek megbízhatóságának vizsgálatakor bevezetett K készenléti tényezőt. Hosszabb idő eltelte után a rendszer működésének átlagos ideje megegyezik az egységnyi idő alatt bekövetkezett meghibásodások számának reciprokával, azaz:

$$T^m = \frac{1}{\sum_{k=1}^n h_k} = \frac{1}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{T_k^m}}, \quad \text{ahol}$$

h_k a k -adik elem meghibásodási intenzitása (egységnyi időre jutó meghibásodások számának átlaga)

T_k^m a k -adik elem átlagos hibamentes működési ideje

Ezzel a rendszerre vonatkoztatott készenléti tényező:

$$K = \frac{T^m}{T^m + T^j} = \frac{1}{1 + \sum_{k=1}^n \frac{T_k^j}{T_k^m}}$$

Nem bizonyítjuk, de a felújítás alatt kikapcsolt rendszer, ha az elemek száma elegendően nagy, s azok meghibásodása egymástól valóban függetlenül következik be, Poisson folyamattal jellemezhető, s ezért a meghibásodások között eltelt időhosszak exponenciális eloszlásúak. Ez az eloszlás az előbbieken kiszámított készenléti tényezővel a rendszerre a következőképpen írható fel:

$$\mathbf{R}_r(t) = \mathbf{K} \cdot e^{-\frac{t}{T^m}}$$

Ez az összefüggés megadja, hogy mekkora a valószínűsége annak, hogy a rendszer t idő alatt nem áll le valamely elemének meghibásodása miatt.

Felújítás alatt bekapcsolt rendszer

A felújítás alatt bekapcsolt rendszer az egyes elemek meghibásodásakor nem áll le. Az elemet felújítják vagy kicserélik, miközben a rendszer folyamatosan üzemel (természetesen nem teljes kapacitással).

Az ilyen rendszerben az elemek vagy jók, vagy hibásak. Minden elemnek nyilván csak ez a két állapota lehetséges: működik, vagy javítják. A teljes rendszerre vonatkoztatva a hibamentes működés átlagos ideje itt tulajdonképpen azt az átlagos időt jelenti, amikor a rendszer valamennyi eleme éppen dolgozik.

Hasonlóképpen értelmezhető a készenléti tényező is. Ez, ha az elemek száma a rendszerben nagy, igen alacsony érték lehet, hiszen megegyezik az egyes elemek készenléti tényezőinek szorzatával, amelyek mind egynél kisebb pozitív értékek:

$$\mathbf{K} = \mathbf{K}_1 \cdot \mathbf{K}_2 \cdot \dots \cdot \mathbf{K}_n = \frac{T_1^m}{T_1^m + T_1^j} \cdot \frac{T_2^m}{T_2^m + T_2^j} \cdot \dots \cdot \frac{T_n^m}{T_n^m + T_n^j}$$

A megbízhatóság vizsgálatot a teljes életciklusra (a berendezés tervezése, a gyártása, és az üzemelése) az IEC 61508 szabvány terjesztette ki, mely számos iparág és alkalmazás számára egységes nyelvezetet és eljárás technikát ajánl. Az alapfogalmak bevezetésétől, a szakkifejezések definiálásán keresztül, a számítási és intézkedési eljárások áttekintéséig ad az egyes eszközök, valamint az eszközökből felépített rendszerek megbízhatóságára a szakhatóságok számára ellenőrizhető választ.

III.2.4.2 Biztonsági integritás –SIL értékek

Egy biztonsági rendszer akkor biztonságos funkcionálisan 100 %-ban, ha a véletlen meghibásodás, a közös meghibásodás és a szisztematikus meghibásodás nem vezet el a biztonsági rendszer hibás működéséhez, és nem eredményez emberi sérülést, vagy halált, környezetszennyezést, illetve anyagi károkat. Teljes mértékű funkcionális biztonság nem létezik, ugyanakkor az ilyen jellegű események bekövetkezésének várható/megengedhető gyakoriságát az úgynevezett SIL értékekkel jellemezhetjük.

Az előző fejezetben említett biztonságkritikus rendszerek kategóriájába való besorolás nem mindig egyértelmű feladat, különösen, hogy most már látjuk, a kockázatcsökkentési akciók után is mindig kell maradandó kockázattal számolnunk. A hibás működés következményei az egyes alkalmazási területeken rendkívül különbözőek lehetnek. A biztonsági integritás (safety integrity – a biztonság sértetlensége) annak valószínűsége, hogy egy biztonsági rendszer az előírt biztonsági funkciókat egy adott időszakban meghatározott körülmények között megfelelően végrehajtja: nem lépett fel veszélyeztető meghibásodás. Egy rendszerhez rendelt biztonsági integritási szint (SIL) meghatározza az alkalmazandó fejlesztési, tervezési, gyártási, üzemeltetési módszereket. Az IEC 61508 és az IEC 61511 szabványok definiálják a biztonság-sérthetlenség szint (SIL Safety Integrity Level) fogalmát és a szintek meghatározási módszereit. Az IEC 61508 szabvány vezette be a megkülönböztetést az alacsony működtetés igényű és a magas (vagy folytonos) működtetés igényű üzemmód között.

Az energiatermelésben a nem kívánt esemény következménye súlyosságának függvényében a kritikus rendszerekkel szemben általában SIL3 vagy SIL4 követelményeket támasztanak.

A SIL érték növelése a rendszer célirányos áttervezésével, a kritikus komponensek megbízhatóságának növelésével, illetve – a legkézenfekvőbb módon – redundáns mérő, szabályozó és beavatkozó elemek alkalmazásával érhető el. A redundancia alkalmazhatósága azonban gyakran korlátokba ütközik (költség, méret, súly és rendelkezésre álló energia).

A Biztonsági integritás részletes kifejtését a 3.s.z Mellékletben találják.

III.2.4.3 Hibafa-elemzés (Fault Tree Analysis - FTA)

A hibafa-elemzés (Fault Tree Analysis – FTA) egy adott balesetre vagy súlyos rendszerhibára (csúcsesemény) összpontosít, és az esemény okainak a meghatározásához ad eljárást. A hibafa olyan gráf, amely a berendezés meghibásodásainak (minimális hibaesemény kombinációk), a nem független meghibásodásoknak és az emberi hibáknak a kérdéses csúcseseményt eredményező különböző

kombinációit jeleníti meg. A minimális metszethalmazok meghatározásához a Boole-algebra szabályait alkalmazzák.

Az elemzés során alkalmazott számszerűsítés különbözőképpen történhet, pl. az alapesemény valószínűségének közvetlen becslésével, kinetikus elmélet alapján, Markov-láncok vagy Monte Carlo szimuláció alkalmazásával.

A hibafa-elemzés, mint minőségi elemzési módszer erőssége az, hogy meghatározhatók azok a berendezés-meghibásodási, nem független meghibásodási és emberi hiba kombinációk, amelyek a káros következmény kialakulásához vezethetnek. Ezzel az elemzőnek lehetősége nyílik arra, hogy megelőző intézkedésekkel az alaphibákat célozza meg, és csökkenthesse a bekövetkezési gyakoriságokat. A hibafa elemzés általánosan alkalmazható bármilyen rendszer esetében.

A hibafa-elemzés tehát egy fentről lefele építkező (top-down) szimbolikus logikai modellt, melyet a hibatartományon definiálunk és generálunk. Ezzel a technikával képesek vagyunk a csúcseseménytől vagy TOP eseménytől az elemi eseményekig visszakövetni a meghibásodás útvonalát, és meg tudjuk határozni a gyakori meghibásodást okozó elemeket. Az FTA magába foglalja a hibafa generálását, az elemi események (iniciátorok) meghibásodási valószínűségeinek meghatározását, ezen valószínűségek propagálását a csúcsesemény meghibásodási valószínűségének meghatározására.

A hibafaanalízis a tervező vagy ellenőrzést végző számára számos, különböző típusú eredményt szolgáltat. Ezek közül egyesek elsősorban a tervezést, a rendszer gyenge pontjainak feltárását segítik elő, míg mások számszerű eredményt adnak a rendszer paramétereiről.

Hibafa elemzés során tipikusan az alábbi feladatokat végezzük el, melyekre a tanulmány további részében részletesen kitérünk.

1. Hibafa generálás
2. Meghibásodási valószínűségek meghatározása
3. Cut halmazok azonosítása és kiértékelése
4. Path halmazok azonosítása

A Hibafa elemzés részletes kifejtését a 3.sz. Melléklet tartalmazza.

III.2.4.4 Hibafa generálás

A hibafa-elemzés első lépése a vizsgált rendszer megismerése. Ahhoz, hogy a hibafát felépítsük, előbb pontosan meg kell ismernünk a rendszer működését és azt, hogy a rendszeren belül az egyes elemek miként hibásodhatnak meg. Amennyiben csak korlátozott mennyiségű információ áll rendelkezésre a

vizsgált rendszerről, akkor szükség lehet arra, hogy meghibásodásmód és -hatás elemzéssel feltárjuk az összes lehetséges meghibásodást a rendszeren belül. Bármilyen megbízhatósági számítás megkezdése előtt definiálni kell azt az eseményt, amelynek szempontjából számoljuk a rendelkezésre állást (vagy rendelkezésre nem állást) és a meghibásodási gyakoriságot. Ez azért fontos, mert egy rendszer többféle funkciót valósíthat meg, és a különböző funkciók szempontjából más-más paraméterekkel rendelkezhet.

A Hibafa generálás részletes kifejtését és összefüggéseinek bemutatását a 3. sz. Mellékletben találják.

III.2.4.5 Meghibásodási valószínűségek számítása

A Meghibásodási valószínűségek számításának módjai és alternatíváinak bemutatását a 3.sz. Mellékletben találják.

Tervezés biztonságra és megbízhatóságra

A megbízhatóságra való tervezés egy szisztematikus és multidiszciplináris megközelítés, amely a korai koncepció kialakítása során játszik alapvetően fontos szerepet. Cél, hogy jelentősen csökkentsük a potenciális hibaokok felbukkanását – amelyek kialakulásukkal hibaláncolathoz vezethetnek – és növeljük a termék hasznos élettartamát.

A megbízhatóság-menedzsment kölcsönös kapcsolat kialakítását segíti elő a termék életciklus-szakaszai és a termékhez kapcsolódó rendszer életciklus folyamatai között. A termék életciklus-szakaszait az ellátandó feladatokhoz (funkciókhoz) illesztik. A termék életciklus-szakaszai a következők: a termék koncepciójának kialakítása, tervezés és fejlesztés, gyártás, üzemeltetés, karbantartás és selejtezés. Ezekhez a szakaszokhoz kapcsolják és ezekbe a szakaszokba építik be a rendszer megbízhatósági programjának feladatait, amelyek felölelik többek között a beszerzést, a szállítást, a tervezést és szabályozást (ellenőrzést), az értékelést.

A tervezés biztonságra és megbízhatóságra fejezet kifejtését a 3.sz. Mellékletben találják.

III.2.4.6 LNG SS Terminál Hibafa (FLT) vizsgálata

Az LNG SS Terminál Hibafa (FLT) vizsgálatának elemzését a 3.sz. Mellékletben találják.

III.2.5 Következmény analízis

A metszethalmazok (cut set) – azok a részhalmazai a hibafának, melyek bekövetkezése 1 valószínűséggel a csúcsesemény kialakulásához vezet – azt mutatják, hogy a duplafalú, vákuumszigetelt tartályok a szénacél külső héj miatt a legtöbb figyelmet igényelnek. Ennek az a következménye, hogy 150 m³-es C típusú hengeres tartályok álló, illetve fektetett telepítésben spontán megsérülhetnek úgy, hogy függetlenül az aktuális technológiától a csúcsesemény bekövetkezése adott, a terminal életciklusától független szám.

A Superchems kóddal elvégzett számításaink azt mutatják, hogy 4" körkeresztetszetű sérülést követő kiáramlás nyomásviszonyai, tömegárama, a sérülés geometriája, meteorológiai, felszíni érdességi viszonyok figyelembevételével az alábbi kiterjedésű LNG gőzfelhővel kell számolnunk:

Meteorológiai mátrix

C:\PROGRA~1\SAVEII~1\KEG.MET									
File									
Frequency distribution of weather types in wind direction									
St. Cl.	N - NE	NE - E	E - SE	SE - S	S - SW	SW - W	W - NW	NW - N	TOTAL
B - 1.5	0.0239	0.0039	0.0081	0.0097	0.0097	0.0084	0.0103	0.0256	0.0996
B - 4.0	0.0195	0.0055	0.0114	0.0137	0.0136	0.0118	0.0146	0.0361	0.1262
B - 8.0	0.0146	0.0041	0.0085	0.0102	0.0102	0.0088	0.0109	0.0270	0.0943
D - 1.5	0.0243	0.0068	0.0142	0.0171	0.0170	0.0146	0.0181	0.0450	0.1571
D - 4.0	0.0343	0.0096	0.0199	0.0241	0.0239	0.0206	0.0255	0.0634	0.2213
D - 8.0	0.0156	0.0072	0.0149	0.0180	0.0178	0.0154	0.0191	0.0473	0.1553
F - 1.5	0.0058	0.0015	0.0023	0.0036	0.0035	0.0049	0.0079	0.0129	0.0424
F - 4.0	0.0081	0.0022	0.0033	0.0051	0.0047	0.0070	0.0111	0.0181	0.0596
F - 8.0	0.0060	0.0016	0.0024	0.0038	0.0033	0.0052	0.0083	0.0135	0.0441
TOTAL	0.1521	0.0424	0.0850	0.1053	0.1037	0.0967	0.1258	0.2889	0.9999

A 150 m3 LNG kiáramlásának frekvenciája 1,24E-7 esemény/év(hibafa)

A kialakuló 5%-15% ARH-FRH LNG-levegőelegy méretei:

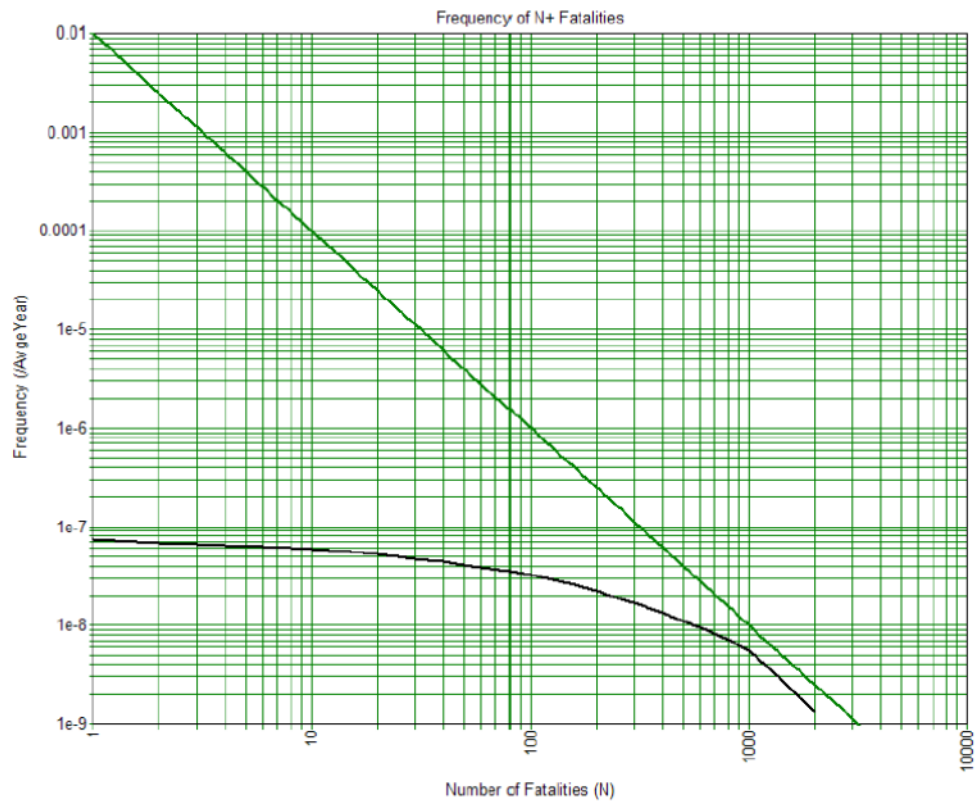
	195 nap/6:00	315 nap/6:00	195 nap/6:00	315 nap/6:00
RELEASE OF LNG FOLLOWING FAILURE OF LOADING HOSE OR ARM				
Wind speed, (m/s)	2	2	10	10
Stability class (A=0/B=1/C=2/D=3/E=4/F=5)	1	4	3	3
Vapor space tank pressure, (Pa) 5E+05				
Average mass flow rate (kg/s) 89.7				
Discharge duration (s) 590				
Lower flammability limit (vol percent) 50000				
Limiting concentration reached in slumping phase				
Time	97	157	27	23
Downwind distance	193	314	182	154
Semi-width	103	189	37	47



10⁻⁸ Kockázati görbe

Egyéni Kockázatot

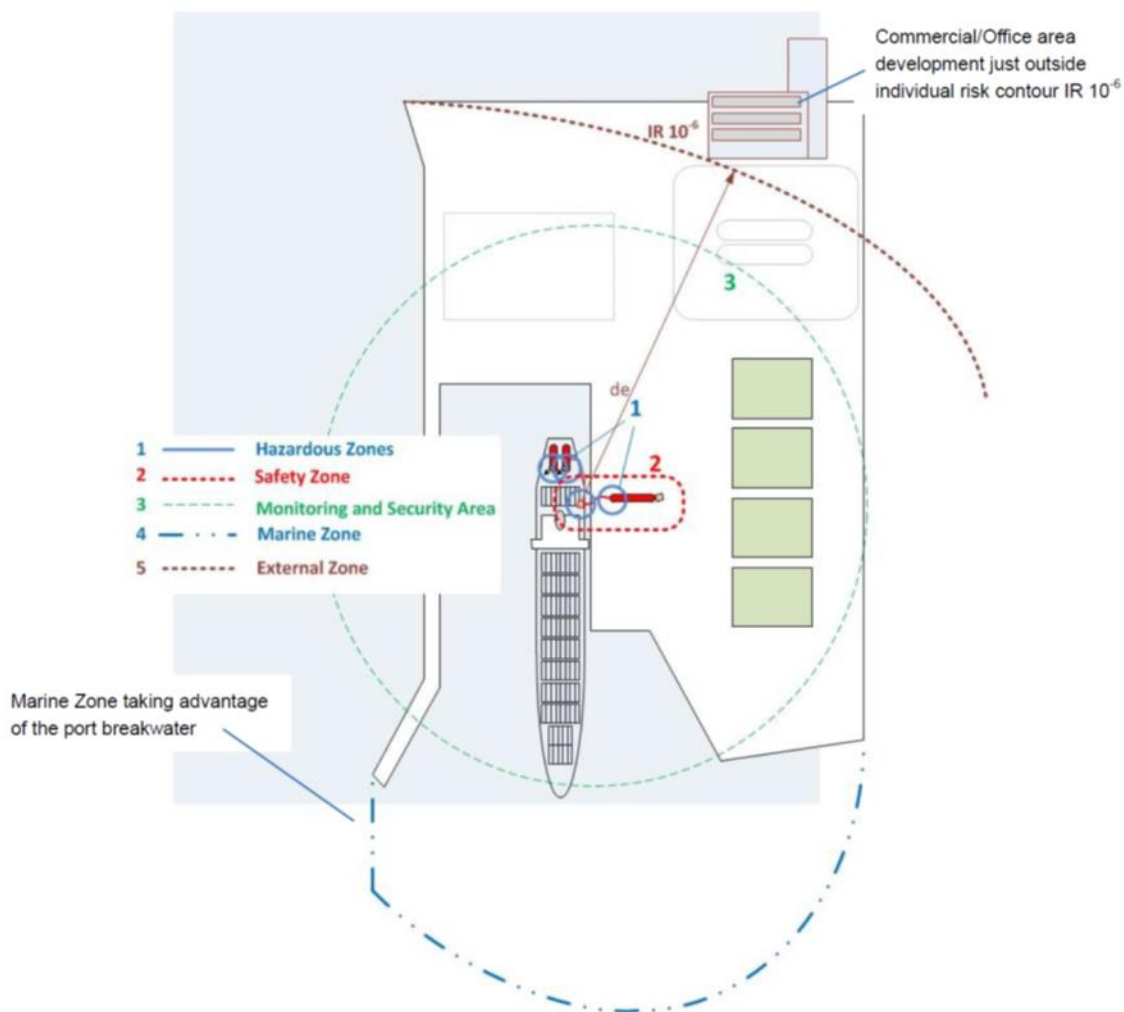
$1,24E-7 \times (0,1258 \text{ W-NW} + 0,2889 \text{ NW-N}) = 5,18E-8/\text{év}$ azaz a 154 m sugarú kör $1E-7/\text{év}$, a 314 m sugarú kör $1E-8/\text{év}$ izokockázati görbék érvényesek. A megvalósíthatóságot az alábbi társadalmi kockázat nem fogja érinteni.



Kontroll zónák (EMSA szerint)

A biztonság, védelem vagy üzemeltetés szempontjából a kontroll zónák létrehozása az egyik legfontosabb biztonsági elem, amelyet az SS LNG terminál esetében vizsgálni kell.

Az EMSA iránymutatása a bevált gyakorlati tapasztalatok figyelembevételével az LNG biztonsági kultúrának leginkább megfelelő kontroll zóna felosztás bevezetését javasolja.



Land Use Planing (Zóna-besorolás)

1. Külső zóna

Külső zóna: a meghatározott kockázati szinthez ($1E-6$ esemény/év) igazodó távolság, esetünkben ez kockázat $1E-7$, azaz 154 m sugarú kör, üzemeltetéstől független melynek középpontja a terminal síkgeometriájának súlypontja. olyan helyek uniója, ahol a nyilvánosság már jelen lehet.

2. Hajózási zóna Besorolás ZÓNA 1.

A 3/2003. (III. 11.) FMM-ESzCsM együttes rendelet A potenciálisan robbanásveszélyes környezetben levő munkahelyek minimális munkavédelmi követelményeiről c. rendelet 8. § (1) alapján "A munkáltatónak az irányítása alatt álló olyan munkaterületeket, ahol robbanóképes légtér kialakulhat, az 1. számú mellékletben meghatározott zónákba kell besorolni."

A zónabesorolás módját az MSZ EN 60079-10-1:2009 Robbanóképes közegek. 10-1: rész: Térségbesorolás. Robbanóképes gázközegek (IEC 60079-10-1:2008) c. szabvány, továbbá a MSZ EN 60079-10-2:2010 Robbanóképes közegek. 10-2: rész: Térségek osztályozása.

A Zóna1 besorolás tere

- - 0-ás zónát körülvevő tér,
- - a töltőnyílások környezete,
- - a töltő-és ürítő berendezések környezete,
- - üzemszerűen megbontásra kerülő szerelvények, csőcsatlakozások környező tere,
- - a tömszelencék környezete (pl. szivattyúké),
- - a biztonsági szelepek, szellőző-, lefúvó nyílások környezete, amelyek a lefúvást a szabadba végzik,
- - a tartályok védőgödrei és légzői, (valamint - a belső úszótetős tartálynak az úszó-és a merevtető közötti tere.)
- A zónában csak olyan energiaforrásokat szabad alkalmazni, és olyan berendezéseket vagy berendezésrészeket szabad beépíteni, amelyek üzemszerű meghibásodása esetén gyújtóforrást nem képezhetnek. A zónában az energiaforrás, berendezés robbanásveszéllyel szemben akkor tekinthető védettnek, ha normális üzemviszonyok között - és olyan üzemzavarok esetén, amelyekkel gyakran kell számolni - gyújtóképes szikra nem keletkezik és a legnagyobb üzemi vagy felületi hőmérséklete a használatos folyadékgyőz gyulladási hőmérsékletének (MSz 379: 82) 80 %-át nem éri el. A zónán belül erre a feltételre nem minősített járművek csak akkor közlekedhetnek, ha az érintett területen nincs robbanásveszély.

3. Megfigyelési és őrzési zóna: Besorolása ZÓNA 1

Robbanóképes gázközegek (IEC 60079-10-1:2008) c. szabvány, továbbá a MSZ EN 60079-10-2:2010 Robbanóképes közegek. 10-2: rész: Térségek osztályozása alapján.

ZÓNA 1 besorolás tere: Lásd: Előzőekben

Az ISO/TS 18683 és az ISO 20519 ISO szabványokban meghatározottak szerint: a megfigyelési zóna olyan zóna, ahol a hajóforgalmat és az egyéb tevékenységeket az LNG üzemi műveletek tartama alatt figyelemmel kell kísérni azzal, hogy annak mindig nagyobb területre kell kiterjednie, mint a biztonsági zóna.

A meghatározásban a „megfigyelt” kifejezés a biztonsági övezet vonatkozásában a legfontosabb kifejezés. Ez a kikötői hatóságok, közigazgatási szervek felelősségi körébe tartozik ez a művelet, így az

aktuális technológiai folyamat és a közelében zajló tevékenységek figyelemmel kísérése érdekében. hatósági jelenlét ajánlott.

4. Biztonsági és 5. Veszélyes zónák

Besorolás: Zóna 1 veszélyességi övezet: a helyiségben vagy a szabadtéren lévő anyagnak, gépnek, berendezésnek tűzvédelmi szempontból önállóan értékelendő környezete, térrésze. "(ma az övezet kifejezés helyett a zóna elnevezést kell használni)

Különböző zónák kaszkád működése

- A kontroll zónák védelmi rétegekként működnek; csak együttesen, megfelelően összehangolt paraméterekkel tudják hatékonyan a biztonságot növelni, a kockázatokat csökkenteni.
- A kontroll zónák között nincs hierarchia. Eltérő kockázatok kezelése céljuk, de csak együttesen alkalmasak minden veszélyforrás elhárítására az LNG technológiai folyamatok során.
- A biztonságos zónának mindhárom dimenzióban nagyobbak kell lennie, mint a veszélyes zónáknak.
- A megfigyelési és ellenőrzési területnek nagyobbak kell lennie, mint a biztonsági zónának
- A veszélyes zónák mindig jelen vannak, míg a biztonsági zónák, valamint a megfigyelési és a biztonsági zónák csak az aktív üzemanyag ellátás során kerülnek alkalmazásra.
- A biztonsági zóna megfelelőségének egyetlen mércéje a végrehajtás által biztosított védelem szintje. A biztonsági zónákra vonatkozó különféle számítási módszerek csak a becsült gyúlékonysági mértékek ismeretében végezhetőek el. Minden esetben egyedileg is fel kell mérni a helyi feltételeket, az infrastruktúrát és biztosítani kell, hogy a kiszámított biztonsági távolság megfelelő legyen a tervezett védelemhez.

A biztonsági távolság kiszámítását befolyásoló tényezők:

1. üzemanyag ellátási folyamatok paraméterei (pl.: nyomás, hőmérséklet)
2. a túlzott BOG-generáció (generating Boil-Off-Gas) lehetősége /A tartályban lévő LNG folyamatosan párolog, így gázt veszít, idővel megváltoztatja az LNG minőségét/
3. Időjárási tényezők (különösen a szél)
4. Egyéb tevékenységek a közelben (különösen azok, amelyek biztonsági távolságokat is igényelnek)
5. Helyi infrastruktúra
6. Az érintett hajó egyedi jellemzői

7. A kockázatértékelés eredményeként végrehajtott biztosítékok

Az egyidejű műveletek (az un.: SIMOPS) és a kontroll zónák

Az LNG üzemanyag ellátást biztosító kikötők, illetve maguk az igénybevevő hajók, szállítási egységek több együttes funkciójából és a gazdaságos üzemelvekből is egyenesen következik, hogy jellemzően előforduló körülmény a kontroll zónákkal is szorosan összefüggő, az LNG üzemanyag ellátás biztonság- és kockázat értékelése szempontjából ugyancsak lényeges ún. SIMOPS.

Az EMSA iránymutatás az USCG CG-OES Policy Letter No. 01-17. szakcikk, mint referencia szerinti definíciót használja e fogalomra. Ennek megfelelően a SIMOPS két vagy több, egyszerre végrehajtott művelettel járó folyamatok fogalmi halmaza, amikor legalább az egyik művelet egy LNG transzfer ellátási művelet.

A SIMOPS és egyes kombinációi – a hajó és a part közötti, vagy a hajók közötti, ha hajók közötti hajózásra szolgáló üzemmódot használják, vagy hajók közötti egyéb transzferek – biztonsági, környezeti és biztonsági aggályokat vet fel. A rakomány berakodása és kirakodása, a veszélyes áruk be- és kirakodása, valamint bármilyen egyéb áru be- és kirakodása (a raktárakat és a készleteket kikötői elhelyezése, mozgatása), az utasok beszállása/kiszállása, a vegyi és egyéb alacsony sebességű termékek kezelése, további más üzemanyagok tankolása, vagy más eltérő tevékenység, mind-mind olyan SIMOPS-hoz vezethet, amely elvonhatja a kikötői személyzet, a legénység figyelmét az LNG üzemanyag ellátási műveletről.

Különösen lényeges ezért, hogy a hazai szakpolitikák erre is figyelemmel legyenek az LNG biztonsági és kockázatkezelési eszközök átvétele-kialakítása körében a SIMOPS, ezen belül különösen a biztonsági zónában vagy a fedélzeten végzett tevékenységek és a kapcsolódó kontroll zónák meghatározásokra.

Ezutóbbihoz az EMSA iránymutatása az alábbi szakmai referenciákat, mint szubszidiárius szabályozó eszközöket javasolja figyelembe venni:

- DNVGL-RP-G105 Edition October 2015 - Development and operation of liquefied natural gas bunkering facilities, Recommended Practice, DNV GL, 2015
- USCG CG-OES Policy Letter No. 01-17 - Guidance for Evaluating Simultaneous Operations (SIMOPS) during Liquefied Natural Gas (LNG) Fuel Transfer Operations
- LGC NCOE Field Notice 01-2017 – 14-Aug-17 - Recommended Process For Analysing Risk Of Simultaneous Operations (SIMOPS) During Liquefied Natural Gas (LNG) Bunkering
- LNG Bunkering Guidelines IACS Recommendation n. 142, on LNG Bunkering, IACS, 2016.
- Society for Gas as a Marine Fuel (SGMF) (2017) - Gas as a marine fuel, safety guidelines, Bunkering Version 2.0, February 2015

A biztonság és kockázatok körében szót kell, hogy ejtsünk az LNG bunkeringgel kapcsolatos vészhelyzeti szituációk kezeléséről.

Az LNG technológia által használt eszközök jellegéből, az egymásra épülő rendszerek összetettségéből fakadóan számos kockázatelemzési módszer és azok alapján kidolgozott védelmi rendszer vészhelyzeti elhárító mechanizmus ismert.

Az EMSA iránymutatás a rendelkezésre álló szabványok és bevált ipari jó gyakorlat alapján az alábbi referenciák szabályozó eszközként történő alkalmazását, implementálását javasolja a tagállami szakpolitikák és a kikötői hatóságok, közigazgatási szervek részére:

- EN 1474-2 szabvány
- EN 12434 szabvány
- IACS Rec.142 5.2.2 fejezet
- EN 1474-1 szabvány
- EN 1474-3 szabvány
- ISO 20519 szabvány
- ISO 21903 szabvány
- ISO/TS 18683 (1-2 fejezet)
- ISO 20519 (1. fejezet 4.5.4 pont)
- IACS Rec. 142 5.9. fejezet
- IACS Rec.142 1.4.2 fejezet
- SGMF iránymutatás 6.4.2 fejezet
- IACS Rec.142 1.5.9, 1.5.10 fejezetek
- SGMF iránymutatások
- ISO/TS 18683 szabvány (Funkcionális követelmények F18)
- ISO 20519 szabvány (4.3 fejezet)
- SIGTTO ESD Arrangements & Linked Ship/Shore Systems for Liquefied Gas Carriers, SIGTTO First Edition 2009
- IACS Rec.142 5.4 fejezet
- ISO/TS 18683 szabvány
- DNVGL-RP-G105RP
- IACS Rec.142

III.3 VESZÉLYES LÉTESÍTMÉNYEK

Magyarország Európai Unióhoz történő csatlakozását előkészítő jogharmonizáció során a SEVESO II előírásai megjelentek az 2011. évi CXXVIII. törvényben (Katasztrófa védelmi törvényben) és a törvény végrehajtási utasításának tárgyában kiadott (219/2011. számú Kormányrendeletben). A hivatkozott dokumentumok mélyreható változásokat hoztak a veszélyes üzemek meghatározása, tervezése, engedélyeztetése és működtetése terén:

- A törvény előírásainak, az európai gyakorlatnak és szabványoknak megfelelő műszaki kultúra honosodott meg;
- A Vállalati irányításban megjelentek az un. Integrált Irányítási Rendszerek, melyek alkalmazása - deklarált politikák és működő szervezetek felállítása - mentén teret nyert a természet és az emberi élet védelmének filozófiája, csökkentvén ezzel a káros emissziókat, élhetőbbé téve ezzel a mi huszonegyedik századi világunkat.
- Az említett Irányítási Rendszerek e vonatkozásban kiemelkedő fontossággal bíró elemei: Biztonsági Irányítási Rendszer, a Risk és Változás Menedzsment.

A mennyiségi kockázatértékelés (QRA – Quantitative Risk Assessment) hasznos eszköz a veszélyes anyagok használatából, kezeléséből, szállításából, illetőleg tárolásából eredő kockázatok meghatározásához. Mennyiségi kockázatértékeléseket azért alkalmaznak, hogy kimutassák az adott tevékenységgel járó kockázatot, valamint ellássák az illetékes hatóságokat mindazzal az információval, amely az üzem területén, illetőleg az üzem vagy a szállítási útvonal környezetében tervezett fejlesztésekhez kapcsolódó kockázat elfogadhatóságának megítéléséhez szükséges. Mennyiségi kockázatértékeléseket abban az esetben végeznek, ha feltételezhető, hogy valamely helyszínen (pl. ipari telephelyeken vagy szállítási útvonalakon) veszélyes anyagok vannak jelen olyan mennyiségben, hogy az a környezetet veszélyeztetheti. A mennyiségi kockázatértékelés a biztonsági jelentésben/elemzésben az üzem által okozott kockázat bemutatására használatos, valamint arra, hogy az illetékes hatóság számára tájékoztatást adjon a kockázatok értékeléséhez, továbbá arra, hogy lehetővé tegye a kockázat elfogadhatóságára vonatkozó döntések meghozatalát a helyszíni vagy az üzem körüli fejlesztések kapcsán.

Veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemre, veszélyes anyagokkal foglalkozó létesítményre építési engedély csak a hivatásos katasztrófavédelmi szerv (az alkalmazásban: iparbiztonsági hatóság) katasztrófavédelmi engedélye alapján adható.

Veszélyes tevékenység kizárólag az iparbiztonsági hatóság katasztrófavédelmi engedélyével végezhető. Az építési engedélyezéshez és a veszélyes tevékenység végzéséhez szükséges katasztrófavédelmi engedély iránti kérelemhez az üzemeltetőnek csatolni kell a biztonsági jelentést vagy biztonsági elemzést. A Hatóság tehát döntéshozó szerepet tölt be az *előnyöket és kockázatokat* mérlegelő döntési helyzetben. A kockázatokat az alábbiakban ismertetett interdiszciplináris struktúrában – QRA- lehet meghatározni. E jelentés szerkezete megegyezik a QRA számítást menetével, vagyis, a létesítmény(rész)ek kiválasztásával és a veszélyesanyag-kiszabadulással járó események meghatározásával kezdődik, a terjedés- és hatás-számításokkal folytatódik, és az eredmények ismertetésével zárul.

III.3.1 Veszélyes létesítményrészek azonosítása: Hazard And Operability Study – HAZOP analízis.

HAZOP ANALÍZIS menete

1. Adatgyűjtés és elemző tevékenység:

Berendezés specifikációk, működtetési utasítások, folyamatleírások és a vonatkozó P&I-ok, azaz a technológiai csőkapcsolási folyamatábrák összegyűjtése.

2. Az elemzett rendszer nódokra (csomópontokra) történő felbontása

3. Jegyzőkönyv felvétele. A HAZOP Jegyzőkönyv tartalmaz minden definiált csomópontot a hozzátartozó paraméterekhez rendelt kérdéseket és a tervezői, üzemeltetői válaszokat. Válaszonkénti elemzés tárja fel az esetleges devianciákat, a tervezett beavatkozó rendszerek és a Biztonsági Irányítási Rendszer SIL minősítését.

4. Elemzői csoport tagjai:

- Elemzés vezetője: nincs szoros kapcsolatban a tervezői és üzemeltetői munkacsoporttal és nem kötődik szorosan az üzemeltetőhöz. Jól kiképzett a HAZOP elemzések vezetésére és rendelkezik ilyen irányú tapasztalatokkal. Ő felel a menedzsment, a vezetés és a HAZOP munkacsoport közötti kommunikációért. Megtervezi az elemzést. Meghatározza az elemző munkacsoport összetételét. Biztosítja, hogy az elemző munkacsoport megkapja a szükséges dokumentációkat, adatokat, technológiai leírásokat, üzemviteli és karbantartási utasításokat. Javaslatot tesz az elemzésben felhasználandó kulcsszavakra, eltérésekre; a rendszer elemzési csomópontjainak felállítására. Irányítja az elemzést. Biztosítja az eredmények dokumentálását.

- A Jegyzőkönyvvezető: összeállítja a munkaülések emlékeztetőjét, munkalapjait. Dokumentálja a feltárt veszélyeket és az azonosított problématerületeket, a megtett javaslatokat és az intézkedések végrehajtásának ellenőrzési szempontjait. Segíti az elemzés vezetőjét a munkatervezésben és az adminisztratív munkában. Egyszerűbb, nem bonyolult esetekben az elemzés vezetője is betöltheti ezt a szerepet.
- A Tervező: bemutatja a tervet és a tervdokumentációt. Elmagyarázza azt, hogy valamely meghatározott eltérés miként következhet be és a rendszer erre hogyan reagál.
- Üzemeltető: gépésztechnológiai, irányítástechnikai és elektromos szakterületet képviselő üzemi szakemberek, akik képesek beszámolni azokról a működtetési körülményekről, amelyek között a vizsgált elem működni fog, valamint az eltérés működési következményeiről és az eltérések veszélyessé válásának mértékéről.
- Szakértők: a rendszerrel és az elemzéssel összefüggő szaktudásukat bocsátják rendelkezésre. Ezek a szakemberek esetleg korlátozott mértékben, váltással vehetők igénybe.
- Karbantartó személyzet: a karbantartó személyzet képviselője (amennyiben a jelenléte szükséges).

A tervező és az üzemeltető nézőpontjára mindig szükség van az elemzéshez. Attól függően azonban, hogy az elemzést az életciklus mely szakaszában végzik, az elemzéshez legmegfelelőbb tervező és/vagy üzemeltetői kör más és más lehet. A munkacsoport minden tagjának elegendő ismerettel kell rendelkeznie a HAZOP technikáról ahhoz, hogy az elemzésben hatékonyan tudjanak részt venni, vagy előzőleg megfelelő felkészítést kell tartani részükre.

5. A HAZOP elemzés elvégzéséhez szükséges adatok, dokumentumok a) minden rendszerre: – a tervezői követelmények és leírások, folyamatábrák, funkcionális diagramok, a szabályozó- és vezérlőkörök kapcsolási rajzai, elektromos kapcsolási rajzok, technológiai leírások, elrendezési rajzok, – az üzemi ellátórendszerek műszaki adatai, üzemeltetési és karbantartási előírások; b) technológiai rendszerekre: – csőkapcsolási és műszerezett technológiai kapcsolási rajzok (P&I), anyagspecifikációk és típuselemek, csőkapcsolási és elrendezési rajzok; c) programozható elektronikus rendszerekre – anyagforgalmi diagramok, objektumorientált tervdigramok, állapot-átmenet diagramok, vezérlési diagramok, logikai kapcsolások.
6. További szükséges információk a HAZOP elemzéshez:
 - Az elemzés tárgyának határfeltételei, valamint a rendszerhatárok kapcsolódási pontjai;
 - Azok a környezeti feltételek, amelyek között a rendszer működni fog;

- Az eljárások és/vagy működtetési/kezelési utasítások;
- A kezelői és karbantartói tapasztalatok, valamint a hasonló rendszerek esetében közismert veszélyek.

Biztonsági jelentést abban az esetben kell készíteni, ha az üzemben jelenlevő veszélyes anyagok mennyisége meghalad egy bizonyos küszöbértéket. A biztonsági jelentés készítésére kötelezett üzemben található létesítmény(rész)ek száma nagyon nagy is lehet. Mivel nem minden létesítmény(rész) járul hozzá jelentős mértékben a kockázathoz, ezért nem érdemes minden létesítmény(rész)t figyelembe venni a QRA során.

Ezért kifejlesztettek egy – lentebb bemutatott – kiválasztási módszert, amellyel kijelölhetők azok a létesítmény(rész)ek, amelyek a leginkább hozzájárulnak az üzem által jelentett kockázathoz. Ezeket a létesítmény(rész)eket kell figyelembe venni a QRA-ban.

A QRA során figyelembe veendő létesítmény(rész)ek kiválasztása az üzemeltető és az illetékes hatóság közötti egyeztetést követően történik meg. Az üzemeltető végzi el azokat a számításokat, amelyek a létesítmény(rész)ek kiválasztásához szükségesek.

1. Az anyag halmazállapota

Szilárd halmazállapotú anyagok, amely normál üzemi feltételek, vagy anyag- és energiakibocsátással járó üzemzavar körülményei között nem képesek súlyos baleseti veszély előidézésére.

2. Tárolóeszköz és mennyiség

Olyan csomagolásban vagy tárolóeszközben lévő és olyan mennyiségű anyagok, amelyek a lehetséges legnagyobb mennyiségben, bármely módon kiszabadulva sem képesek súlyos baleseti veszély előidézésére.

3. Elhelyezés és mennyiség

Ha az anyag olyan tömegben és más veszélyes anyagoktól olyan távolságban van [vagy lehet jelen] (az üzemben vagy máshol), hogy sem önmagában nem képes súlyos baleseti veszély előidézésre, sem más anyaggal kölcsönhatásba lépve nem képes súlyos balesetet kiváltani.

4. Osztályozás

Olyan anyag, amely tulajdonságai miatt valamelyik veszélyességi osztályába tartozik, de nem képes súlyos baleseti veszély kiváltására, és ezért az általános osztályozás eredménye e célból érdektelen.

III.3.2 A kiválasztás módszere

A kiválasztási módszer első lépése az üzem önálló létesítmény(rész)ekre való felosztása. Ez egy összetett folyamat, amely vita tárgyát képezheti. A CPR18 forrás részletesen bemutatja a számítás folyamatát, mely Qualitatív Risk Analízisnek felel meg. Ebben a részben csak néhány irányelvet adunk meg, módszer teljesszövege helyett.

Az „önálló létesítmény(rész)” meghatározásának fontos feltétele, hogy az adott létesítmény(rész) sérülése nem vezethet számottevő mennyiségű veszélyes anyag kiszabaduláshoz más létesítmény(rész)eknél. Következésképp két létesítmény(rész) akkor tekinthető különállónak, ha valamely balesetet követően e létesítmény(rész)ek nagyon rövid időn belül elszigetelhetők egymástól.

Két különböző típusú létesítmény(rész)t kell megkülönböztetni, a technológiai létesítmény(rész)eket és a tároló létesítmény(rész)eket. A technológiai létesítmény(rész) tartályokból, csővezetékekből és egyéb hasonló berendezésekből állhat. Az olyan tároló létesítmény(rész)t, mint például egy tárolótartály, mindig különállónak kell tekinteni. A tároló létesítmény(rész) az anyag tárolására előírt követelmények teljesülésének biztosítása érdekében gyakran olyan berendezésekkel van felszerelve, mint például recirkulációs rendszerek és hőcserélők. A szóban forgó létesítmény(rész) azonban tároló létesítménynek tekintendő, akár vannak hozzáépítve ilyen berendezések, akár nincsenek.

A töltési és lefejtési tevékenységek során a tárolótartályok az üzemi szállítóeszközökön helyezkednek el. Háromféle létesítmény(rész)t kell figyelembe venni a kiválasztás során, nevezetesen a szállítóeszközön lévő tárolótartályt, az üzemi töltő/átfejtő berendezést és az összekapcsoló létesítmény(rész)t. A következő szabályok alkalmazandók:

- a szállítóeszközön elhelyezett tárolótartály „technológiai létesítmény(rész)nek” tekintendő, ha az időtartam, ameddig a szállítóeszköz a technológiai létesítményhez kapcsolódik kevesebb, mint egy nap. Minden más esetben a szállítóeszközön elhelyezett tárolótartály „tároló létesítmény(rész)nek” tekintendő;

- a töltést/átfejtést végző berendezés technológiai létesítmény(rész)nek minősül és szerepelnie kell a QRA-ban, ha akár a betápolnali, akár az elvétoldali létesítmény(rész) bekerült a QRABA;
- a hajókra telepített tárolótartályoknak szerepelniük kell a QRA-ban, ha a hajó jelenléte szorosan kapcsolódik az üzem működéséhez. A kiválasztás során csak azokat az anyagokat kell figyelembe venni, amelyek a töltési és lefejtési tevékenységek tárgyát képezik. Ha a hajón található tárolótartályt figyelembe kell venni, akkor először a hajón található egyéb létesítmény(rész)ek kiválasztása történjen meg. Ennek eredményeként áll össze az üzemben található létesítmény(rész)ek listája. Ezután egy újabb kiválasztás következik, amikor már figyelembe kell venni a hajókon elhelyezett tárolótartályt is. Ennek eredménye a QRA keretében vizsgálandó létesítmény(rész)ek kiegészítő listája;
- a szállítóeszközök nem a teljes időtartamban vannak jelen az üzemben. Habár ez fontos a QRA-ban, azonban a kiválasztási folyamatban ezt mégsem kell figyelembe venni.

III.4 A FORRÁSTAG ÉS A TERJEDÉS MODELLEZÉSE

(Forrás: Az 1. Mellékletben szereplő forgatókönyvek SuperChems 3.0 verzió Input adatai)

III.4.1 Bevezetés

Megjegyzések:

1. A tartályból, edényből és szállítóeszközökből történő folytonos kifolyás az edényfalon keletkező éles sarkú nyílásként modellezendő. Ha a kiáramlási együtthatót (Cd) a modellben külön nem határozzuk meg, akkor $Cd = 0,62$.
2. A csővezetékéből vagy a töltő/lefejtő karból/tömlőből való kiáramlás úgy modellezhető, mintha a nyomóoldali nyomás állandó lenne. Ha a kiáramlási együtthatót (Cd) a modellben külön nem határozzuk meg, akkor $Cd = 0,62$.
3. Teljes keresztmetszetű vezetéktörés esetén a kiáramlási együttható $Cd = 1,0$ (ha ezt a modellben külön nem határozzuk meg).
4. Külön adatok hiányában általános jellemzők veendőek figyelembe a csővezetékek esetében, vagyis:
 - nincsenek csőkönyökök;
 - a csőfal-érdesség $45 \mu\text{m}$.

5. Nyomáscsökkentő szelep esetében a kiáramlási tömegáramot a biztonsági szelep és a szelep utáni vezetékszakasz határozza meg. A kiáramlási tömegáramot a kiáramlási tömegáram maximális értékével kell figyelembe venni.
6. A kifolyás időtartamát a létesítmény(rész) sajátosságai és az „esemény” típusa határozza meg. A kibocsátás időtartama a pillanatszerútól a több órás időtartamúig terjedhet, ha nem kerül sor intézkedésre. A mennyiségi kockázatértékelési számításokban a kibocsátás időtartama legfeljebb 30 percre korlátozódik; a hatások meghatározásának alapja pedig a környezetbe való kiáramlás kezdetétől számított 30 perc alatt kijutott anyagmennyiség.
7. Ha a normál üzemi működés során az edényben lévő anyag mennyisége változik, akkor ezt modellezni kell. Diszkrét értékekkel kell figyelembe venni a tartály változó tartalmát, és az „eseményt” ezekre a különböző esetekre kell vizsgálni. Az egyes eseteket a tartályban lévő anyagmennyiségtől függő paraméter felvételével modellezzük. A tartálytartalom alapján megkülönböztetett esetek százalékos arányát az eseménygyakoriság kiszámításánál figyelembe kell venni.
8. A kifolyás számszerűsítésénél figyelembe kell venni a csővezetéken elhelyezett szivattyúkat és ezek volumetrikus szállítóképességét. Ha a szivattyú műszaki jellemzői nem ismertek, akkor a névleges szállítóképesség másfélszeresének megfelelő kiáramlási ráta alkalmazása javasolt (a növekedés nyomásmagasság-veszteség következtében áll be).
9. Ha a kiömlés az edény folyadékkal kitöltött részénél következik be, akkor csak folyadékfázisban kerül ki anyag. A lyukban visszalobbanást nem modellezzünk; visszalobbanás az edényen kívül történhet.
10. A kibocsátás helyét az adott helyzet határozza meg. A nyomáscsökkentő szelep elhelyezkedése például már meghatározza az azon keresztül bekövetkező kiáramlás helyét. Az edényből vagy tartályból való kiáramlás különböző magasságokban felvett kiáramlási helyek figyelembevételével modellezhető. Ekkor az edény meghibásodási gyakoriságát a különböző kibocsátási helyek szerint fel kell osztani. Ügyelni kell azonban arra, hogy minden fontosabb folyamatot figyelembe vegyünk a kifolyási modellel végzett számítások során, az egyes kibocsátási helyeknél szükség szerint más és más modellt alkalmazzunk. Mivel e számítási folyamat igen időigényes lehet, ezért az alábbi egyszerűsített és konzervatívabb módszer alkalmazható:
 1. Kiválasztunk egyetlen kibocsátási helyet. A kibocsátás helyét egy méterrel a talajszint felettinek vesszük, azonban feltételezzük, hogy az edény vagy tartály teljes tartalma kiszabadul.
 2. Ha az edény vagy tartály (részben) folyadékkal töltött, akkor a kibocsátást a modell szerint folyadékfázisban végbemenőnek kell tekinteni azzal a feltételezéssel, hogy a folyadékszint a legmagasabb folyadékszint felével egyenlő.

3. A kibocsátás irányát az adott helyzet határozza meg. A nyomáscsökkentő berendezésből való kiáramlás például általában függőleges irányú. Ha a tényleges körülményekre jellemző (specifikus) információ nem áll rendelkezésre, akkor a kiáramlási irány vízszintesnek, a széliránnyal párhuzamosnak vehető fel. E szabály alól kivételt képeznek a földalatti csővezetékek, ahol a kiáramlás iránya függőleges.

III.4.2 Lezáró rendszerek

A lezáró rendszerek rendeltetése a kiáramlás mérséklése veszélyesanyag-kiszabadulással járó esemény bekövetkezésekor. Az elzáró szelepeket működésbe hozhatja például a gázérzékelő rendszer vagy a nem megengedett mértékű tömegáram-növekedést érzékelő automatika.

Az elzáró szelepek zárását végezheti az automatika vagy a kezelő.

A lezáró rendszer hatékonyságát számos tényező befolyásolja; ilyen pl. a gázérzékelők telepítési módja és eloszlása a különböző szélirányokban, az érzékelő rendszerre vonatkozó érzékelési küszöb, a rendszer reagálási ideje, valamint a kezelő beavatkozási időigénye.

A lezáró rendszer hatását eseményfa-elemzéssel kell meghatározni; ekkor a jellemző meghibásodási mód a működési igénytől függő meghibásodás. Az egész rendszer működési igénytől függő meghibásodásának valószínűsége körülbelül 0,01.

Ha a lezáró rendszer működését részletes elemzés segítségével nem határozzuk meg, akkor felvehetünk általános adatot is; az itt közölt ilyen adatok tájékoztató jellegűek. Ekkor automatikus érzékelő rendszer meglétét feltételezzük – ilyen pl. a minden szélirányra telepített érzékelőket magába foglaló, megfelelő érzékenységű gázérzékelő rendszer. Három különböző típusú lezáró rendszert különböztetünk meg, nevezetesen az automatikus lezáró rendszert, a távműködtetésű lezáró rendszert és a kézi működtetésű lezáró rendszert.

1. Az automatikus lezáró rendszer olyan rendszer, ahol a szivárgás érzékelése és az elzáró szelepek zárása teljesen automatikus. Nincs szükség a kezelő beavatkozására.
 - Az elzáró szelepek zárási ideje két perc.
 - Az elzáró rendszer működési igénytől függő meghibásodásának valószínűsége 0,001 per működési igény.
2. A távműködtetésű lezáró rendszer olyan rendszer, ahol a szivárgás érzékelése teljesen automatikus. Az érzékelő figyelmeztető jelet küld a vezénylőbe. A kezelő hitelesíti a jelzést, és a vezénylőbeli kapcsolóval zárja az elzáró szelepeket.
 - Az elzáró szelepek zárási ideje tíz perc.

- Az elzáró rendszer működési igénytől függő meghibásodásának valószínűsége 0,01 per működési igény.
3. A kézi működtetésű lezáró rendszer olyan rendszer, ahol a szivárgás érzékelése teljesen automatikus. Az érzékelő figyelmeztető jelet küld a vezénylőbe. A kezelő hitelesíti a jelzést, az elzáró szelepekhez megy és kézzel zárja azokat.
- Az elzáró szelepek zárási ideje 30 perc.
 - Az elzáró rendszer működési igénytől függő meghibásodásának valószínűsége 0,01 per működési igény.

III.4.3 Egyéb védőrendszerek

Különböző védőrendszereket építenek be a technológiába a veszélyesanyag-kiszabadulással járó esemény hatásainak mérséklése céljából. Ilyen pl. a tűz terjedését korlátozó sprinkler berendezés, a (vízben oldódó) anyagok léghőben való terjedését megakadályozó vízfüggöny vagy a tócsából történő kipárolgást korlátozó habok használata.

A védőrendszer hatása abban az esetben jelenhet meg a mennyiségi kockázatértékelési számításokban, ha a rendszer hatékony működésével biztos számolni lehet. A rendszer reagálási idejét és hatékonyságát bizonyítani kell, például a gyártótól beszerzett adatokkal, vagy a vizsgálatok és üzemi próbák eredményeit tartalmazó vizsgálati napló adataival.

III.4.4 Meteorológiai adatok

A meteorológiai adatok gyakran szélirány, szélesebesség és léghő-stabilitási osztály adatok formájában állnak rendelkezésre. Ezeket rendszerint gyakorisági hányadosokkal vagy megfigyelési szám adatokkal adják meg. A mennyiségi kockázatértékelési számítások időigényének korlátozása érdekében ezeket az adatokat a szélesebességek és a stabilitási osztályok szerint reprezentatív időjárási kategóriákba célszerű sorolni (terjedési modellek).

A Monin-Obukhov-féle L hossz méret alapján akkor javasolt a csoportosítást elvégezni, ha az üzem közelében található meteorológiai állomástól megfelelő statisztikai adatok beszerezhetők [NNM98, CPR14E]. Az ilyen hosszú távú statisztikai adatok azonban ma még nem minden esetben állnak rendelkezésre; ilyen esetben a Pasquill léghő-stabilitási osztályok még mindig alkalmazhatók.

E melléklet a szokásos meteorológiai méréseken (szélesebesség, felhőzet, napszak) alapuló, Pasquill osztályok szerint csoportosított statisztikai adatokról ad áttekintést. A QRA-ban legalább hat reprezentatív időjárási kategóriát kell figyelembe venni, amelyek között szerepel az állandó, a semleges

és a változó légkör-stabilitás, valamint a kis és nagy szélesség. Ha az osztályozást a Pasquill osztályok alapján végezzük, akkor legalább hat időjárási kategóriát kell figyelembe venni.

III.5 A KITETTSÉG ÉS A KÁROSODÁS MODELLEZÉSE

A kitettség és a hatások meghatározására a veszélyes anyag környezetbe való kibocsátásának és az abban való terjedésének modellezését követően kerül sor. Mivel a hatósági szabályozása halálozási valószínűségeken alapul, ezért csak a halálos hatásokat vesszük figyelembe. E fejezet a kitettségből eredő halálozás valószínűségének meghatározására szolgáló számítási módszereket ismerteti, valamint bemutatja azt a számítási eljárást is, amellyel a lakosság ama hányada meghatározható, amelyre nézve a kitettség halálos. A halálos hatások kifejezésére e fejezetben a következő két paramétert használjuk:

- halálozási valószínűség (P_k): egyetlen személy kitettség következtében való elhalálzásának valószínűsége. Az egyén feltételezés szerint a szabadban tartózkodik és személyi védőfelszereléssel nem rendelkezik. E paraméter (P_k) használandó az egyéni kockázati szintvonalak kiszámításánál.
- a lakosság elhalálozó hányada (H_k): a lakosság adott kitettség következtében elhalálozó hányada egy adott helyszínen. A lakosoknak legalább egy része épületben való tartózkodásból kifolyólag védett, illetőleg személyi védőfelszereléssel rendelkezik. Ezért két értéket használunk ($H_{k, bent}$ és $H_{k, kint}$), amely megmutatja, hogy az elhalálozó lakosság mely hányada tartózkodik épületben, illetőleg a szabadban. E paramétereket ($H_{k, bent}$ és $H_{k, kint}$) kell használni a társadalmi kockázat kiszámításánál.

III.6 AZ EREDMÉNYEK BEMUTATÁSA

III.6.1 A QRA eredménye az egyéni kockázat és a társadalmi kockázat

- Az egyéni kockázat az egyén halálozási gyakoriságát jelenti, mely a veszélyes anyag kiszabadulással járó események („események”) miatt következik be. Az egyén feltételezés szerint védtelen, és a kitettség teljes ideje alatt jelen van, amint azt az 5. fejezetben jeleztük. Az egyéni kockázatot a helyszínrajzon kockázati szintvonalakkal jelenítjük meg.
- A társadalmi kockázat N vagy annál nagyobb számú ember baleset miatti egyidejű halálozásának gyakoriságát jelenti. A balesetet szenvedő emberek feltételezés szerint valamennyire védettek, amint azt az 5. fejezet ismerteti. A társadalmi kockázatot F-N görbe formájában jelenítjük meg,

ahol N a halálozások számát, F pedig az N vagy annál több ember halálával járó balesetek bekövetkezésének összegzett gyakoriságát (frekvenciáját) jelöli.

III.6.2 Az egyéni és a társadalmi kockázat kiszámítása

A QRA eredménye az egyéni és a társadalmi kockázat, melyeket érthetően és világosan kell bemutatni.

- Az egyéni kockázatot normál helyszínrajzon (térképszelvényen) szintvonalak formájában kell ábrázolni. A 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} és 10^{-8} 1/év gyakorisághoz tartozó szintvonalakat (ha vannak ilyenek) be kell rajzolni. A rajz (térképszelvény) léptéke legyen alkalmas a kockázati szintvonalak megjelenítésére. Javasolt a szabványos lépték használata, pl. 1 : 10.000, 1 : 25.000, 1 : 50.000 vagy 1 : 250.000.
- A társadalmi kockázatot F-N görbe formájában kell szemléltetni.
- Az F-N görbe x-tengelyén a halálozások számát (N) mérjük. A halálozások számát logaritmusos skálán kell megjeleníteni, és a legkisebb megjelenített érték 1 legyen.
- Az F-N görbe y-tengelye az N vagy annál több ember halálával járó balesetek összegzett gyakoriságát jelenti. E halmozott gyakoriságot logaritmusos skálán kell megjeleníteni, és a legkisebb megjelenített érték 10^{-9} 1/év legyen.

III.7 KÖVETKEZMÉNY ANALÍZIS

III.7.1 Bevezetés

A kitétségi és a hatások meghatározására a veszélyes anyag környezetbe való kibocsátásának és az abban való terjedésének modellezését követően kerül sor. Mivel a hatósági szabályozás a halálozási valószínűségeken alapul, ezért csak a halálos hatásokat vesszük figyelembe. E fejezet a kitétségből eredő halálozás valószínűségének meghatározására szolgáló számítási módszereket ismerteti, valamint bemutatja azt a számítási eljárást is, amellyel a lakosság ama hányada meghatározható, amelyre nézve a kitétségi halálos. A halálos hatások kifejezésére e fejezetben a következő két paramétert használjuk:

- halálozási valószínűség (PK): egyetlen személy kitétségi következtében való elhalálozásának valószínűsége. Az egyén feltételezés szerint a szabadban tartózkodik és személyi

védőfelszereléssel nem rendelkeznek. E paraméter (PK) használandó az egyéni kockázati szintvonalak kiszámításánál.

- a lakosság elhalálozó hányada (HK): a lakosság adott kitettség következtében elhalálozó hányada egy adott helyszínen. A lakosságnak legalább egy része épületben való tartózkodásból kifolyólag védett, illetőleg személyi védőfelszereléssel rendelkezik. Ezért két értéket használunk (HK, bent és HK, kint), amely megmutatja, hogy az elhalálozó lakosság mely hányada tartózkodik épületben, illetőleg a szabadban. E paramétereket (HK, bent és HK, kint) kell használni a társadalmi kockázat kiszámításánál.

A probit függvényeket a hőszugárzásnak való kitettség miatt bekövetkező halálozás valószínűségének kiszámításához használjuk.

A károsodás modellezése

A probit függvények

Az egyéni kockázat és a társadalmi kockázat kiszámítása magában foglalja egy személy adott kitettség következtében történő halálozása valószínűségének kiszámítását. A halálozási valószínűség kiszámításához probit függvényeket használnak. Egy hatás valószínűsége (P) és a hozzá tartozó probit (Pr) közötti az alábbi összefüggés áll fenn:

$$P = 0,5 \times \left[1 + \operatorname{erf} \left(\frac{Pr - 5}{\sqrt{2}} \right) \right] \text{ ahol}$$

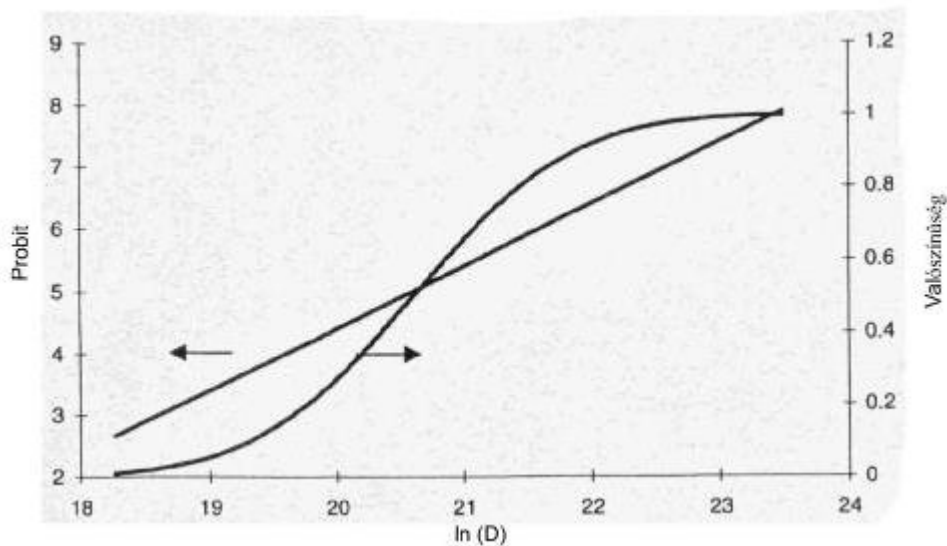
$$\operatorname{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt$$

Valamely hatás valószínűsége (P) és a hozzá tartozó probit (Pr) közötti kapcsolatot az alábbi táblázat is mutatja.

A probit (Pr) mint a P valószínűség függvénye

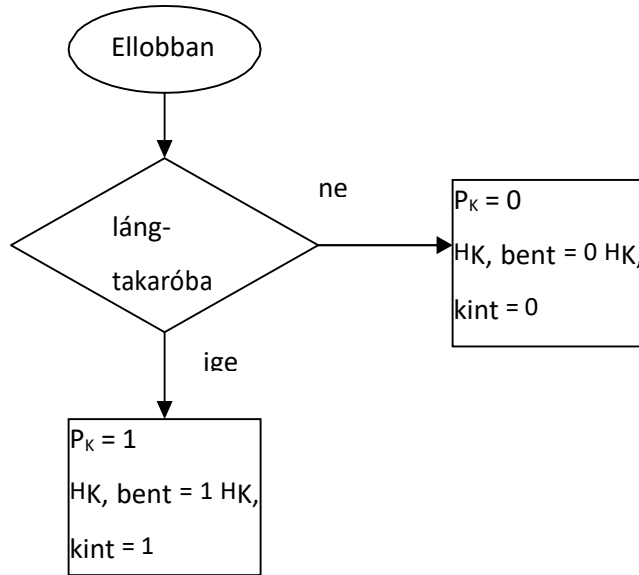
P	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0	–	2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
0,1	3,72	3,77	3,82	3,87	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
0,2	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
0,3	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
0,4	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95	4,97
0,5	5,00	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23

0,6	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
0,7	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
0,8	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
0,9	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33

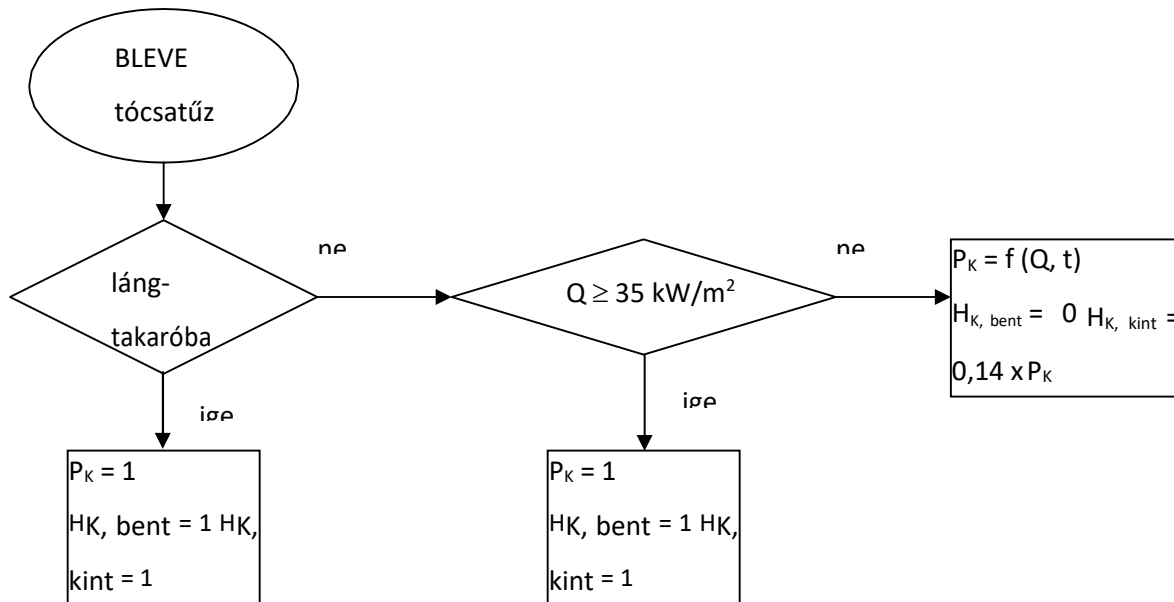


35. ábra Az ábra azt mutatja, hogy a probit alkalmazása esetén az S-alakú görbe hogyan helyettesíthető egyenes vonallal.

Tűz



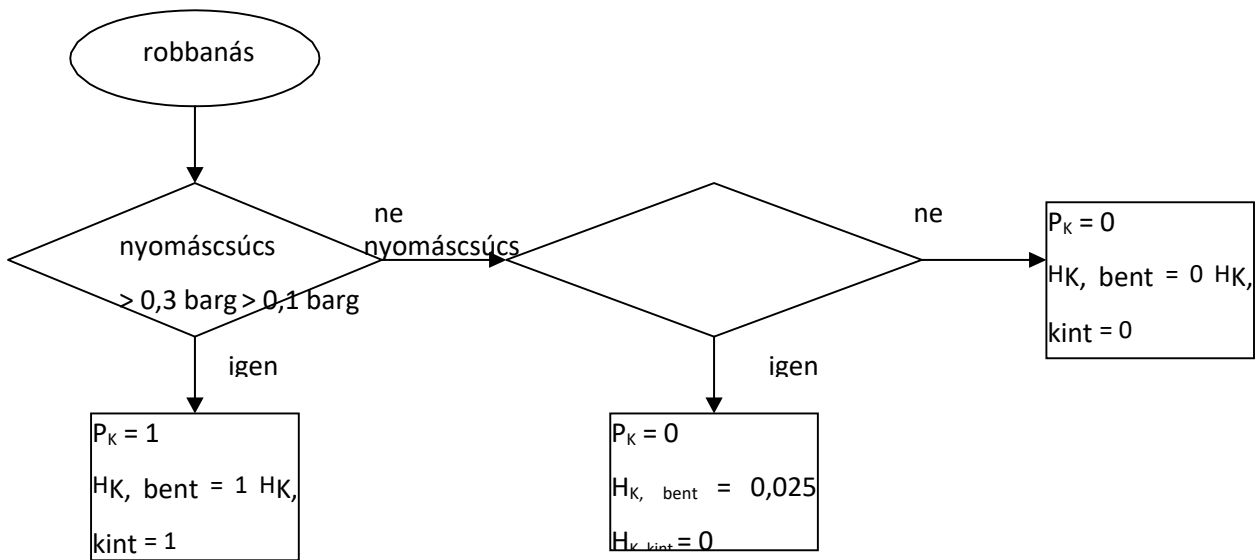
36. ábra A halálzási valószínűség (P_K) kiszámítása, ahol az ellobbanásnak (flash) való kitettség következtében az épületben, illetőleg a szabadban tartózkodók halálzási hányada $HK, bent$, illetőleg $HK, kint$.



37. ábra A halálzási valószínűség (P_E) kiszámítása, ahol a BLEVE-nek, tócsatűznek, vagy fáklyatűznek való kitettség következtében az épületben, illetőleg a szabadban tartózkodók halálzási hányada $HK, bent$, illetőleg $HK, kint$. A hőszugárzásra vonatkozó probit függvény: $f(Q, t)$.

Az ellobbanás (flash) miatt bekövetkező halálozás valószínűségét (PK), valamint az épületben, illetőleg a szabadban tartózkodók halálozási hányadát (HK, bent, illetőleg HK, kint) az 7.3. sz. ábra mutatja. Az 7.4. sz. ábra a BLEVE, a tócsatűz vagy a fáklyatűz miatti halálozás valószínűségét (PK), valamint ezekhez kapcsolódóan az épületben, illetőleg a szabadban tartózkodók halálozási hányadát (HK, bent, illetőleg HK, kint) adja meg.

A gőzfelhő robbanás esetén kialakuló nyomáslökés hatásai



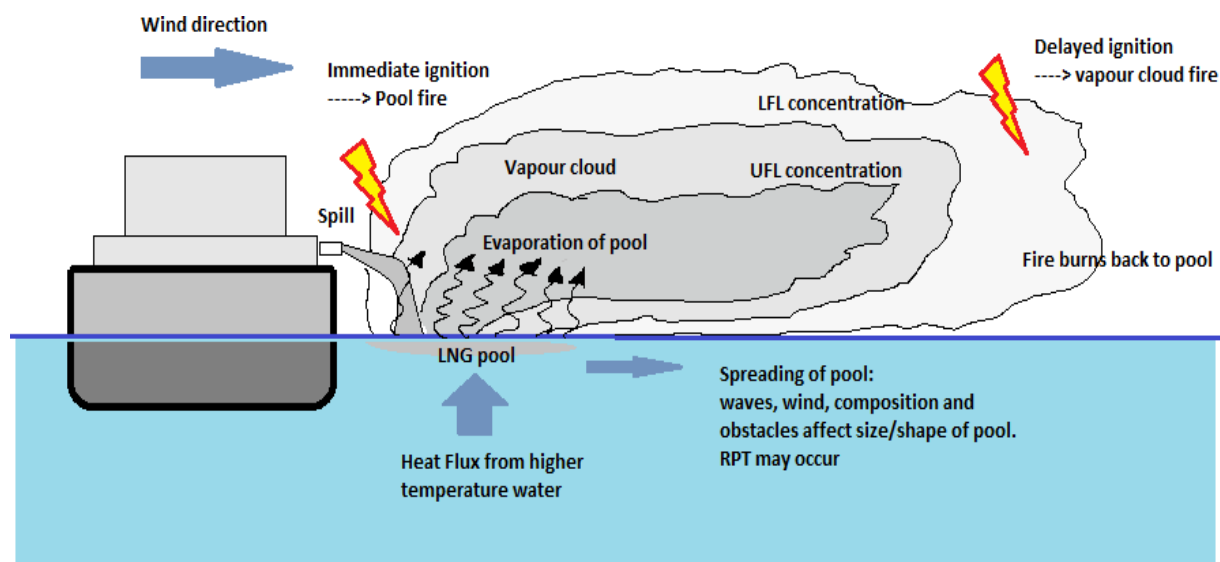
38. ábra A halálozási valószínűség (PK) kiszámítása, valamint a léglökésnek/robbanásnak való kitettség következtében az épületben, illetőleg a szabadban tartózkodók halálozási hányada HK, bent, illetőleg HK, kint.

A robbanás miatt bekövetkező halálozás valószínűségét (PK), valamint az épületben, illetőleg a szabadban tartózkodók halálozási hányadát (HK, bent, illetőleg HK, kint) az 7.5. sz. ábra mutatja. Megjegyezzük, hogy az itt megadott értékek csak gőzfelhő robbanás esetére alkalmazhatók. Az értékek nem alkalmazhatók a robbanóanyagok detonációjára a léglökés időtartamában mutatkozó eltérések miatt.

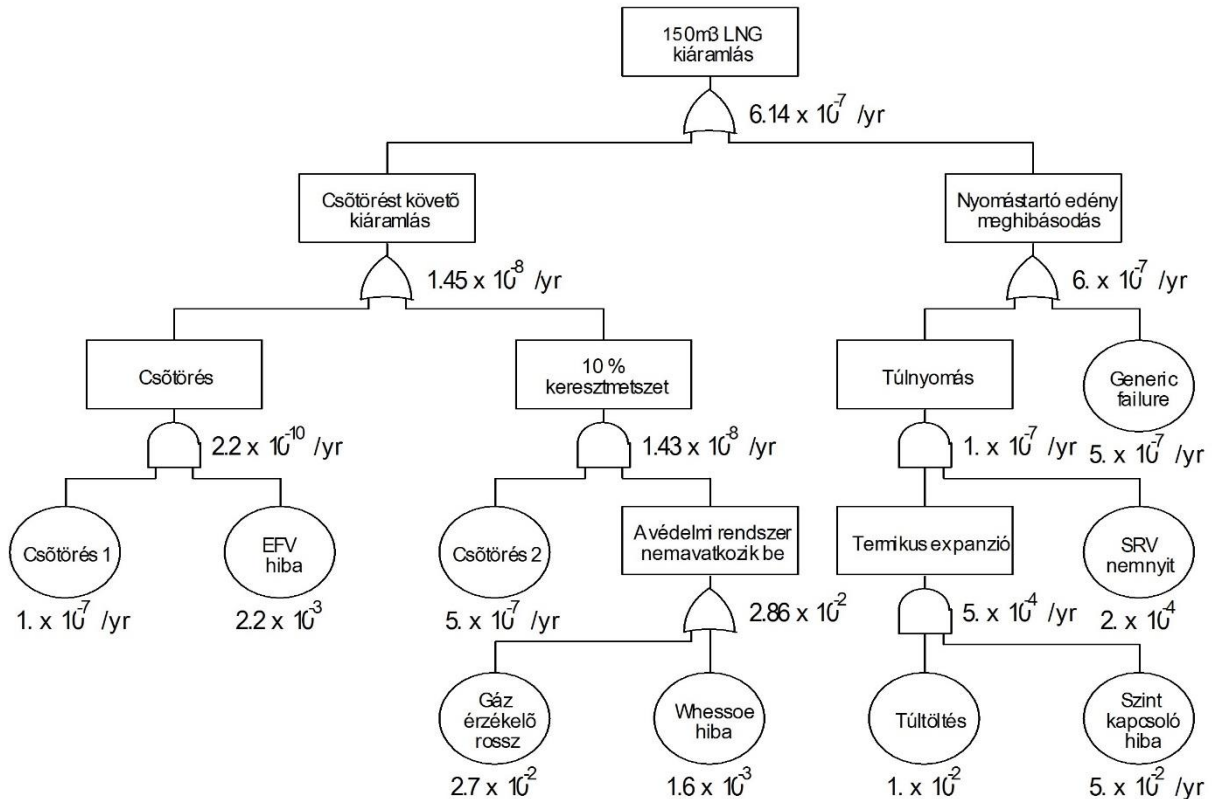
A lakosság (Ebben a projektben nem kell érintett lakossági hányaddal számolni)

III.7.2 Egyéni és társadalmi kockázatok bemutatása a Csepel Szabadkikötő LNG terminál vonatkozásában.

A következmény analízist a SuperChems 3.0 szoftver használatával végeztük el. (A részletes eredményfájlok adatait az 1. Melléklet tartalmazza)



39. ábra Esemény 150 m³ LNG elszabadulása

Hibafa*(Forrás: FaultTrees program, CPR 18H, Failure Rate.xls, du Pont adatbázisok)*

40. ábra

Csőtörés1: A CPR 18H 3.7 Táblázat G.1 eseménye. A nyomástartó edény első elzáró szerelvényét tartalmazó csőszakasz. Hossza kisebb-egyenlő 1 m. A meghibásodás éves gyakorisága ennek megfelelően $1E-7/év$.

Csőtörés2: A CPR 18H 3.7 Táblázat G.2 eseménye. A nyomástartó edény első elzáró szerelvényét tartalmazó csőszakasz. Hossza kisebb-egyenlő 1 m. A meghibásodás éves gyakorisága ennek megfelelően $5E-7/év$.

Whessoe hiba. A Failure Rate.xls adatbázis alapján a kérdéses szerelem működési igénytől függő meghibásodásának valószínűsége a CHECK VALVE/ASSISTED/FAILURE TO CHECK: $1,6E-3/demand$. A választást az indokolja, hogy a Whessoe teljes struktúráját tartalmazza, azaz a hidraulika meghibásodását is.

Túltöltés. Emberi hiba. Lásd: du Pont adatbázis. Az emberi tévesztés valószínűsége $1E-2$. Itt meg kell említenünk, hogy a túltöltés ténye olyan kezelői magatartást tételez fel, mely során a beérkező figyelmeztető jelek ellenére is folytatja a tartály töltését, vagy a kezelő nem tartózkodik a diszpécser szobában.

Szintkapcsoló hiba A rendszerelem állandó meghibásodási rátával jellemezhető készülék. A Forrás du Pont II táblázat 26. oldal SWITCHES/LEVEL sorában található meghibásodási rátát figyelembe véve, mely $5,85E-6/óra$, továbbá 8760 órás évi készenléti időt figyelembe véve a meghibásodás frekvenciája $5,85 \times 8760 \times 1E-6 = 5E-2/év$.

Gázérzékelő hiba A rendszerelem állandó meghibásodási rátával jellemezhető készülék. A Forrás du Pont II táblázat 24. oldal SENSOR/DETECTOR/CONDUCTANCE sorában található meghibásodási rátát figyelembe véve, mely $6,2E-6/óra$, továbbá 8760 órás évi készenléti időt figyelembe véve a meghibásodás frekvenciája $6,2 \times 8760 \times 1E-6 = 5,4E-2/év$.

SRV nem nyit. A Failure Rate.xls adatbázis alapján a kérdéses rendszerelem működési igénytől függő meghibásodásának valószínűsége a CHECK VALVE/UNASSISTED/FAILURE TO OPEN: $2E-4/demand$.

Generic Failure. A CPR 18H 3.3.táblázat G.1 és G.2 eseménye. A tartály típusos sérülését jelenti, mely normál üzemeltetési feltételek között is előfordulhat. Az ilyen típusú meghibásodások nem veszik figyelembe a korróziót, a vibráció következtében fellépő anyagkifáradást, a kezelői hibákat és a külső hatásokat. A CPR 18H 3.3. táblázata szerint e meghibásodások frekvenciája a nyomástartó edényekre vonatkozólag $5E-7/év$.

Excess Flow Valve (Túláramlás gátló szelep meghibásodása). A szelep konstrukciója rúgóterhelésű tányéros szelep, azzal a lényeges különbséggel, hogy az ebben található rugónak itt. nem terhelési, hanem kitérítési funkciója van. A zárás a meg növekedett áramlás miatt fellépő torlónyomás következtében áll elő. E rendszerelem működési igény szerinti meghibásodásának valószínűsége a csatolt Failure . xls file szerint VALVES/CHECK/UNASSISTED/FAILURE TO CHECK soron: $2,2E-03/demand$.

Report for fault tree #P"c:\\faultrea\\keg 4000.flt"

```
;;; This file was created by FaultrEASE Version 2.0
;;; the fault tree graphing and editing program
;;; by Gregory C. Wilcox.
;;; For technical assistance, please call (617) 498-5476
;;; or send email to wilcox.g@adlittle.com
;;; For current information, see our World Wide Web page at
;;; http://www.adlittle.com - keyword 'RiskWorks'
;;; FaultrEASE is copyright 1996 by:
```

```
;;;
;;; Arthur D. Little, Inc.
;;; Acorn Park
;;; Cambridge, MA 02140-2390
```

Event	Frequency or Probability	Source/Discussion
NIL Csőtörés1	1.00 x 10 ⁻⁷ /yr	
NIL EFV hiba	2.20 x 10 ⁻³	
NIL Csőtörés 2	5.00 x 10 ⁻⁷ /yr	
NIL Gáz- érzékelő rossz	6.40 x 10 ⁻²	
NIL Whessoe hiba	1.60 x 10 ⁻³	
NIL Túltöltés	1.00 x 10 ⁻²	
NIL Szint kapcsoló hiba	5.00 x 10 ⁻² /yr	
NIL SRV nem nyit	2.00 x 10 ⁻⁴	
NIL Generic failure	5.00 x 10 ⁻⁷ /yr	

Cut sets, sorted by size:
Events are compared by: LABEL

Cut set number 1 (1 event)
Statistic type = FREQUENCY
Statistic = 1.0E-7/yr
Type Reference Label
CIRCLE NIL Generic failure

Cut set number 2 (2 events)
Statistic type = FREQUENCY
Statistic = 8.0E-10/yr
Type Reference Label
CIRCLE NIL Whessoe hiba
CIRCLE NIL Csőtörés 2

Cut set number 3 (2 events)
Statistic type = FREQUENCY
Statistic = 3.2E-8/yr
Type Reference Label
CIRCLE NIL Gáz- érzékelő rossz
CIRCLE NIL Csőtörés 2

Cut set number 4 (2 events)

Statistic type = FREQUENCY
 Statistic = 2.2E-10/yr
 Type Reference Label
 CIRCLE NIL EFV hiba
 CIRCLE NIL Csőtörés1

Cut set number 5 (3 events)
 Statistic type = FREQUENCY
 Statistic = 1.0E-7/yr
 Type Reference Label
 CIRCLE NIL Szint kapcsoló hiba
 CIRCLE NIL Túltöltés
 CIRCLE NIL SRV nem nyit

<End of report>

Hibafa elemzés

A metszethalmazok száma 5

Érzékenység vizsgálat

Mivel a csúcsesemény kialakulása szempontjából az 1.sz. metszethalmaz fontossága a legnagyobb, ezért megvizsgáltuk a Generic Failure alapeseménynek a csúcsesemény frekvenciáját befolyásoló hatás vonatkozásában.

A hibafa elemeinek frekvencia-valószínűség konverziója után az érzékenység mérőszámát az alábbi összefüggés szerint számoljuk:

$S=(PT1/PT):(PE1/PE)$, ahol

S érzékenység dimenzió nélkül

PT1 a csúcsesemény megváltozott valószínűsége,

PT a csúcsesemény eredeti valószínűsége

PE1 az alapesemény megváltozott valószínűsége

PE az alapesemény eredeti valószínűsége

A Generic Failure vonatkozásában az érzékenység mérőszáma: 0,68

Ez azt jelenti, hogy ha az alapesemény valószínűsége meghatározásakor elkövetett százalékos hiba HE(%), a csúcsesemény százalékos hibájára $0,68 \times HE$ (%) adódik.

Csepel Szabadkikötőben tervezett LNG Terminál kockázati zónái (Frekvencia: $6,14E-7$)

1E-6 esemény/év kockázati zónái

	195 nap/6:00	315 nap/6:00	195 nap/6:00	315 nap/6:00
RELEASE OF LNG FOLLOWING SHIP FAILURE				
Wind speed, (m/s)	2	2	10	10
Stability class (A=0/B=1/C=2/D=3/E=4/F=5)	1	4	3	3
Source diameter (m) 0.6223				
Source pressure (Pa) 96209				
Mass flow rate (kg/s) 405.4				
Discharge duration (s) 506.9				
Lower flammability limit (vol percent) 50000				
Limiting concentration reached in slumping phase				
Time	200,997	332,2147	61,264	60,0455
Downwind distance	475,7085	693,6925	415,9146	406,5862
Semi-width	475,946	674,174	142,1235	139,8045



41. ábra Izorisk görbék:

1E-6 haláleset/év 406 m

1E-7 haláleset/év 694 m

III.8 INTEGRÁLT MENEDZSMENT RENDSZER

Az irányítási rendszerek (ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001 és SA 8000) integrálásának különböző megközelítései alakultak ki, különböző szintű ambíciókkal. Az ezeknek a szabványoknak a fokozott kompatibilitása felé mutató tendencia előkészítette az utat az integráció különféle aspektusainak megértésére irányuló vitákhoz. A cikk elsősorban az integráció három ambíós szintjének megvitatására összpontosít: a rendszer elemeinek fokozott kompatibilitásáról az általános folyamatok összehangolásától az integrált irányítási rendszer (IMS) beágyazódásáig a tanulás és a folyamatos fejlesztések kultúrájában. Jelenleg a nemzeti IMS-szabványok kidolgozása folyamatban van, és az IMS-

szabványokat Dániában és Spanyolországban elemezik az integráció ambíciói szintje tekintetében. Ha az ISO szervezet úgy dönt, hogy szabványt készít az IMS-hez, akkor koherens szabvány elkészítése érdekében meg kell fontolni az integráció különféle szintjeit. Mindeddig a menedzsment rendszereknek különös hangsúlyt fektettek a szervezeten belül. Annak érdekében azonban, hogy versenylőnyeket teremtsen a szervezet számára, és hozzájáruljon a fenntartható fejlődéshez, az IMS-t ki kell terjeszteni az egész termékláncre és az összes érdekelt félre. 2005

Az irányítási rendszerek (ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001 és SA 8000) integrálásának különböző megközelítései alakultak ki, különböző szintű ambíciókkal. Az ezeknek a szabványoknak a fokozott kompatibilitása felé mutató tendencia előkészítette az utat az integráció különféle aspektusainak megértésére irányuló vitákhoz. A cikk elsősorban az integráció három ambíciós szintjének megvitatására irányul: a rendszer elemeinek fokozott kompatibilitásáról az általános folyamatok összehangolásától az integrált irányítási rendszer (IMS) beágyazódásáig a tanulás és a folyamatos fejlesztések kultúrájában. Jelenleg a nemzeti IMS-szabványok kidolgozása folyamatban van, és az IMS-szabványokat Dániában és Spanyolországban elemezik az integráció ambíciói szintje tekintetében. Ha az ISO szervezet úgy dönt, hogy szabványt készít az IMS-hez, akkor koherens szabvány elkészítése érdekében meg kell fontolni az integráció különféle szintjeit. Mindeddig a menedzsment rendszereknek különös hangsúlyt fektettek a szervezeten belül. Annak érdekében azonban, hogy versenylőnyeket teremtsen a szervezet számára, és hozzájáruljon a fenntartható fejlődéshez, az IMS-t ki kell terjeszteni az egész termékláncre és az összes érdekelt félre. Az SA 8000-et először 1997-ben tették közzé.

Az SA 8000 célja a munkavállalók jogainak védelme és a szabvány nemzetközi egyezményeken alapszik az emberi jogok, a gyermekmunka, a kényszermunka, egészség és biztonság, az egyesülési szabadság, a mentességtől való mentesség megkülönböztetés, fegyelmi gyakorlatok, munkaidő, kompenzációs és vezetési gyakorlatok. Az SA 8000 óta 1998-ban teljes mértékben működőképes lett, 665 vállalat rendelkezik tanúsítvánnyal, és 44 ország létesítményeire terjed ki [10].

A szervezetek dönthetnek úgy is, hogy csatlakoznak az SA 8000-hez. Vállalati bevonási program, amely segíti a szervezeteket az SA 8000 értékelésében, a szabvány és a végrehajtásról nyilvános jelentéstétel előrehalad [10]. 2004-ben az ISO nemzetközi rendezvényt tartott konferencia a társadalmi felelősségvállalásról Svédországban, ahol döntöttek egy nemzetközi szabvány kidolgozásáról iránymutatások kidolgozása a társadalmi felelősségvállaláshoz. Bár az IMS szabványa nem szerepel az ISO napirendjén, a következő kezdeményezések javítottuk a kompatibilitást a különbözőek között szabványok a következő módon:

- Az ISO 9001: 2000 folyamatos folyamatra összpontosít a fejlesztésekre, amely a környezetvédelem, valamint egészség és biztonság irányítási rendszerekre hat;
- Megjelent az ISO 14001: 2004 új kiadása az ISO-val való koherencia javítására fejlesztették ki 9001: 2000; és az EMAS II-hez való csatlakozás érdekében.
- Az Európai Parlament 761/2001 / EK rendelete szerint: a minőségre vonatkozó közös ISO 19011: 2002 szabvány és / vagy a környezetgazdálkodási rendszer auditálását fejlesztették ki.

Wilkinson és Dale [1] rámutatnak, hogy az IMS-nek közös rendszerkoncepciójuk van, nincs jelentősége az IMS hatályának különbségeinek. Továbbá ők is hangsúlyozzák az erős kultúra szükségességét, amely támogatja a TQM fő elemeit, például a részvétel, a csapatmunka, oktatás, képzés, elkötelezettség és vezetés. Hines [2] javasolja a csoport alapú megközelítést a problémákra és a megoldásokra. Az IMS - ben és egyenlő hitelességgel bírnak az ötletek és cselekvések az alkalmazottaktól a vezetőségig. A TQM mindig is hangsúlyozta a beágyazhatóságot, a szervezeti kultúrát és az aktív részvételt.

Egy ilyen összevont szabványt - megérzésem szerint - Magyarország is üdvözölné.

Hozzá kell azonban tennem, hogy a szabványok integrálása nem lehet korlátlan, hiszen az ISO minőségügyi, környezetvédelmi rendszerei összevonása vizuálisan magától érthető lehet, azonban a Változás, a Kockázat, Karbantartási Irányítási Rendszerek politikáit egy dokumentumban nem lehet megfogalmazni. Nem azért, mert antagonisztikusak páronként egymással, hanem azért, mert a Változás-menedzsmentnek kell bevezetni a másik két rendszert.

III.8.1 Biztonsági Irányítási Rendszer

„A veszélyes anyagokkal foglalkozó létesítmények üzemeltetői részére a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény (Kat.) IV. fejezete az üzem státuszától függően biztonsági irányítási rendszer (BIR) vagy irányítási rendszer (IR) működtetését írja elő. A BIR/IR működtetésének célja az üzemeltető súlyos balesetek megelőzésére és a kockázatok csökkentésére irányuló biztonsági politikájának végrehajtása. A BIR olyan nem önkéntes vállaláson – hanem jogszabályi kötelezettség teljesítésén – alapuló „minőségirányítási” rendszer, amelynek működtetésével a súlyos balesetekkel szembeni megfelelő biztonság elérhető és fenntartható. Az IR a célját, felépítését és főbb elemeit tekintve megegyezik a BIR-rel, azonban a rendszer egyes elemeinek tartalmát és dokumentáltságát tekintve a Kat. végrehajtására kiadott, a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről szóló 219/2011. (X.20.) Kormányrendelet (R.) kevésbé részletes előírásokat határoz meg.

Tekintve, hogy az Európai Bizottság Közösségi Kutatási Központban működő Súlyos Baleseti Veszélyek Iroda elemzései [1] azt bizonyították, hogy a balesetek 85 %-a emberi mulasztásra, illetve az irányítási rendszerek hiányosságaira vezethető vissza, az eredményesen és hatékonyan működtetett BIR/IR a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek megelőzésének egyik legfontosabb eszköze.”

(Forrás: Dr Vass Gyula, Mesics Zoltán, Kovács Balázs: Útmutató a biztonsági irányítási rendszerekkel.....OKF 2016. március)

III.8.1.1 Biztonsági Irányítási Rendszer Bemutatása

(Forrás: Bánhidi István: Tiszabezdédi PZ gáztároló Biztonsági Jelentése)

A BIR TÁRGYI HATÁLYA KITERJED:

A LNG terminál területén minden szervezett munkavégzésre,

A BIR ALANYI HATÁLYA KITERJED:

Minden munkavállalóra továbbá a Terminál területén dolgozó vagy bármely jogcímen ott tartózkodó személyekre.

Minden munkavállaló felelős előírt kötelességei teljesítéséért. Ügyelnie kell mind saját, mind dolgozótársai egészségére és biztonságára. Ezért csak biztonságos munkavégzésre alkalmas állapotban, az egészséget nem veszélyeztető és biztonságos munkavégzésre vonatkozó szabályok megtartásával végezhet munkát.

Minden vezető felelős azért, hogy a hatáskörébe tartozó területen biztosítsa a hatékony, egészséget nem veszélyeztető és biztonságos munkavégzés személyi, tárgyi és szervezeti feltételeit a szervezeten munkát végzők egészségének, munkavégző képességének megóvása és a munkakörülmények humanizálása érdekében.

A biztonságtechnikai szervezet feladata:

- a Társaság biztonsági politikájának koordinálása és ellenőrzése,
- biztonsági intézkedések megfelelő információ áramlásának megteremtése,
- tájékoztatja és tanácsokkal látja el az igazgatóságot új biztonsági rendelkezések bevezetésével kapcsolatban,
- meghatározza és programozza az egészségügyi és biztonsági fejlesztési irányokat és eszközöket,

- ellátja a hivatkozott törvényben meghatározott munkabiztonsági szaktevékenységet.

A biztonsági politika főbb célkitűzései:

- az ipari balesetek megelőzése,
- minden bekövetkezett baleset, sérülés és kvázi baleset kivizsgálása,
- olyan üzemzavar-elhárítási szervezet működtetése, amelyek segítségével a Társaság területén vagy azon kívül a
- tevékenységgel összefüggő veszélyes helyzeteken úrrá tud lenni,
- egészséget nem károsító foglalkoztatás és higiéné biztosítása,
- tüzek megelőzése és felkészülés a tüzek hatékony oltására,
- környezet védelme,
- a Terminál tevékenységének olyan irányú befolyásolása, hogy az megfeleljen a mindenkor hatályos biztonsági rendelkezéseknek ill. a jó ipari gyakorlatnak.

III.8.1.2 Biztonsági Irányítási Szervezet:

Biztonságtechnikai Szervezet

Az Üzemeltető – tevékenysége alapján – munkavédelmi szempontból az I/a veszélyességi osztályba tartozik (5/1993. (XII. 26. MüM rendelet 2. sz. melléklete), ennek megfelelő biztonságtechnikai szervezetet működtet.

A biztonsági irányítási rendszer működtetése és folyamatos fejlesztése a felső vezetés felelőssége. Ennek megvalósítása a felső vezetés felelősségi körébe tartozó tevékenységeken keresztül történik.

A vezetőség felelőssége

Biztonsági ügyekben a vezetőség képviselője a vezérigazgatóhoz közvetlenül hozzárendelt műszaki és biztonsági igazgató. Ő felelős a biztonsági irányítási rendszer működtetésének felügyeletéért, hatékonyságának fenntartásáért és ezekről a felső vezetőségnek történő beszámolásért.

A vállalatnál egyszintű biztonságtechnikai szervezet működik élén a műszaki és biztonsági igazgatóval, aki a koncepcionális, stratégiai feladatok meghatározásán és a hatósági kapcsolattartáson túl irányítja a területi biztonságtechnikai vezető munkáját.

Súlyos balesetek megelőzésébe és az ellenük való védekezés irányításába, végrehajtásába bevont személyek feladatai:

Üzemeltetési igazgató

- A Terminál hiánytalan ellátása a forgalmazáshoz szükséges minőségű gázzal,
- Az üzem igényekhez igazodó, hatékony működtetése,
- Az üzem működésére vonatkozó hatósági, munka- és környezetvédelmi valamint biztonságtechnikai előírások betartatása,
- Az üzemi beszerzések és beruházások költségeinek optimalizálása,
- A partneri igények kielégítéséhez szükséges logisztikai feltételek biztosítása,
- Az elsődleges, másodlagos és harmadlagos szállítás optimalizálása,
- Az alvállalkozók menedzselése és teljesítményük értékelése valamint javítása,
- A Terminál működésének értékelése és szabályozása,
- A töltő- és tároló üzemi tevékenységek személyi és tárgyi feltételeinek biztosítása,
- Az üzemek karbantartási tevékenységének felügyelete,
- A beruházási tevékenység irányítása,
- A termelési anyagok selejtezésének irányítása,
- Napi operatív kapcsolat tartása beszállítókkal, külső partnerekkel, különösen az őrzés-védelem, raktári készlet leadása, beruházások kivitelezése vonatkozásában.

Biztonságtechnikai és minőségügyi vezető

- Döntés a technológiák, beruházások műszaki-bizt. technikai megvalósíthatóságáról,
- Vállalati Risk management működtetése,
- Társasági szintű biztonságtechnikai kontrolling kialakítása és működtetése,
- Biztonságos működéshez szükséges politikák kialakítása és ellenőrzése,
- Speciális projektek műszaki- biztonságtechnikai felügyelete,
- Biztonságtechnikai képzési rendszer kialakításában való részvétel,
- Havária esetek felszámolásának és kivizsgálásának irányítása,
- Hatósági, biztonságtechnikai kapcsolatok működtetése,

- A biztonságtechnikai szemlerendszer felügyelete.

Telepvezető

Felettese: üzemeltetési és beszerzési igazgató

Közvetlen alárendeltek:

- Tárolási vezető
- Szivattyú és kompresszor kezelők
- Diszpécserek
- Vasúti üzemvezetők

Felelős:

Üzemi hatáskörben:

- a termelési tervek költséghatékony végrehajtásáért,
- hatékony anyag és eszközgazdálkodásért
- karbantartási, műszaki tervek végrehajtásáért
- beszerzésekért (termelési segédanyagok, áruk)
- partneri igény kielégítéséért
- műszaki fejlesztések előkészítéséért
- üzemi beruházások, felújítások, javítások bonyolításáért
- gáztechnológiák üzemeltetéséért
- a törvényi, minőségbiztosítási, technológiai előírások betartatásáért
- szemlerendszer működtetéséért
- az emberi erőforrások hatékony működtetéséért
- az oktatási, képzési terv végrehajtásáért
- az üzemzavar elhárítási feladatok teljesítéséért
- üzemi balesetek kivizsgálásáért
- az integrált rendszer helyi működtetéséért,
- jövedéki törvényben foglaltaknak való megfeleléséért.

Feladatai:

- A partneri igények kielégítését célzó termelési feladatok operatív tervezése, szervezése, ellenőrzése
- nyersgáz átvétel, minőségellenőrzés, tárolás biztosítása
- szervezése, ellenőrzése
- hatékony munkaerő foglalkoztatás
- az üzem készletforgalmi, műszaki, termelési tevékenységének irányítása
- havária eseményeknél a helyszíni mentésvezetői feladatok ellátása
- a műszaki dokumentációk, nyilvántartások naprakészességének biztosítása, ellenőrzése
- biztonságtechnikai, minőségbiztosítási, technológiai, környezetvédelmi, tűzvédelmi, foglalkozás egészségügyi utasítások betartása, betartatása
- karbantartások operatív tervezése, végrehajtásának irányítása, ellenőrzése
- súlyos balesetek és káresemények elhárításában, vevői reklamációk kivizsgálásában való közreműködés
- feladatvégzés, közreműködés a kompetencia mátrixokban rögzített egyéb vállalati folyamatokban
- az integrált rendszer helyi adatrögzítésének biztosítása, ellenőrzése
- üzemzavar esetén az Üzemzavarelhárítási Szabályzatban, a Gáz és Tűzriadó Tervben előírtak végrehajtása, végrehajtatása, kármegelőzésben, kárelhárításban való részvétel.

Közreműködik:

- vállalati tervezési folyamatokban
- minőségbiztosítási rendszer utasításainak készítésében, zsúrizésében
- reklamációk kivizsgálásában
- költségelemzésekben, vállalat fejlesztési folyamatokban
- humán erőforrás képzésben
- beszállítók minősítésében

Jelent, tájékoztat:

- Vállalatot érintő, illetve rendkívüli esetekben tájékoztatás a kereskedelmi és termelési, valamint a műszaki és biztonsági igazgató felé.
- Készletezést érintő kérdésekben egyeztet, tájékoztatást ad a gazdasági vezetőnek.

- Vállalati beszerzési tételekkel kapcsolatos igény és készletezés vonatkozásában egyeztet, tájékoztatást ad a kereskedelmi és termelési igazgatónak.

Hatásköre:

- az SZMSZ-ben
- a kompetencia mátrixokban
- a Minőségügyi rendszerben
- szakmai szabályzatokban
- Vezérigazgatói utasításokban foglaltak szerint

Helyettesítés: eseti megbízás szerint

Tárolási vezető

Felettese: Telepvezető

Közvetlen alárendelt:

- Szivattyú és kompresszorkezelő
- Diszpécser

Felelős:

- a gáztárolási feladatok során a biztonságtechnikai, minőségbiztosítási, technológiai, környezetvédelmi, tűzvédelmi, foglalkozás egészségügyi előírások betartásáért, betartatásáért,
- a költségtakarékos anyag, eszközfelhasználásért,
- a munka-és technológiai fegyelem betartatásáért,
- a munkaerő hatékony foglalkoztatásáért,
- a termeléssel kapcsolatos adatok gyűjtésért, rögzítésért, előírás szerinti forgalmazásáért

Feladatai:

- gázátvétell, gáztárolás, LNG bunkerig, tartályautótöltés, vasúti vagonöltés tevékenységek operatív irányítása az aktuális tervek, diszpozíciók alapján,
- gáztechnológiai berendezések üzemeltetése,

- a beérkező, a tárolt, a kiadott gáz minőségének rendszeres ellenőrzése, a paraméterek dokumentálása,
- a feladathoz kapcsolódó adatok rögzítése az integrált rendszerben,
- műszaki nyilvántartások naprakész vezetése, ellenőrzése,
- foglalkozási balesetek kivizsgálása ,
- javító intézkedések meghozatala a reklamációk figyelembevételével,
- részvétel a termelést érintő beruházási, fejlesztési, fenntartási munkák megvalósításában, használatbavételi eljárásokban,
- a töltési tevékenység anyagigényének összeállítása, beszerzések kezdeményezése,
- a termeléssel kapcsolatos információs rendszerhez szükséges adatszolgáltatás,
- vezetői ellenőrzési rendszer működtetése,
- működési területén a minőségügyi rendszer előírásainak betartatása,
- feladatvégzés, közreműködés a kompetencia mátrixokban rögzített egyéb vállalati folyamatokban,
- üzemzavar esetén az Üzemzavar Elhárítási Szabályzatban, a Gáz-és Tűzriadó Tervben előírt feladatok végrehajtása, végrehajtatása, kármegelőzésben, kármentésben való részvétel.

Közreműködik:

- a reklamációk kivizsgálásában,
- termelési tervjavaslatok elkészítésében,
- beszállítók minősítésében,
- fejlesztések előkészítésében,
- eseti megbízás alapján szakmai team-ek munkájában,
- a minőségügyi rendszer szerinti folyamatokban,

Jelent, tájékoztat:

- a minőségügyi rendszerben meghatározottak szerint,
- telepvezetői meghatalmazás alapján,
- töltési munkák személyi és tárgyi feltételeiben bekövetkezett hiányosságokról a telepvezető felé.

Hatásköre:

- az SZMSZ-ben

- a minőségügyi rendszerben,
- szakmai szabályzatokban,
- vállalati utasításokban foglaltak szerint

Helyettesítés: eseti megbízás szerint

Szivattyú-kompresszorkezelők és diszpécserek

Munkakör: Szivattyú-kompresszorkezelő

Felettese: Tárolási vezető

Közvetlen alárendelt: -

Felelős:

- a gáztárolás, és tankautós és vasúti gázkiszállítási kiszolgálásában való tevékeny részvételért, a vonatkozó előírások maradéktalan betartása mellett,
- a kötelezően vezetendő nyilvántartások vezetéséért, az általa vezetett nyilvántartások valódiságáért.
- A feladataihoz kapcsolódó adatok integrált rendszerben történő rögzítéséért, a rögzített adatok valódiságáért.

Feladatai:

- a gázszállítmányok fogadása, lefejtése, a tárolási munkák végrehajtása,
- a feladataihoz kapcsolódó adatok rögzítése a integrált rendszerben,
- a gázszállítmányok fogadásával, lefejtésével és tárolásával kapcsolatos okmányok és nyilvántartások pontos vezetése,
- az üzemi tartálypark és technológiai berendezések műszaki felügyelete, a ki-és betárolási munkák végrehajtása,
- a hatáskörébe tartozó munkaterületen üzemelő gépek és berendezések szakszerű, gazdaságos és biztonságos működtetése,
- a tevékenységére vonatkozó technológiai utasítások, szabályok és a vonatkozó előírások ismerete és alkalmazása,
- a védőruhák, védőeszközök, felszerelések és munkaeszközök rendeltetés szerinti használata,
- a munkaterület, berendezések rendjének, tisztaságának folyamatos biztosítása,

- üzemzavar esetén az Üzemzavarelhárítási Szabályzatban, a Gáz-és Tűzriadó Tervben részére előírtak teljesítése, kármegelőzésben, kárelhárításban való részvétel.
- felettese által jogszerűen kiadott egyéb utasítások végrehajtása.

Közreműködik:

- munkaterülete műszaki feltételeinek biztosításában,
- a gázzállítmányok minőségi ellenőrzésében,
- a minőségügyi rendszerben előírtak szerint,

Jelent, tájékoztat:

- az üzemelés során megállapított hibákról, problémákról, hiányosságokról és esetleges kihatásairól - műszakvezető felé.
- a minőségügyi rendszerben előírtak szerint.

Hatásköre: Kiterjed a „Feladatai” című bekezdésben meghatározottak betartására és betartatására.

Helyettesítés: eseti megbízás szerint

Vasútüzem vezetői

Munkakör: Hajó/Vasútüzem vezető

Felettese: Telepvezető

Közvetlen alárendelt: -

Felelős:

- a gáztárolás, és tankautós és vasúti gázkiszállítási kiszolgálásában való tevékeny részvételért, a vonatkozó előírások maradéktalan betartása mellett,
- a kötelezően vezetendő nyilvántartások vezetéséért, az általa vezetett nyilvántartások valódiságáért.
- A feladataihoz kapcsolódó adatok integrált rendszerben történő rögzítéséért, a rögzített adatok valódiságáért.

Feladatai:

- a gázzállítmányok fogadása, lefejtése, a tárolási munkák végrehajtása,

- a feladataihoz kapcsolódó adatok rögzítése a integrált rendszerben,
- a gázzállítmányok fogadásával, lefejtésével és tárolásával kapcsolatos okmányok nyilvántartások pontos vezetése,
- a hatáskörébe tartozó munkaterületen üzemelő gépek és berendezések szakszerű, gazdaságos és biztonságos működtetése,
- a tevékenységére vonatkozó technológiai utasítások, szabályok és a vonatkozó előírások ismerete és alkalmazása,
- a védőruhák, védőeszközök, felszerelések és munkaeszközök rendeltetés szerinti használata,
- a munkaterület, berendezések rendjének, tisztaságának folyamatos biztosítása,
- üzemzavar esetén az Üzemzavarelhárítási Szabályzatban, a Gáz-és Tűzriadó Tervben részére előírtak teljesítése, kármegelőzésben, kárelhárításban való részvétel.
- felettese által jogszerűen kiadott egyéb utasítások végrehajtása.

Közreműködik:

- munkaterülete műszaki feltételeinek biztosításában,
- a gázzállítmányok minőségi ellenőrzésében,
- a minőségügyi rendszerben előírtak szerint,

Jelent, tájékoztat:

- az üzemelés során megállapított hibákról, problémákról, hiányosságokról és esetleges kihatásaikról - műszakvezető felé.
- a minőségügyi rendszerben előírtak szerint.

Hatásköre: Kiterjed a „Feladatai” című bekezdésben meghatározottak betartására és betartatására.

Helyettesítés: eseti megbízás szerint

A dokumentumok rendszere

A biztonsági irányítási rendszer dokumentumainak hierarchiáját az alábbi ábra mutatja:



A biztonsági irányítási kézikönyv

A biztonsági irányítási kézikönyv az Rt. biztonsági irányítási rendszerének struktúráját, folyamatainak kapcsolatát, működtetésének alapelveit és általános szabályait írja le utalva a további részleteket szabályozó dokumentumokra. A biztonsági irányítási Kézikönyvet a Üzemeltető munkatársainak és partnereinek a biztonsági irányítási rendszerrel kapcsolatos tájékoztatására valamint a belső és külső felülvizsgálatok, ellenőrzések megalapozására illetve elősegítésére használjuk.

Szabályzatok

A szabályzatok a biztonsági irányítási rendszer egy-egy fontos részterületének általános követelményeit, előírásait foglalják össze. Ezeket az elveket kell alkalmazni az alább felsorolt dokumentumok kidolgozása során.

A szabályzat lehet az egyes szakterületeket összefoglaló egyéb szabályozó dokumentumok gyűjteménye is.

Eljárési utasítások

Az eljárési utasítások folyamatábrákon keresztül mutatják be a termék-szolgáltatás előállítás folyamatait. További szerepük a több funkciót vagy szervezeti egységet érintő tevékenységek összehangolása, az együttműködés szabályozása, felelőségek meghatározása. Ennek érdekében előírják a folyamatok szabályozott és biztonságos működésével kapcsolatos feladatokat, felelőségeket valamint az adatok és az információ áramlásának útját.

Munka- technológiai-, műveleti utasítások

A munka- technológiai-, műveleti utasítások az eljárási utasításokban nem részletezett egyes tevékenységek, technológiai folyamatok és munkaműveletek végrehajtási módját és a végrehajtandó lépések időbeli sorrendjét, személyi, tárgyi biztonságtechnikai munka és környezetvédelmi feltételeit határozzák meg. Ezek az előírások egyes szakterületek, vagy konkrét munkahelyek tevékenységét szabályozzák. Ezen dokumentumok szintjén kezeljük a különböző tevékenységeket rövidebb-hosszabb ideig szabályozó terveket is.

Iratok, feljegyzések, nyilvántartások

A biztonsági irányítási rendszer működtetése során végzett tevékenységekről és azok eredményeiről, a gyártott termékekről a keletkező melléktermékekről az anyagi, személyi és környezeti biztonságot befolyásoló tényezőkről és tevékenységekről objektív adatokat illetve bizonyítékokat szolgáltató iratokat, feljegyzéseket kell készíteni, illetve nyilvántartásokat kell vezetni.

Az iratokat, feljegyzéseket és nyilvántartásokat a termékek biztonságosságának, a biztonsági irányítási rendszer hatékony működésének igazolása valamint a rendszer továbbfejlesztéséhez szükséges adatok és információk biztosítása érdekében kell vezetni.

Belső Védelmi Terv

-Elkészítendő-

A Biztonsági Politika végrehajtása

- Folyamatos fejlesztés: a folyamatos fejlesztés a biztonsági irányítási rendszeren belül a kockázatok optimális szintjének elérésére; a veszélyforrások (anyagok, technológiák, termékek) veszélyességének csökkentésére illetve a dolgozók, épített és természetes környezet védelmének növelésére irányul. (Lásd a biztonsági irányítási rendszer modelljét) A kockázatok objektív értékelése érdekében figyelemmel kísérjük és mérjük mindazokat a tevékenységeket, folyamatokat és tényezőket melyek ezekre hatással vannak. A szükséges mérési megfigyelési és ellenőrzési tevékenységek egyes szintjeit a következő pontok tartalmazzák.

- Veszélyforrások mérése, adatgyűjtése és megfigyelése: A dolgozókat és a környezetet érő ártalmak, veszélyforrások mérését és változási tendenciáinak figyelemmel kísérését és mérését a vonatkozó eljárásokban, technológiákban vagy munkautasításokban kell szabályozni.
- A szabályozásnak ki kell térni a mérés, ellenőrzés módszereire, a beavatkozás kritériumaira és követelményeire valamint a helyesbítő és megelőző tevékenységekre vonatkozó felelősségek meghatározására.
- A mérések, ellenőrzések legfontosabb területei; a munkahelyi expozíció mértéke, a veszélyes anyagforgalom, a keletkező hulladék és káros anyag kibocsátás mértéke. Figyelemmel kell kísérni továbbá a nem kívánatos események (havária, balesetek) számát és változásának tendenciáját is. A felsorolt megfigyelési és mérési adatokat a munkahelyi vezetők, a biztonságtechnikai szervezet, illetve a szabályozásokban kijelölt személyek kötelesek elemezni. Az elemzések alapján nekik kell kezdeményezni azon helyesbítő és megelőző tevékenységek kidolgozását és végrehajtását melyek által a biztonsági rendszer folyamatos fejlesztése, megvalósul.
- A biztonságtechnikai folyamatok figyelemmel kísérése: A biztonságtechnikai folyamatok figyelemmel kísérése a műszaki és biztonsági igazgató, illetve a biztonságtechnikai vezető feladata. A biztonságtechnikai vezető a folyamatoknak a szabályozásoktól történő eltávolodása, illetve a bekövetkező rendkívüli események esetén, azokat jelzi, jelenti a felső vezetés számára. Feladata továbbá a biztonságtechnikai folyamat fejlesztése és a változások érvényesítése a vonatkozó szabályozó dokumentumokban.
- A biztonsági rendszer felülvizsgálata: A biztonsági rendszer működését, tervezett felülvizsgálatok, szemlék alapján kell végrehajtani. A szemlék során a biztonságtechnikai szervezet a biztonságtechnikai és a minőségügyi dokumentumokban, jogszabályokban és a vállalati irányelvekben meghatározott követelményeknek való megfelelést, valamint a folyamatok működésének biztonságát, probléma mentességét vizsgálják. A biztonsági rendszer hatékonyságát a szemle jelentések alapján a biztonságtechnikai vezetőnek kell értékelni. Az értékelés alapján helyesbítő és megelőző intézkedéseket kell indítani, vagy az Igazgatói Biztonságtechnikai Tanács ülésére előterjeszteni.

A vonatkozó biztonságtechnikai eljárás:

- A külső és belső változások és azok tendenciáinak értékelése

A Terminál. folyamatait érintő külső és belső változásokat a felső vezetés (Management Team) hetente értékeli és az értékelés alapján, dönt a szükséges helyesbítő, illetve megelőző intézkedésekről.

A heti megbeszélések folyamán dönt az ilyen típusú tevékenységekre vonatkozó középvezetői előterjesztésekről is.

Az Üzemeltető szempontjából kiemelt fontosságú változásokat illetve a nagy horderejű (összetett) helyesbítő és megelőző tevékenységek előrehaladását a felső vezetés a minőségügyi és a biztonságtechnikai rendszer vezetőségi átvizsgálása, illetve az Igazgatói Biztonságtechnikai Tanács ülése során, évente egy-két alkalommal értékeli.

- Helyesbítő és megelőző tevékenység

A helyesbítő és megelőző tevékenységeket – a folyamatos fejlesztés megvalósítása érdekében - a figyelemmel kíséresi és mérési tevékenységek során gyűjtött adatok elemzése alapján kell végezni. Az elemzés során:

- fel kell tárni a tényleges és a lehetséges nem megfelelések okait,
- meg kell határozni az ismétlődés megakadályozásának módját, és az ehhez szükséges teendőket valamint a teendők végrehajtásának felelőseit és határidőit.
- A végrehajtást és annak eredményességét szintén ellenőrizni kell.
- A helyesbítő és megelőző tevékenység a minőségügyi és a biztonságtechnikai szabályozásokban előírt módon a hatáskör függvényében az illetékes vezetők feladata. A saját hatáskörben végre nem hajtható tevékenységekre vonatkozó javaslatot a felső vezetés számára kell előterjeszteni.

Engedélyek

- veszélyes munkavégzési engedély,
- üzemeltetési engedély,
- üzembe helyezési engedély,
- munkavédelmi használatbavételi engedély.

Veszélyes munkavégzési engedélyt kell alkalmazni, ha a munkát veszélyes helyszínen végzik:

- gázvezeték szakadásnál,
- beszállással végzett munkánál,
- csatornában, szennyvíztisztítóban végzett munkánál,

- FAM munkánál /feszültség alatti munkavégzés/,
- nyomás alatt végzett munkánál,
- tűzveszélyes tevékenységnél,
- mérgező anyagok jelenlétében végzett munkánál,
- autódaru jelenlétében végzett munkánál,
- túlmunka esetén (TMK)

Az előírásokat szigorúan be kell tartani minden esetben, ez különösen fontos, ha külső munkavállalók végeznek munkát az Üzemeltető területén.

Balesetek kivizsgálása

Minden baleset, sérülés, veszélyes esemény és "kvázi baleset" részletes és pontos kivizsgálása a vezetés egyértelmű feladata, a munkáltató és munkavállaló érdeke. Az Üzemeltető meggyőződése, hogy minden ilyen kivizsgálás elengedhetetlen a sérülések, anyagi károk és veszteségek megelőzésében.

Munkabiztonsági szaktevékenységnek minősül a súlyos balesetek és az olyan - munkaeszköz, illetve technológia által okozott - munkabaleset kivizsgálása, amely kettőnél több személy egyszerre, azonos helyen történő sérülését vagy egészségkárosodását okozta. Ezek kivizsgálását a területi biztonságtechnikai vezetők végzik.

A munkabalesetek bejelentésével és vizsgálatával kapcsolatos feladatokat az 5/1993.(XII.26.) MM rendelet, míg a súlyos üzemzavarok és a súlyos munkabalesetek bejelentését és vizsgálatát a 44/1997. (VIII.14.) IKIM rendelet tartalmazza.

Rendkívül fontos a baleset-megelőzéssel kapcsolatos problémák rendszeres és alapos elemzése. A Biztonságtechnikai szervezet félévente elkészíti a baleseti statisztikát és azok analízisét.

Gépek és berendezések üzemeltetésére vonatkozó szabályok

A balesetek és sérülések elkerülése és a biztonságos műszaki állapot megőrzése érdekében az Üzemeltető időszakos biztonsági felülvizsgálat alá vonja

- a veszélyes technológiákat,
- a robbanásveszélyes övezetben üzemelő villamos berendezéseket,
- az 5/1993 (XII.26.) MM rendeletben meghatározott munkaeszközöket,

- azt a gépet, amelynek gyártásához vagy üzembe helyezéséhez hatósági engedély szükséges, illetőleg
- felülvizsgálatát jogszabály, szabvány vagy üzemeltetési dokumentációja előírja.

Az időszakos felülvizsgálatok fő területe:

- nyomástartó edények,
- tartályautók,
- technológiai csővezetékek,
- villamos berendezések,
- emelőgépek,
- hegesztőberendezések,
- kazánok,
- kollektív védőeszközök - burkolatok, átjárók, korlátok
- katódvédelem,
- tűzvédelmi eszközök,
- tűzivízszivattyú,
- légzésvédő,
- gázérzékelő,
- kompresszor, LNG szivattyú,
- minden olyan gép, eszköz, melynek gépkönyvében időszakos ellenőrzés szerepel.

Feliratok

- Az Üzemeltető deklarálja, hogy minden munkahelyeken az ott folyó tevékenységnek megfelelő jelző- és figyelem felhívó táblákat, gépkezelési utasításokat, munkautasításokat (ISO 9001 szerint) helyez el.
- A feliratokkal munkavédelmi posztterekkel figyelmeztetik a munkavállalókat az egészséggel és biztonsággal kapcsolatos szabályokra.

Egyéni védőeszközök

- A Társaság a munkavállalókat a munkakörülményektől és az egészségi ártalmaktól függően a biztonságos munkavégzés érdekében védőöltözettel és védőfelszereléssel látja el.
- Az egyéni védőeszközök juttatásának rendjét az Üzemeltető központilag szabályozza.
- Minden munkavállaló alapvető kötelessége a védőfelszerelések viselése.

Vészhelyzetre szolgáló terv

- A Terminál és a szolgáltatási területén bekövetkezett rendkívüli eseményeknél a kár (emberélet, anyagi érték) lehető legkisebb mértékre történő korlátozása érdekében készenléti szolgálatot működtet. A működésre vonatkozó szabályokat az Üzemeltető a Belső Védelmi Tervben illetve az Üzemzavar-elhárítási Szabályzatban állapítja meg.
- A Terv és a Szabályzat minden érintett munkavállaló számára oktatás keretében ismertetésre kerül.

Veszélyes és/vagy ártalmas munkahelyi kockázatok felmérése

- Az Üzemeltető minőségileg, illetve szükség esetén mennyiségileg értékeli a munkavállalók egészségét és biztonságát veszélyeztető kockázatokat, különös tekintettel az alkalmazott munkaeszközökre, veszélyes anyagokra és készítményekre, a munkavállalókat érő terhelésekre, valamint a munkahelyek kialakítására.
- Az értékelés alapján olyan megelőző intézkedéseket hoz, amelyek biztosítják a munkakörülmények javulását.

TŰZVÉDELEM

Általános megállapítások

- Az Üzemeltető fontos feladatának tekinti a tűz elleni védekezést, a tűzkárok megelőzését, a tüzek oltását és keletkezési körülményeinek vizsgálatát,
- ezért a fejlesztésekkel, beruházásokkal összhangban gondoskodik a tűzvédelem fejlesztéséről, valamint a szükséges tűzvédelmi követelmények kielégítéséről, továbbá a tűzvédelmet szolgáló berendezések beszerzéséről és továbbfejlesztéséről.

- Az Üzemeltető a személyek és az anyagi javak védelme érdekében a tüzesetek és robbanások megelőzésére a 1996. évi XXXI. törvény és annak végrehajtására kiadott 30/1996. (XII.6.) BM rendelet alapján Tűzvédelmi Szabályzatot adott ki.
- A Társaság azon töltőüzemeiben, ahol a 118/1996.(VII.24.) Korm. számú rendelet létesítményi tűzoltóság működtetését határozza meg, ott az 57/1997.(X.21.)BM rendelet szerinti képzési követelményeknek megfelelő személyzet látja el ezt a feladatot.
- A kormányrendelet hatálya alá nem tartozó üzemekben üzemi tűzoltóság működik.
- A tűzvédelmi rendszerek üzembiztos állapotát rendszeres ellenőrzéssel biztosítja.

Tűzmegeelőzés és képzés

Az Üzemeltető gondoskodik arról, hogy munkavállalóik a munka, illetőleg a tevékenységi körükkel kapcsolatos tűzvédelmi ismereteket munkába állásuk előtt elsajátítsák és a tűz esetén végzendő feladatokat megismerjék, illetőleg a 32/1997. (V.9.) BM rendelet mellékletében meghatározott foglalkozási ágakban és munkakörökben előírt tűzvédelmi szakvizsgát letegyék és az ötévenkénti kötelező továbbképzésen részt vegyenek.

Tűzoltás

Minden olyan területén, ahol cseppfolyós gázt, vagy más gyúlékony anyagot tárolnak, vagy használnak az ott dolgozókat az adott helyen alkalmazott tűzoltó eszközök kezelésére kiképzti és használatát havonta gyakoroltatja.

A KÖRNYEZET VÉDELME

- A Terminál fontos feladatának tekinti a környezet védelmének általános szabályairól szóló 1995. évi LIII. törvény előírásainak betartását.
- A Terminál tevékenysége során kiemelten kezeli a környezetvédelmi követelményrendszer érvényre jutását.
- A munkahely és a munka jellegének megfelelően gondoskodik a rendről, tisztaságról, a keletkező szennyvíz, szennyezőanyagok, hulladékok kezeléséről oly módon, hogy azok veszélyt vagy egészségi ártalmat ne okozzanak és a környezetet ne károsítsák.

- Az előírások betartásával kapcsolatos feladatokat és felelőségeket az Üzemeltető Környezetvédelmi Szabályzata tartalmazza.

BIZTONSÁGPOLITIKA ÉS MINŐSÉGÜGY KAPCSOLATA

Az Üzemeltető. az MSZ EN ISO 9001:2008 szabvány előírásainak megfelelő, az LNG forgalmazási tevékenységét szabályozó minőségbiztosítási rendszert működtet.

A minőségügyi rendszer részét képező dokumentumok (eljárások, munkautasítások, technológiák, stb.) kiadást megelőző zsűrizése és/vagy jóváhagyása a biztonságtechnikai szervezet közreműködésével történik. Hasonlóképpen a biztonságtechnikai szervezet által kiadandó dokumentumok a minőségügyi szervezettel egyeztetésre kerül a minőségügyi rendszerbe történő integrálás biztosítása érdekében.

A minőségügyi és a biztonságtechnikai rendszerek működtetése során feltárt problémák kijavítása érdekében a két szervezet kölcsönösen informálja egymást. A statisztikai adatok értékelésében, a helyesbítő tevékenységek meghatározásában és végrehajtásának ellenőrzésében szorosan együttműködik.

KÉPZÉS

Általános előírások

- A biztonsági képzés fontos és szerves részét képezi az Üzemeltető biztonsági politikájának.
- Ha a munka a munkavállaló testi épségére, egészségére veszéllyel járhat, akkor azt csak meghatározott szakképzettséggel, illetőleg gyakorlattal rendelkező személy végezheti.
- A munkavállalókat a munkába álláskor, munkahely vagy munkakör változásakor, új munkaeszköz vagy technológia bevezetésekor oktatásban részesíti.
- Biztosítja továbbá, hogy a biztonságos munkavégzéshez szükséges követelményeket megismerjék, elsajátítsák és a teljes foglalkoztatás időtartama alatt rendelkezzenek ezen ismeretekkel.

Vezetői képzés

Egészségügyi és Biztonsági Politika sikeres megvalósításának egyik alapvető feltétele az, hogy minden vezető megfelelő továbbképzés révén felelősségi területén hatékonyan és biztonságosan végezze munkáját. A megfelelő szintű biztonságtechnikai képzésről a vezető kinevezését követően gondoskodnak.

Képzési dokumentumok

- Minden területen fel kell mérni a képzési igényt, minden vezetőnek gondoskodnia kell, hogy minden tevékenységhez kellő számú szakképzett személyzet álljon rendelkezésre, figyelembe véve a szabadság és betegség időtartamát is.
- Amennyiben egy dolgozó képzést kap vagy szinten tartó tanfolyamon vesz részt úgy azt nyilvántartásba veszik.

EGÉSZSÉGÜGY ÉS HIGIÉNÉ

Általános megállapítások

- Az egészséget nem veszélyeztető és biztonságos munkavégzés követelményeinek megteremtése érdekében minden munkavállaló részére megfelelő mennyiségű és minőségű ivóvizet és a munkahely és a munka jellegének megfelelő öltözködési, tisztálkodási, egészségügyi, étkezési, pihenési és melegedési lehetőséget biztosít.
- A munkavállaló csak olyan munkával bízható meg, amelynek ellátására a szükséges élettani adottságokkal rendelkezik, az elvégzendő munka az egészségét és testi épségét nem veszélyezteti és arra egészségileg is alkalmas.

Foglalkozás-egészségügyi szolgálat

- A foglalkozás-egészségügyi szolgáltatásra kötött szerződések a társaság Egészségügyi és Biztonsági Politikájával összhangban működnek. A foglalkozás egészségügyi szolgáltatás keretében történik a munkavállalók 33/1998. (VI.24.) NM rendelet szerinti munkaköri

alkalmasság orvosi vizsgálata, továbbá a Munkavédelmi Törvény 58. §. 1-4 pontjában meghatározott feladatok ellátása.

- Előzetes munkaköri alkalmasság vizsgálata,
- A munkaköri alkalmasság egészségügyi megfelelés elbírálása végett minden felvételre kerülő munkavállalónak előzetes orvosi vizsgálaton kell részt vennie,
- Időszakos munkaköri alkalmasság vizsgálata,
- A munkaviszony fennállása alatt az egészségi állapot megváltozásának időbeni felismerése érdekében a munkavállalók időszakos orvosi vizsgálaton kötelesek részt venni.

Záróvizsgálat

Az idült foglalkozási megbetegedés veszélyével járó munkavégzés, munkakörnyezet esetén a foglalkoztatás megszűnésekor.

Zaj

- Zaj mérést kell végezni minden olyan munkahelyen, ahol a munkavállalók zajártalomnak lehetnek kitéve.
- Az Üzemeltetőnek észszerűen kialakítható műszaki megoldással kell biztosítani, hogy a munkahelyeken a zajhatások ne károsítsák a munkavállalókat és ne veszélyeztessék a munkavégzés biztonságát.
- Ahol a zajszint nem csökkenthető az előírt értékre ott egyéni hallásvédelmet kell alkalmazni.
- A munkahely vezetője felelős azért, hogy a dolgozók zajos munkahelyeken megfelelő hallásvédő eszközzel el legyenek látva és azt rendeltetészerűen használják.

Vibráció

- Rezgés mérést kell végezni minden olyan munkahelyen, ahol a munkavállalók vibrációs ártalomnak lehetnek kitéve.
- Az Üzemeltetőnek észszerűen kialakítható műszaki megoldással kell biztosítani, hogy a munkahelyeken a vibráció ne károsítsa a munkavállalókat és ne veszélyeztessék a munkavégzés biztonságát.

Megvilágítás

- Megvilágítás mérést kell végezni minden olyan munkahelyen, ahol a megfelelő világítás hiányából eredő ártalom feltételezhető.
- Az Üzemeltető mindent megtesz annak érdekében, hogy a munkahelyek természetes és mesterséges megvilágítása kielégítse a munkavégzés jellegének megfelelő világításra jellemző követelményeket.

Légszennyeződés

Légszennyezettség mérést kell végezni minden olyan munkahelyen, ahol azt jogszabály előírja, illetve ahol a környezetben a levegő szennyezettségéből eredő ártalom feltételezhető annak érdekében, hogy a szükséges megelőző intézkedést a munkáltató végre tudja hajtani.

Védőital

A Munkáltató biztosítja, hogy - szabadtéri munkavégzésnél, a munkavégzés jellegének és a munkakörülményeknek megfelelő egyéni védelemmel és védőital ellátással - a munkavállaló az időjárás hatásai ellen megfelelő védelemben részesüljön.

Kézi anyagmozgatás

A vezetés mindent megtesz annak érdekében, hogy a munkavállalók a kézi anyagmozgatás közben az előre látható sérüléseket elkerüljék, az anyag mozgatását az anyag tulajdonságainak megfelelő, arra alkalmas eszközzel, a súly és mérethatárok megtartásával végezzék.

Elsősegélynyújtás

- A munkahelyen bekövetkező személyi sérülések ellátása érdekében a Munkáltató a munkahelyek jellegének, a veszélyforrásoknak, a munkavállalók létszámának, a munka szervezésének megfelelően biztosítja a munkahelyi elsősegélynyújtás tárgyi, személyi és szervezési feltételeit.

- A Terminálon megfelelő létszámú képzett elsősegélynyújtót kell biztosítani.

Külső munkavállalók

- Ha az Üzemeltető működési területén belül más munkáltató munkavállalói dolgoznak, akkor a munkavégzést úgy kell összehangolni, hogy az ott dolgozókra és a munkavégzés hatókörében tartózkodókra, az ott lévő vagyontárgyakra veszélyt ne jelentsen. A követelményrendszert szerződésben kell rögzíteni.
- Külső munkavállalóknak a Terminál területén végzett munka során be kell tartaniuk a vonatkozó biztonsági szabályokat.
- Erről munkavégzés előtt az adott terület vezetője dokumentált oktatást tart.

Látogatók

- A Terminál látogatóit ugyanolyan védelemben kell részesíteni, mint amelyeket az ott dolgozóknak nyújtanak.
- A látogató személyeket nem szabad felügyelet nélkül beengedni a területre.
- Fel kell hívni a látogatók figyelmét a fényképezési tilalomra, továbbá
- meg kell kérni a látogatókat mielőtt tűzveszélyes övezetbe lépnek be, hogy minden tűzgyújtó eszközt, rádiótelefont, portábilis elektronikus eszközöket (komputert, kalkulátort, magnót, CD lejátszót, játékokat, stb.) adjanak le a portán. Dohányozni csak a kijelölt helyen szabad.
- Nem szabad a látogatókat olyan területre beengedni, ahol fokozott veszélynek vannak kitéve.
- Szükség esetén biztosítani kell a látogatók számára az előírt védőfelszerelést, akik azt kötelesek viselni.
- Veszély esetén a kijelölt gyülekezési helyre kell kísérni őket.
- Minden látogatót meg kell kérni, hogy jegyezze be nevét a portán az erre a célra rendszeresített könyvbe, tüntesse fel az érkezés, távozás időpontját, az általa képviselt Társaság nevét és a meglátogatott személy nevét.
- A portaszolgálat egy azonosító számmal ellátott "Belépési Engedély" -lyel látja el, amit távozáskor le kell adnia.

III.9 EGYSÉGES LNG KULTÚRA KIALAKÍTÁSA

A Duna – Majna – Rajna (D/M/R) kapcsolat folyami összeköttetést biztosít Észak és Dél Európa országai között, továbbá kapcsolatot teremt a világtengerek kereskedelméhez azon országok számára is, melyek nem rendelkeznek offshore potenciállal. Ez a folyósó jelentősen hozzájárulhat ahhoz, hogy a Duna-flotta a gázolajról más alacsony szén-dioxid-kibocsátású alternatívára, például az LNG-re váltson. Ezenkívül az LNG Dunán történő szállítása jelentősen növelheti a víziút szállítási kapacitását és így energia megtakarítást eredményezhet a terminál/ok környezetében lévő iparágak számára, az egész régióban. A szállításhoz általánosan használt gázolajhoz képest az LNG közel 0% -ra csökkenti a kénkibocsátást. Az LNG-üzemű hajók szinte semmilyen részecskét nem, mintegy 90% -kal kevesebb nitrogén-oxidot és 20-25% -kal kevesebb CO₂-t bocsátanak ki. Az LNG tüzelőanyagként történő felhasználása tehát javítja a belvízi hajózás környezetvédelmi teljesítményét (LNG vs. EN 590 dízel).

III.9.1 Az LNG Masterplan

([Forrás: www.emsa.europa.eu](http://www.emsa.europa.eu))

A Masterplan általános célja az LNG - mint környezetbarát és hatékony üzemanyag és rakomány - teljes körű bevezetésének előkészítése és elindítása a Rajna-Majna-Duna tengely belvízi hajózási ágazatában, valamint a szinergiák kiaknázása az LNG-infrastruktúrában.

A MASTERPLAN általános céljának elérése érdekében két konkrét célkitűzés volt:

- átfogó stratégia kidolgozása, részletes útitervvel és megfelelő iránymutatásokkal és ajánlásokkal az LNG üzemanyagként és rakományként történő megvalósításához a Rajna-Majna-Duna tengelyen
- az LNG üzembe helyezésének tesztelése, üzemeltetése és ellenőrzése egy Pilot Project-projektben.

III.9.2 Célkitűzés

A MASTERPLAN létrehozta a hatóságok és az ipari szereplők közötti együttműködési platformot azzal a céllal, hogy elősegítse a szárazföldi navigáció során az LNG-re, mint üzemanyagra és rakományra vonatkozó harmonizált európai szabályozási keret kidolgozásának elősegítését, és elősegítse az LNG-nek, mint a belvízi hajózásban alkalmazott üzemanyagnak és rakománynak a bevezetését. .

Műszaki koncepciókat szállított az új és utólag felszerelt hajók számára, amelyeket LNG hajt meg, és LNG szállít, valamint egy terminál kísérleti telepítését nyújtotta be. Fejlesztett egy átfogó stratégiát és ajánlásokat az LNG beépítésére a belvízi szállítás területén, amely meghatározza a széles körű telepítéshez szükséges intézkedéseket és intézkedéseket, összhangban az EU közlekedési / energia- / környezetvédelmi politikai céljaival és intézkedéseivel.

Részletesebben, a MASTERPLAN kézzelfogható eredményeket ért el:

- a harmonizált és kedvező szabályozási keret kialakításának összehangolása és megkönnyítése, valamint az állami és magánbefektetések ösztönzése
- az LNG üzemanyagként és rakományként történő bevezetésének az európai szárazföldi flotta számára történő költségeinek és előnyeinek vizsgálata
- az akadályok azonosítása és ajánlások kidolgozása a költséghatékony és fokozatos bevezetésre az állami hatóságok és a magánipar együttműködésével
- értékelést ad a folyami kikötők háttérét jelentő LNG-úttörő piacokról, és ezen piacok feltárása kollektív koncepció részeként
- a know-how növelése és átadása az észak-európai és a tengeri ágazatból általában a belvízi hajózási ágazatba és különösen a Közép- / Délkelet-Európába;
- az LNG zöld és alternatív üzemanyagként való elhelyezése a belvízi szállításban
- a belvízi szállítás (infrastruktúra és flotta) nyomon követésének fejlesztése és korszerűsítése a tisztább alternatív üzemanyag és egy értékes áru (minden egyben) bevezetésével.
- a vízben közlekedő LNG-láncok megkönnyítése és indítása (kísérleti) - a kikötőkben a kísérleti LNG-infrastruktúra és az újonnan épített / utólag felszerelt LNG-üzemű hajó(k) kiépítése révén;
- a hajógyártással és a kapcsolódó technológiákkal kapcsolatos európai innováció erősítése, és ezáltal az európai hajógyárak és felszerelés-szolgáltatók versenyhelyzetének javítása

A MASTERPLAN természetét integrált kísérleti üzembe helyezésű tanulmányként határozták meg, amelynek jellemzői inkább program, mint projekt. A kedvezményezettek saját projekttevékenységeiket meghatározott együttműködési tevékenységek keretében és az illetékes hatóságok szabályozási munkájával párhuzamosan hajtják végre. A hatóságok technikai és szervezeti támogatást kapnak az illetékes projektpartnerektől, valamint a szükséges támogatást a szabályozási munkájukhoz. A közös tevékenységek megkönnyítik a know-how átadását, és egyes technikai megoldások harmonizációját, valamint a szükséges szabályozási keretre vonatkozó iránymutatásokat és ajánlásokat.

A MASTERPLAN olyan platformként működött, amely lehetővé tette a résztvevők számára, hogy kihasználják a közös munka szinergiáit. A köz- és magánszereplők célzott együttműködése valamennyi

résztevő számára magas európai hozzáadott értéket generált, és javította a nyomon-követési tevékenységek keretét, és követte a beruházásokat és projekteket, többek között az Antwerpenben lévő LNG-terminált, az LNG-üzemanyag tankolási lehetőséget Duisburgban, LNG-üzemű buszok Szlovákiában stb.

A MASTERPLAN konzorcium megvizsgálta és értékelt az LNG üzemanyagként és rakományként történő felhasználásának keretfeltételeit, ellátási piacait és piaci lehetőségeit a Rajna-Majna-Duna tengelyen. Figyelembe vették az LNG bevezetésének biztonsági, ökológiai és társadalmi-gazdasági kérdéseket érintő átfogó hatásvizsgálatát.

Az elért eredmények a következőkre vonatkoznak:

- status quo elemzés és trendek,
- LNG-ellátási elemzés,
- LNG-igény elemzés és
- hatásvizsgálat: biztonsági, ökológiai és társadalmi-gazdasági szempontok.

III.9.3 Célkitűzés: Technológiák és működési koncepciók

Az LNG Masterplan konzorcium kutatási munkákon, valamint konkrét hajóprojekteken keresztül hozzájárult a szárazföldi navigációs ágazatban a kisméretű LNG-műveletekhez szükséges műszaki és operatív megoldások kidolgozásához. Vizsgálta az innovatív

- motortechnológiákat és koncepciókat,
- LNG-tartály- és berendezési technológiákat.

A tevékenységek emellett foglalkoztak

- az LNG-üzemanyag európai tengeri és belvízi kikötőkben történő szabályozásának harmonizálásához szükséges munkával, és így hozzájárultak az LNG biztonságos üzemanyag-használat vonatkozásában,
- műszaki evidenciákkal, biztonsággal és kockázatértékeléssel kapcsolatos tevékenységek részeként kidolgozott biztonsági és védelmi tanulmányok betekintést nyújtanak a biztonsági előírásokba és eljárásokba, valamint útmutatást nyújtanak a helyi biztonsági előírások és eljárás megszervezéséhez az LNG-üzemanyag-szállítás és a (nem) töltés során. Ezek a tanulmányok áttekintést adnak az események forgatókönyveiről és útmutatást nyújtanak az események kezelésére.

III.9.4 Az LNG Masterplan eredményei

3. harmonizált európai rendeletekkel kapcsolatos rendelkezések révén hozzájárult az érintett testületek, például az EK, a CCNR, az ENSZ-EGB és a nemzeti hatóságok szabályozási folyamatához. A munka a hajókra vonatkozó előírásokkal, az LNG veszélyes rakományként történő szállításával, az LNG feltöltésével, a rendőrségi előírásokkal, a kikötői előírásokkal, valamint az érintett személyek oktatásával és képzésével foglalkozott.
4. oktatási és képzési követelményekkel kapcsolatos tevékenységek részeként kidolgoztak tanterveket és a gyakorlatok anyagait, e-tanulási modulok kísérleti szimulátorait. A tervezett kísérleti telepítések oktatási és képzési igényeinek kielégítése érdekében a kidolgozott szabványokon és anyagokon alapuló képzési órákat hajtottak végre. A projektek életciklusa során szerzett ismereteket, tapasztalatokat, bevált gyakorlati példákat és tanulságokat összegyűjtötték, kiértékeltek és tovább terjesztették a koncepciók, kísérletek és kísérleti telepítési tevékenységek értékelése során. Ezek képezték a szárazföldi hajók üzemanyagként és rakományként az LNG mint a Rajna-Main-Duna vízi tengely tengelye végrehajtására vonatkozó átfogó stratégia alapjait. A stratégia meghatározza az LNG széles körű bevezetéséhez a belvízi szállításban szükséges intézkedéseket és intézkedéseket:
 - kormányzás és jogszabályok,
 - Piacok és pénzügyek,
 - Hajók és felszerelések,
 - LNG-infrastruktúra,
 - Munkahelyek és készségek, és
 - Tudatosság.

A projekttevékenységek részeként az érintett partnerek megvalósíthatósági tanulmányokat és műszaki koncepciókat dolgoztak ki az LNG-terminálok számára; új építésű LNG-tartályhajó és LNG-üzemű hajók; LNG-meghajtásra utólag felújított hajók, valamint más járművek és gépek számára, amelyek az alkalmazott LNG-ellátási lánc megközelítésének elemei. A tevékenységek magukban foglaltak minden szükséges munkát a hajóosztályozó társaságokkal, a szabályozó testületekkel és a hatóságokkal a terminálok és hajók engedélyének megszerzéséhez, ideértve a szükséges biztonsági és kockázatelemzéseket (például a HAZID/HAZOP) és / vagy a környezeti hatásvizsgálatokat; a kísérleti üzem telepítésének megkezdése előtt. Ezenkívül a kedvezményezettek egyéni tevékenységeinek konkrét

támogatása mellett útmutatásokat is készítettek az LNG-terminálok és hajók projektjeinek előkészítéséről, hogy a projekt mögött szilárd finanszírozási rendszer jöjjön létre (pénzügyi és jogi).

III.9.5 Az LNG-vel kapcsolatos súlyos baleseti lehetőségek bemutatása

(Forrás: *Purple Book, Sdu Uitgevers, Den Haag 1999 ISBN 90 12 08796 1*)

Ez a fejezet azokat a veszélyesanyag-kiszabadulással járó eseményeket („események”) mutatja be, amelyeket figyelembe kell venni az üzemekre elkészítendő QRA-ban. Az „események” teljes köre a következő:

- Általános (tipizált) „események”: Általános (tipizált) „esemény” alatt értünk minden olyan meghibásodási okot, amelyet külön nem veszünk figyelembe, pl. korrózió, szerelési hibák, hegesztési eredetű meghibásodások és a tartály leürítő nyílásának elzáródása.
- Külső hatásra bekövetkező „események”: Az ilyen eseményeket a szállítóeszközök esetében kell figyelembe venni. A telepített létesítményekre és a csővezetésekre jellemző, külső hatásra bekövetkező veszélyesanyag-kiszabadulással járó eseményeket feltételezés szerint vagy már az általános (tipizált) „eseményeknél” figyelembe vettük, vagy egy további meghibásodási gyakoriság felvételével kell figyelembe venni.
- Töltés-lefejtés során bekövetkező „események”: A töltés-lefejtés során bekövetkező „események” az anyagnak szállítóeszköztől telepített létesítménybe – vagy éppen fordítva – történő átfertésére (átadására) vonatkoznak.
- Specifikus „események”: Ezek olyan „események”, amelyek az üzemi (technológiai) körülményekre, a technológia kialakítására, az anyagokra és az üzemi elrendezésre sajátosan jellemzőek. Példaként említhető a megfutó reakció és a dominó hatás.

A QRA-ba csak azokat az „eseményeket” kell felvenni, amelyek az egyéni és/vagy társadalmi kockázathoz hozzájárulnak. Ez azt jelenti, hogy egy létesítmény(rész)ben bekövetkező veszélyesanyag-kiszabadulással járó eseményt csak akkor kell figyelembe venni, ha a következő két feltétel teljesül:

1. ha a bekövetkezési gyakoriság nagyobb vagy egyenlő 8-10/évvel és
2. az üzemhatáron kívül vagy a szállítási útvonalon kívül halálozás következik be (1%-os valószínűség).

III.9.6 Az üzemen belül bekövetkező veszélyesanyag-kiszabadulással járó események

Az üzemen belül különböző rendszerekre határoztunk meg veszélyesanyag-kiszabadulással járó eseményeket („eseményeket”). E rendszereket és a hozzájuk tartozó „eseményeket” az alábbi felsorolásban megadott szakaszok mutatják be részletesen:

- Nyomás alatti tartályok és nyomástartó edények
- Atmoszférikus tárolótartályok és edények
- Csővezetékek
- Szivattyú
- Hőcserélő
- Nyomáscsökkentő berendezések
- Raktárak
- Robbanóanyagok tárolása
- Közúti tartálykocsik
- Vasúti tartálykocsik
- Tartályhajók

III.9.6.1 Nyomás alatti tartályok és nyomástartó edények

„Esemény” tartályok és edények esetén
G.1 A teljes anyagtartalom pillanatszerű kiszabadulása
G.2 A teljes anyagtartalom folyamatos kiszabadulása 10 perc alatt, állandó kibocsátási tömegáram mellett
G3 Folyamatos kiáramlás 10 mm névleges átmérőjűnek megfelelő méretű lyukon

9.1 táblázat: Tartályokra és edényekre meghatározott „események”

Létesítmény(rész)	G.1	G.2	G.3
	Pillanatszerű	Folyamatos, 10 percen keresztül	Folyamatos, 10 mm-es lyukon

nyomástartó edény	$5 \times 10^{-7}/\text{év}$	$5 \times 10^{-7}/\text{év}$	$1 \times 10^{-5}/\text{év}$
technológiai tartály	$5 \times 10^{-6}/\text{év}$	$5 \times 10^{-6}/\text{év}$	$1 \times 10^{-4}/\text{év}$
reaktor edény	$5 \times 10^{-6}/\text{év}$	$5 \times 10^{-6}/\text{év}$	$1 \times 10^{-4}/\text{év}$

9.2 táblázat: Tartályokra és edényekre meghatározott „eseményekhez” tartozó gyakoriságok

Megjegyzések:

1. Egy edény vagy tartály az edényfalból (tartályfalból), a felhegesztett csonkokból, a fedőlemezekből és a műszer-csővekből áll. Az „esemény” a tartály vagy edény, illetőleg a berendezéshez tartozó csövezés meghibásodását jelenti. Az edényhez, illetőleg a tartályhoz csatlakozó csövezetékek meghibásodását máshol kell figyelembe venni.
2. Az itt megadott meghibásodási gyakoriságok alapértelmezett meghibásodási gyakoriságok, melyek nem veszik figyelembe a korróziót, a vibráció következtében fellépő anyagkifáradást, a kezelői hibákat és a külső hatásokat. Az alapértelmezett meghibásodási gyakoriságoktól való eltérés speciális esetekben lehetséges.
 - Kisebb meghibásodási gyakoriságot lehet alkalmazni abban az esetben, ha a tartályra vagy edényre a szokásos megoldásokon felül olyan kiegészítő biztonsági elveket alkalmaznak (pl. a tervezés során), amelyek vitathatatlanul csökkentik a meghibásodások gyakoriságát. Azonban a teljes anyagmennyiség kiszabadulásának gyakorisága (azaz a G.1 és a G.2 „eseményekhez” tartozó gyakoriságok összege) nem lehet kisebb, mint $1 \times 10^{-7}/\text{év}$.
 - Nagyobb meghibásodási gyakoriságot kell használni abban az esetben, ha a tartályra vagy edényre vonatkozó szokásos előírások nem teljesülnek vagy a körülmények nem szokványosak. Ha a külső hatás vagy a kezelői hiba nem hagyható figyelmen kívül, akkor a G.1 („pillanatszerű”) „esemény” gyakoriságához $5 \times 10^{-6}/\text{év}$ értéket, a G.2 („folyamatos, 10 percen keresztül”) „eseményhez” $5 \times 10^{-6}/\text{év}$ értéket hozzá kell adni.
3. Az edények és a tartályok lehetnek (részben) földtakarásosak, illetőleg épületen belüli vagy kívüli telepítésűek. Az „események” és a hozzájuk tartozó gyakoriságok az elhelyezéstől függetlenek.
4. A tárolótartályok különböző időszakokban különböző anyagok tárolására is használhatók. Ha az üzemből sok különböző anyagot szállítanak ki, tanácsos az anyagokat osztályozni és a QRA-ban minden egyes anyagosztályra külön mintaanyagot használni. Egyfajta osztályozási módszert ismertet a [VVoW95]. Meg kell jegyezni azonban, hogy ha egy adott anyag kiteszi az összes kiszállított anyag meghatározó részét, akkor magát az anyagot kell figyelembe venni a számítások során.

5. A tárolótartályokban 1 bar abszolút nyomásnál valamivel nagyobb nyomás is lehet. Ezeket atmoszférikus tárolótartályoknak kell tekinteni. Ilyenek pl. a kriogén tartályok vagy a nitrogén-párnás atmoszférikus tárolótartályok is.
6. Számolni kell az egynél több tartály egyidejű meghibásodásának potenciáliskövetkezményeivel is. Ha például több tartály egymáshoz közel helyezkedik el, az egyik tartálynál bekövetkező BLEVE más tartályok meghibásodását is előidézhetheti. Ha több tartály egy kármentőben helyezkedik el, akkor a kármentő kapacitásának elégségesnek kell lennie ahhoz, hogy tartályokban lévő teljes folyadékmennyiséget felfogja, mert ellenkező esetben több tartály egyidejű meghibásodása az anyagnak a kármentőből való kijutásához vezethet.
7. A technológiai tartályok és a reaktor edények meghibásodási gyakorisága tízszerese a nyomástartó edények meghibásodási gyakoriságának. E tízszeres szorzóval a kémiai technológiák veszélyeit vesszük figyelembe, mint amilyenek pl. a folyamat elemzése során nem azonosított megfutó reakciók. Mindemellett a technológiai folyamat elemzése különböző módszerek (mint például a HAZOP, a „mi van, ha?” és az ellenőrzőjegyzékes elemzések) segítségével feltételezés szerint megtörténik, és ezek alapján megfelelő intézkedések megtételére kerül sor a feltárt veszélyhelyzetek kialakulásának megelőzése érdekében. Az elemzési módszerek részletes leírása a „Vörös Könyvben” megtalálható [CPR12E].

III.9.6.2 Atmoszférikus tárolótartályok és edények

Az atmoszférikus tárolótartályok és edények főbb típusai a következők:

- Szimplafalú atmoszférikus tartály:

A szimplafalú atmoszférikus tartály gyakorlatilag a folyadék elsődleges tárolására alkalmas edény. Az edényen lehet akár külső köpeny is, de ennek elsődleges rendeltetése a tartályszigetelés szilárdságának és épségének megőrzése. Az elsődleges edény meghibásodása esetében a köpeny nem alkalmas a folyadék felfogására.

- Védőköpennyel ellátott atmoszférikus tartály

A védőköpennyel ellátott atmoszférikus tartály folyadék elsődleges tárolására tervezett edényből és egy védőköpenyből áll. Az elsődleges edény meghibásodása esetén a köpeny felfogja a kiszabadult folyadékot, azonban a gőzt nem. A köpeny nem képes ellenállni minden lehetséges terhelésnek, így pl. a robbanásnak (0,3 bar statikus túlnyomás 300 másodpercen keresztül), a repeszhatásnak és a hideg okozta (termikus) terhelésnek sem.

- Duplafalú atmoszférikus tartály

A duplafalú atmoszférikus tartály folyadék elsődleges tárolására tervezett edényből és egy másodlagos edényből áll. Az elsődleges edény meghibásodása esetén a másodlagos edény fogja fel a kiszabadult folyadékot és ez ellenáll minden lehetséges terhelésnek, így a robbanásnak (0,3 bar statikus túlnyomás 300 másodpercen keresztül), a repeszhatásnak és a hideg okozta (termikus) terhelésnek is. A másodlagos edény nem alkalmas a keletkezett gőzök felfogására.

- Teljes védelemmel ellátott atmoszférikus tartály

A teljes védelemmel ellátott tartály folyadék elsődleges tárolására alkalmas edényből és egy másodlagos edényből áll. Az elsődleges edény meghibásodása esetén a másodlagos edény fogja fel a kiszabadult folyadékot és gőzt, valamint ellenáll minden lehetséges terhelésnek, így a robbanásnak (0,3 bar statikus túlnyomás 300 másodpercen keresztül), a repeszhatásnak és a hideg okozta (termikus) terhelésnek is. A tartálytetőt a másodlagos edény tartja és a tető rendeltetése szerint a terheléseknek – pl. robbanás – ellenáll.

- Membrán tartály

A membrán tartály egy elsődleges és egy másodlagos edényből áll. Az elsődleges edényt egy nem szilárdvázú membrán alkotja, amely normál üzemi körülmények között a folyadékot és annak gőzeit tárolja. A másodlagos edény anyaga beton, és rendeltetése az elsődleges edény megtámasztása. A másodlagos edény kapacitása akkora, hogy képes a teljes folyadékmennyiséget felfogni, és lehetővé teszi a képződött gőzök szabályozott leürítését a belső edény meghibásodása esetén. A tartálytető a másodlagos edény részét képezi.

Az alábbi táblázatok az atmoszférikus tárolótartályokra meghatározott „eseményeket” tartalmazza és az ezekhez rendelt gyakoriságokat adják meg:

„Esemény” atmoszférikus tartályok esetén
G.1 A teljes anyagtartalom pillanatszerű kiszabadulása <ul style="list-style-type: none"> • közvetlenül a légkörbe • az elsődleges edényből a sértetlen másodlagos edénybe vagy védőköpenybe
G.2 A teljes anyagtartalom folyamatos kiszabadulása 10 perc alatt, állandó kibocsátási tömegáram

mellett

- közvetlenül a légkörbe
- az elsődleges edényből a sértetlen másodlagos edénybe vagy védőköpenybe

G.3 folyamatos kiszabadulása 10 mm névleges átmérőjűnek megfelelő méretű lyukon

- közvetlenül a légkörbe
- az elsődleges edényből a sértetlen másodlagos edénybe vagy védőköpenybe

9.3 táblázat: Az atmoszférikus tárolótartályokra meghatározott „események”

Létesítmény (rész)	G.1a Pillanatszerű közvetlenül a légkörbe	G.1b Pillanatszerű másodlagos edénybe	G.2a Folyamatos, 10 percen keresztül közvetlenül a légkörbe	G.2b Folyamatos, 10 percen keresztül másodlagos edénybe	G.3a Folyamatos, 10mm-es lyukon közvetlenül a légkörbe	G.3a Folyamatos, 10mm-es lyukon másodlagos edénybe
szimplafalú tartály	$5 \times 10^{-6}/\text{év}$		$5 \times 10^{-6}/\text{év}$		$1 \times 10^{-4}/\text{év}$	
védőköpenyes tartály	$5 \times 10^{-7}/\text{év}$	$5 \times 10^{-7}/\text{év}$	$5 \times 10^{-7}/\text{év}$	$5 \times 10^{-7}/\text{év}$		$1 \times 10^{-4}/\text{év}$
duplafalú tartály	$1,25 \times 10^{-8}/\text{év}$	$5 \times 10^{-8}/\text{év}$	$1,25 \times 10^{-8}/\text{év}$	$5 \times 10^{-8}/\text{év}$		$1 \times 10^{-4}/\text{év}$
teljes védelemmel ellátott tartály	$1 \times 10^{-8}/\text{év}$					

membrán tartály	ld. 7. megj.					
--------------------	-----------------	--	--	--	--	--

9.4 táblázat: Az atmoszférikus tárolótartályokra meghatározott „események” gyakorisága

Megjegyzések:

1. Egy edény vagy tartály az edényfalból (tartályfalból), a felhegesztett csonkokból, a fedőlemezekből és a műszer-csővekből áll. Az „esemény” a tartály vagy edény, illetőleg a berendezéshez tartozó csővezetés meghibásodását jelenti. Az edényhez, illetőleg a tartályhoz csatlakozó csővezetékek meghibásodását máshol kell figyelembe venni.
2. A tartályok lehetnek épületen belüli vagy épületen kívüli telepítésűek. Az „események” az elhelyezéstől függetlenek.
3. A tárolótartályok különböző időszakokban különböző anyagok tárolására is használhatók. Ha az üzemből sok különböző anyagot szállítanak ki, tanácsos az anyagokat osztályozni és a QRA-ban minden egyes anyagosztályra külön mintaanyagot használni. Egyfajta osztályozási módszert ismertet a [VVow95]. Meg kell jegyezni azonban, hogy ha egy adott anyag az összes kiszállított anyag meghatározó részét teszi ki, akkor magát az anyagot kell a számítások során figyelembe venni.
4. A kriogén tartály olyan atmoszférikus tárolótartály, ahol a tárolási hőmérséklet alacsonyabb, mint a környezeti hőmérséklet. A kriogén tartályokra jellemző „események” azonosak az atmoszférikus tárolótartályokra meghatározott, megfelelő veszélyesanyag-kiszabadulással járó eseményekkel.
5. Az atmoszférikus tárolótartályokban 1 bar abszolút nyomásnál valamivel nagyobb nyomással is lehet. Ezeket a tartályokat atmoszférikus tárolótartályoknak kell tekinteni. Ilyenek pl. a kriogén tartályok vagy a nitrogén-párnás atmoszférikus tárolótartályok is.
6. Számolni kell az egynél több tartály egyidejű meghibásodásának potenciális következményeivel is. Ha több tartály egy kármentőben helyezkedik el, akkor a kármentő kapacitásának elégségesnek kell lennie ahhoz, hogy tartályokban lévő teljes folyadékmennyiséget felfogja, mert

ellenkező esetben több tartály egyidejű meghibásodása az anyagnak a kármentőből való kijutásához vezethet.

7. A membrán tartály meghibásodási gyakoriságát – melyet a másodlagos edény szilárdsága határoz meg – eseti alapon kell megbecsülni a más típusú atmoszférikus tárolótartályokra jellemző adatok felhasználásával.

III.9.6.3 Csővezetékek

A csővezetékekhez tartozó veszélyesanyag-kiszabadulással járó események alatt az üzemben a felszín feletti nyomvonalú technológiai és technológiaközi csővezetékek lehetséges meghibásodásait értjük. A földalatti szállítóvezetésekre jellemző „eseményeket” máshol mutatjuk be. A csővezetékekre meghatározott „eseményeket” a 9.5 táblázat, az ezekhez tartozó gyakoriságokat pedig a 9.6 táblázat tartalmazza.

„Események” csővezetékek esetén
G.1 Teljes keresztmetszetű törés <ul style="list-style-type: none"> • kiáramlás a teljes keresztmetszetű törés mindkét oldalán
G.2 Kifolyás <ul style="list-style-type: none"> • kifolyás a névleges vezetékátmérő 10%-ának megfelelő, de max. 50 mm átmérőjűlyukon keresztül

9.5 táblázat: A csővezetékekre meghatározott „események”

Létesítmény(rész)	G.1 Teljes keresztmetszetű törés	G.2 Kifolyás
csővezetékek névleges átmérő < 75mm	$1 \times 10^{-6}/\text{m}/\text{év}$	$5 \times 10^{-6}/\text{m}/\text{év}$

csővezetékek 75 mm <névleges átmérő < 150mm	$3 \times 10^{-7}/\text{m}/\text{év}$	$2 \times 10^{-6}/\text{m}/\text{év}$
csővezetékek névleges átmérő > 150 mm	$1 \times 10^{-7}/\text{m}/\text{év}$	$5 \times 10^{-7}/\text{m}/\text{év}$

9.6 táblázat: Csővezetékre meghatározott „eseményekhez” tartozó gyakoriságok

Megjegyzések:

1. A vezetérendszer meghibásodási rátájára vonatkozó értékek olyan technológiai csőrendszerekre jellemző adatokon alapulnak, amelyek nagymértékű vibrációtól, korróziós/eróziós hatásoktól vagy ciklikusan jelentkező hőterheléstől mentes technológiai környezetben működő rendszerekből származnak. Ha valós kockázata van annak, hogy pl. a korróziós hatás nagymértékű szivárgást eredményezhet, akkor a tényleges helyzettől függően egy 3-10 közötti korrekciós szorzótényezőt kell alkalmazni.
2. A csővezetékek nyomvonal haladhat épületen belül vagy épületen kívül. Az „események” ettől függetlenek.
3. A teljes keresztmetszetű vezetéktörés helye fontos lehet a kifolyás szempontjából. Ha a csőtörés helye meghatározó fontossággal bír, akkor legalább három teljes keresztmetszetű törés esetét szükséges vizsgálni:
 - a felső vezetékszakaszon, azaz közvetlenül az átadóoldali (nagynyomású) edényhez való csatlakozásnál;
 - középen, vagyis nagyjából a vezeték hosszának felénél;
 - az alsó vezetékszakaszon, azaz közvetlenül az átvevőoldali (kisnyomású) edénynél. Rövid – vagyis 20 méternél rövidebb – csővezetékek esetében a törés helye feltehetően nem fontos; ezért elegendő a nagynyomású (felső) szakaszon bekövetkező törés modellezése. A szivárgásos „eseménynél” a szivárgás helye vélhetően nem fontos szempont a kifolyás szempontjából, ezért elegendő egy helyet vizsgálni.
4. Hosszú csővezetékek esetében a meghibásodási helyeket egymástól egyenlő távolságra kell megválasztani ahhoz, hogy összefüggő kockázati határgörbét kapjunk. A meghibásodási helyek

számát elegendően nagyra kell választani úgy, hogy a kockázati határgörbe a meghibásodási helyek számának további növelésekor már ne változzon jelentősen. Kiindulásként elfogadható a meghibásodási helyek 50 méterenkénti felvétele.

5. A karimás csatlakozások meghibásodását a vezeték meghibásodási gyakoriságok feltételezés szerint már tartalmazzák; emiatt a minimális vezeték hossz 10 méter.

III.9.6.4 Szivattyúk

A szivattyúkra meghatározott „eseményeket” a 9.7 táblázat, az ezekhez tartozó gyakoriságokat pedig a 9.8 táblázat tartalmazza.

„Események szivattyúk esetén
G.1 Katasztrófális meghibásodás <ul style="list-style-type: none"> a szivattyúhoz csatlakozó legnagyobb átmérőjű vezeték teljes keresztmetszetű törése
G.2 Kifolyás <ul style="list-style-type: none"> kifolyás a szivattyúhoz csatlakozó legnagyobb vezeték névleges átmérőjének 10%-át kitevő, de legfeljebb 50 mm átmérőjű lyukon

9.7 táblázat: Szivattyúkra meghatározott „események”

Létesítmény(rész)	G.1	G.2
	Katasztrófális meghibásodás	Kifolyás
szivárgás ellen nem biztosított szivattyúk	$1 \times 10^{-4}/\text{év}$	$5 \times 10^{-4}/\text{év}$
hegesztett házas szivattyúk	$5 \times 10^{-5}/\text{év}$	$2,5 \times 10^{-4}/\text{év}$
hermetikus (szivárgásmentes) szivattyúk	$1 \times 10^{-5}/\text{év}$	$5 \times 10^{-5}/\text{év}$

9.8 táblázat: A szivattyúkra meghatározott „eseményekhez” tartozó gyakoriságok

III.9.6.5 Hőcserélők

A hőcserélőkre meghatározott „eseményeket” a 9.9 táblázat, az ezekhez tartozó gyakoriságokat pedig a 9.10 táblázat tartalmazza.

A hőcserélők három alaptípusa a következő:

- hőcserélők, amelyeknél a veszélyes anyag a csöveken kívül található;
- hőcserélők, amelyeknél a veszélyes anyag a csövekben található, és a hőcserélő köpenyének tervezési nyomása nagyobb vagy egyenlő, mint a csövön belül lévő veszélyes anyag által okozott legnagyobb nyomás;
- hőcserélők, amelyeknél a veszélyes anyag a csövekben található, és a hőcserélő köpenyének tervezési nyomása kisebb, mint a csövön belül lévő veszélyes anyag által okozott legnagyobb nyomás.

„Események hőcserélők esetén
G.1 A teljes anyagtartalom pillanatszerű kiszabadulása
G.2 A teljes anyagtartalom folyamatos kiszabadulása 10 perc alatt, állandó kibocsátási tömegáram mellett
G.3 Folyamatos kifolyás 10 mm névleges átmérőjűnek megfelelő méretű lyukon
G.4 Tíz cső teljes keresztmetszetű törése egyidejűleg <ul style="list-style-type: none"> • kifolyás a teljes keresztmetszetű törés mindkét oldalán
G.5 Egy cső teljes keresztmetszetű törése <ul style="list-style-type: none"> • kifolyás a teljes keresztmetszetű törés mindkét oldalán
G.6 Kifolyás <ul style="list-style-type: none"> • kifolyás a névleges vezetékátmérő 10 %-ának megfelelő, de max. 50 mm átmérőjű lyukon keresztül

9.9 táblázat: Hőcserélőkre meghatározott „események”

Létesítmény(rész)	G.1	G.2	G.3
	Pillanatszerű	Folyamatos, 10 percen keresztül	Folyamatos, 10 mm-es lyukon
Hőcserélő; veszélyes anyag a csöveken kívül	$5 \times 10^{-5}/\text{év}$	$5 \times 10^{-5}/\text{év}$	$1 \times 10^{-3}/\text{év}$

Létesítmény(rész)	G.4	G.5	G.6
	10 cső törése	1 cső törése	Kifolyás
Hőcserélő; a veszélyes anyag a csövekben, a hőcserélő köpenyének tervezési nyomása nagyobb vagy egyenlő, mint a csövön belül lévő veszélyes anyag által okozott legnagyobb nyomás	$1 \times 10^{-5}/\text{év}$	$1 \times 10^{-3}/\text{év}$	$1 \times 10^{-2}/\text{év}$
Hőcserélő; a veszélyes anyag a csövekben, a hőcserélő köpenyének tervezési nyomása kisebb, mint a csövön belül lévő veszélyes anyag által okozott legnagyobb nyomás	$1 \times 10^{-6}/\text{év}$		

9.10 táblázat: A hőcserélőkre meghatározott „eseményekhez” tartozó gyakoriságok

Megjegyzések:

1. A veszélyes anyag közvetlenül a légkörbe jut. A hűtőközeg szennyeződése feltételezés szerint nem veszélyezteti a külső biztonságot. Ha a hőcserélő rendelkezik biztonsági berendezésekkel, mint például nyomáscsökkentő szeleppel, akkor a biztonsági berendezés működését a kiáramlás meghatározása során kell figyelembe venni.
2. A csatlakozó vezetékekből való anyagkiáramlást is figyelembe kell venni.

III.9.6.6 Fáklyaüzem

Valamely nyomáscsökkentő berendezés nyitása csak akkor jár veszélyesanyag-kibocsátással, ha a berendezés közvetlenül érintkezik az anyaggal és azt közvetlenül a légkörbe vezeti ki.

A fáklyaüzemre meghatározott „eseményeket” a 9.11 táblázat, az ezekhez tartozó gyakoriságokat pedig a 9.12 táblázat tartalmazza.

„Esemény” fáklyaüzem esetén
G.1 Kibocsátás a legnagyobb kibocsátási tömegárammal

9.11 táblázat: Fáklyaüzemre meghatározott „események”

Létesítmény(rész)	G.1 kibocsátás
fáklyaüzem	$2 \times 10^{-5}/\text{év}$

7.12 táblázat: Fáklyaüzemre meghatározott „eseményhez” tartozó gyakoriság

III.9.6.7 Az üzem területén tartózkodó szállítóeszközök

Az üzemekben töltési-lefejtési (illetőleg be- és kitárolási) tevékenységek végzésére alkalmas szállítóeszközök is jelen vannak. Az „események” a következőképpen csoportosíthatók: szállítóeszköz meghibásodásából kiinduló „események”; töltési-lefejtési tevékenységek végrehajtásakor bekövetkező „események”; és valamely baleset következtében fellépő külső hatások okozta veszélyesanyag-kiszabadulás.

Közúti tartálykocsik az üzem területén:

Az üzem területén tartózkodó közúti tartálykocsikra meghatározott „eseményeket” a 9.13 táblázat, az ezekhez tartozó gyakoriságokat pedig a 9.14 táblázat tartalmazza. Különbséget kell tenni aszerint, hogy atmoszférikus vagy nyomás alatti tartályról van szó.

„Események az üzem területén lévő közúti tartálykocsik esetében
G.1 A teljes anyagtartalom pillanatszerű kiszabadulása
G.2 Folyamatos kifolyás a legnagyobb csatlakozóvezeték átmérőjének megfelelő méretű lyukon <ul style="list-style-type: none"> • ha a tartály (részben) fel van töltve folyadékkal, akkor a modell szerinti kifolyás folyadékfázisban történik a legnagyobb töltő (/lefejtő) vezetéken át.
L.1a. A töltő-lefejtő tömlő teljes keresztmetszetű törése <ul style="list-style-type: none"> • a teljes keresztmetszetű törés mindkét oldalán folyik ki az anyag
L.2a. A töltő-lefejtő tömlő tömörtelensége <ul style="list-style-type: none"> • a kifolyás a névleges vezetékátmérő 10%-ának megfelelő, de max. 50 mm átmérőjű lyukon keresztül történik
L.1b. A töltő-lefejtő kar teljes keresztmetszetű törése

- a teljes keresztmetszetű törés mindkét oldalán folyik ki az anyag

L.2b. A töltő-lefejtő kar tömörtelensége

- a kifolyás a névleges vezetékátmérő 10%-ának megfelelő, de max. 50 mm átmérőjű lyukon keresztül történik

E.1 Külső hatás

S.1 Tűz a tartály alatt

- a tartályban levő teljes anyagmennyiség pillanatszerű kiszabadulásaként modellezhető

9.13 táblázat: Az üzem területén tartózkodó közúti és vasúti tartálykocsikra meghatározott „események”

	G.1	G.2	L.1a	L.2a	L.1b	L.2b	E.1	S.1
	pill. (1/év)	foly.ln. csatl. (1/év)	tömlő, teljes (1/óra)	tömlő, lyuk (1/óra)	kar, teljes (1/óra)	kar, lyuk (1/óra)	külső hatás	tűz
nyomás alatti tartály	5×10^{-7} /év	5×10^{-7} /év	4×10^{-6} /óra	4×10^{-5} /óra	3×10^{-8} /óra	3×10^{-7} /óra	ld. 1. megj.	ld. 2. megj.
atmoszferikus tartály	1×10^{-5} /év	5×10^{-7} /év	4×10^{-6} /óra	4×10^{-5} /óra	3×10^{-8} /óra	3×10^{-7} /óra	ld. 1. megj.	ld. 2. megj.

9.14 táblázat: Az üzem területén tartózkodó közúti tartálykocsikra meghatározott „eseményekhez” tartozó gyakoriságok

Megjegyzések:

1. Az üzem területén tartózkodó közúti tartálykocsik balesetei következtében kialakuló külső hatásokat a helyi sajátosságok határozzák meg. A számítási módszert e jelentésnek egy másik fejezete tartalmazza. Általánosságban elmondható, hogy a közúti tartálykocsik balesetéből eredő „eseményeket” az üzemben belül nem kell figyelembe venni abban az esetben, ha a közúti balesetek számának csökkentése érdekében intézkedéseket hoztak, például sebességkorlátozást rendeltek el.
2. A tartály(kocsi) alatt kialakuló tűz a tartály teljes tartalmának pillanatszerű kiszabadulásához vezethet. Számos meghibásodási ok idézhet elő tüzet a tartály alatt:

- az alsó tartálycsatlakozások tömörtelensége, majd a kifolyt anyag meggyulladása. Ez csak akkor következik be, ha a tartály tűzveszélyes anyagot tartalmaz. Nyomás alatti tartályok esetében a gyakoriság 1×10^{-6} /év, atmoszférikus tartályok esetében 1×10^{-5} /év;
- tűz a tartály(kocsi) környezetében. A helyi sajátosságok határozzák meg a meghibásodás gyakoriságát. Fontos befolyásoló tényező lehet, hogy a közelben vannak-e tűzveszélyes anyagot tartalmazó tartályok, vagy bekövetkezik-e meghibásodás a tűzveszélyes anyagok töltése-lefejtése során. A tűzveszélyes anyagot tartalmazó tartályok közelségére vonatkozó meghibásodási gyakoriság meghatározására szolgáló számítási módszer e jelentésben máshol található

Az itt bemutatott veszélyesanyag-kiszabadulással járó események nagyméretű tartályt hordozó szállítóeszközökre jellemzőek. Kisebb kiserelésben is szállítanak veszélyes anyagokat, pl. gázpalackokban. Az „eseményeket” az egyes csomagolási egységre külön-külön lehet meghatározni. Számolni kell azonban dominóhatással, valamint több csomagolási egység egyidejű, külső hatás következtében fellépő meghibásodásával.

Tartályhajók az üzem területén:

Az üzem területén tartózkodó tartályhajókra meghatározott „események” egyrészt töltés/lefejtési tevékenységek során, másrészt külső hatások következtében alakulhatnak ki. Az üzem területén tartózkodó tartályhajókra meghatározott „eseményeket” a 9.15 táblázat, az ezekhez tartozó gyakoriságokat pedig a 9.16 táblázat tartalmazza.

„Események” üzem területén tartózkodó tartályhajók esetén	
L.1	A töltő-lefejtő kar teljes keresztmetszetű törése <ul style="list-style-type: none"> • a teljes keresztmetszetű törés mindkét oldalán folyik ki az anyag
L.2	A töltő-lefejtő kar tömörtelensége <ul style="list-style-type: none"> • a kifolyás a névleges vezetékátmérő 10%-ának megfelelő, de max. 50 mm átmérőjű lyukon keresztül történik
E.1	Külső hatás, nagy anyagmenny. kiömlése <ul style="list-style-type: none"> • gáztartályos 180m³ anyag folyamatos kiömlése 1.800s alatt

• cseppf.gáztartályos (hűtött)	126m ³ anyag folyamatos kiömlése 1.800s alatt
• szimplafalú tartályos (folyadék)	75m ³ anyag folyamatos kiömlése 1.800s alatt
• duplafalú tartályos (folyadék)	75m ³ anyag folyamatos kiömlése 1.800s alatt
E.2 Külső hatás, kisebb anyagmenny. kiömlése	90m ³ anyag folyamatos kiömlése 1.800s alatt
• gáztartályos	
• cseppf.gáztartályos (hűtött)	32m ³ anyag folyamatos kiömlése 1.800s alatt
• szimplafalú tartályos (folyadék)	30m ³ anyag folyamatos kiömlése 1.800s alatt
• duplafalú tartályos (folyadék)	20m ³ anyag folyamatos kiömlése 1.800s alatt

9.15 táblázat: Az üzem területén tartózkodó tartályhajókra meghatározott „események”

Tartályhajó	L.1 töltő-lefejtő kar teljes km. törése	L.1 töltő-lefejtő kar tömörtelensége	E.1 Külső hatás (nagyobb kiömlés)	E.2 Külső hatás (kisebb kifolyás)
szimplafalú tartályos (folyadék)	6×10^{-5} /átfejtés	6×10^{-4} /átfejtés	$0,1 \times f_0$	$0,2 \times f_0$
duplafalú tartályos (folyadék)	6×10^{-5} /átfejtés	6×10^{-4} /átfejtés	$0,006 \times f_0$	$0,0015 \times f_0$
gáztartályos,				

cseppf.gáz tartályos				
	6×10^{-5} /átfejtés	6×10^{-4} /átfejtés	$0,25 \times f_0$	$0,00012 \times f_0$

9.16 táblázat: Az üzem területén tartózkodó tartályhajókra meghatározott „eseményekhez” tartozó gyakoriságok

Megjegyzések:

1. A tartályhajók ütközéses balesetei következtében fellépő külső hatásokat mint „eseményeket” a helyi sajátosságok határozzák meg. Ha a tartályhajó egy (kisebb) kikötőben horgonyoz a szállítási útvonalon kívül, akkor a külső hatásokból eredő „eseményeket” nem kell figyelembe venni. Ha viszont az üzemhez tartozó területen horgonyzó tartályhajó mellett van hajóforgalom, akkor az ütközés következtében kialakuló „eseményeket” figyelembe kell venni. Az ilyen események gyakoriságának számszerű meghatározásához az f_0 baleseti ráta alapértéket kell felhasználni.
 - $f_0 = 6,7 \times 10^{-11} \times T \times t \times N$, ahol
 - T : a szállítási útvonalon vagy a kikötőben tartózkodó hajók száma évente (összesen);
 - t : egy hajó átlagos töltés-lefejtési időigénye (órában);
 - N : az átfejtések száma évente.
2. Ha a töltő-lefejtő kar egynél több csőből áll, akkor a töltő-lefejtő kar törése az összes vezeték egyidejű törését jelenti.

III.9.7 Forgatókönyv mátrixa

A következőkben bemutatjuk a tervezés alatt álló logisztikai telep technológiájának azon elemeit, ahol az esetleges integritás-megszűnések súlyos következményekkel járhatnak. A következmények bemutatása a SuperChems 3.0 számítógépes modell input és outputjai, továbbá a súlyos ipari balesetek kockázatainak megjelenítése a FaultTreas programcsomag segítségével történik.

Ezzel egy időben bemutatjuk azokat a tervezés során kiemelt fontossággal bíró védelmi intézkedéseket, melyek révén egyfelől az integritás megszűnését kiváltó diszfunkciókat lehet elkerülni, másfelől azokat a rendszerelemeket, amelyek alkalmazása révén az *ab ovo* funkcióhibák következményeit lehet a minimális mértékűre csökkenteni. A bemutatásra kerülő védelmi intézkedések harmadik nagy csoportja azon redundanciák elemei, melyek a súlyos balesetek bekövetkezése folyamatában ok-okozati összefüggésben jelennek meg. Alkalmazásuk hathatósan csökkenti a súlyos balesetek valószínűségét.

III.9.7.1 Súlyos baleset lehetőségeinek azonosítása

A zártág megszűnéséhez vezető **közvetlen** okok az alábbiak:

1. Kriogén hatások
2. Korrózió
3. Erózió
4. Külső terhelés
5. Ütközés
6. Magas/alacsony nyomás
7. Magas/alacsony hőmérséklet
8. Vibráció
9. Helytelenül megválasztott rendszerelem/pozíció
10. Emberi hiba

A vezeték technológia elemei:

1. Folyadékfázis vezetéke
2. Gőzfázis vezetéke
3. Tartály cargo tank
4. Üzemanyagtartály
5. Szivattyú A,B
6. Kompresszor A,B
7. Hőcserélő A,B
8. Töltőkar - folyadékfázis
9. Töltőkar – gázfázis
10. Fáklyaüzem

	1. Kriogén hatások	2. Korrozio	3. Erózió	4. Külső terhelés	5. Ütközés	6. Magas/alacsony nyomás	7. Magas/alacsony hőmérséklet	8. Vibráció	9. Helytelenül választott elem/poz.	10. Emberi hiba
1. Folyadékfázis vezetéke	(1,1)	(1,1)	(1,1)	(1,1)	(1,1)	(1,1)	(1,1)	(1,1)	(1,1)	(1,1)
2. Gőzfázis vezetéke	(2,1)	(2,1)	(2,1)	(2,1)	(2,1)	(2,1)	(2,1)	(2,1)	(2,1)	(2,1)
3. Tartály cargo tank	(3,1)	(3,1)	(3,1)	(3,1)	(3,1)	(3,1)	(3,1)	(3,1)	(3,1)	(3,1)
4. Üzemanyagtartály	(4,1)	(4,1)	(4,1)	(4,1)	(4,1)	(4,1)	(4,1)	(4,1)	(4,1)	(4,1)
5. Szivattyú A,B	(5,1)	(5,1)	(5,1)	(5,1)	(5,1)	(5,1)	(5,1)	(5,1)	(5,1)	(5,1)
6. Kompresszor A,B	(6,1)	(6,1)	(6,1)	(6,1)	(6,1)	(6,1)	(6,1)	(6,1)	(6,1)	(6,1)
7. Hőcserélő A,B	(7,1)	(7,1)	(7,1)	(7,1)	(7,1)	(7,1)	(7,1)	(7,1)	(7,1)	(7,1)
8. Töltőkar foly. fázis	(8,1)	(8,1)	(8,1)	(8,1)	(8,1)	(8,1)	(8,1)	(8,1)	(8,1)	(8,1)
9. Töltőkar gáz fázis	(9,1)	(9,1)	(9,1)	(9,1)	(9,1)	(9,1)	(9,1)	(9,1)	(9,1)	(9,1)
10. Fáklyaüzem	(10,1)	(10,1)	(10,1)	(10,1)	(10,1)	(10,1)	(10,1)	(10,1)	(10,1)	(10,1)

10 x 10 mátrix elemei

A rendszerelemek és a zártság megszűnésének közvetlen okainak kombinációja adja azokat a forgatókönyveket, ahol veszélyes anyag elszabadulásával kell számolni. Ha a rendszerelemek listája teljes, elmondható, hogy az **összes** esemény figyelembe lett véve. A rendszerelemek és a devianciák kombinációi az alábbi – példaszinten felsorolt – eseményeket eredményezi.

III.9.7.2 LNG CSEPELI SZABADKIKÖTŐ TERMINÁL TERVEZÉSI FILOZÓFIÁJA

A lakosság életének és életkörülményeinek lényeges befolyásolására az Csepeli Szabadkikötőben tervezett LNG terminál üzemeltetése során a tárolt 1325 tonna LNG gázzal kapcsolatos azon súlyos ipari balesetek veendő figyelembe, ahol a rendszer integritásának megszűnését követően a veszélyes anyagnak – LNG - nagy mennyiségű gáz, illetve két fázisú kiáramlása következik be.

Mivel a kiáramlott anyag nem mérgező, ezzel szemben fokozottan tűz- és robbanás veszélyes, az élő és épített környezetre (beleértve a lakosságot és a lakókörnyezetet is) gyakorolt hatása különböző tüzek és robbanások energia-transzportja révén valósul meg. A tüzek hőenergiáját a sugárzás, a robbanások során felszabaduló kémiai energiát a keletkező nyomáshullámváltozás és a repeszek kinetikus energiája közvetíti. A tárolt anyagban megtettesülő és az égés során felszabaduló kémiai energia egyik része olyan tulajdonságú, hogy az étellel összeférhetetlen körülményeket teremt (például a hősugárzás halálos dózisa), a másik változata az épített környezetben okozhat olyan súlyos károkat, amelyek az élıhetőség feltételeit lehetetlenítik el. Ez utóbbiak alkalmasak arra is, hogy a veszélyhelyzetek eszkalációját is előidézze, súlyosbítva ezzel kialakult üzemzavart.

Az ún. kockázati mátrix (10 x 10) segítségével meghatározható minden olyan esemény, melyben a veszélyhelyzetet a technológiai zártság okozza. Célszerűen a mátrix sorai a technológiai rendszerelemeket, oszlopai a rendszerelemekkel összefüggésbe hozható azon független devianciákat tartalmazzák, melyek közvetlen okai a zártság megszűnésének. Ezek a devianciák egymástól független hatások, közös jellemzőjük az, hogy önállóan is okozhatják azokat a rendszerhibákat, mely során veszélyes anyag kerülhet ki az atmoszférába.

A zártság megszűnéséhez vezető **közvetlen** okok az alábbiak:

- Kriogén hatások
- Korrózió
- Erózió
- Külső terhelés
- Ütközés
- Magas/alacsony nyomás
- Magas/alacsony hőmérséklet
- Vibráció

- Helytelenül megválasztott rendszerelem/pozíció
- Emberi hiba

Preventív védelmi intézkedések:

PV1	LNG hajó cargo tervezési nyomása
PV2	LNG hajó üzemanyag tartály tervezési nyomása
PV3	Tankautó tartályának tervezési nyomása
PV4	100 m ³ tartály tervezési nyomása
PV5	1000 m ³ tartály tervezési nyomása
PV6	LNG hajó cargo tartály falvastagsága
PV7	Tankautó tartályának falvastagsága
PV8	100 m ³ tartály falvastagsága
PV9	1000 m ³ tartály falvastagsága
PV10	Lefejtő tömlő tervezési nyomása
PV11	Töltőkar tervezési nyomása
PV12	Technológiai szerelvények tervezési nyomása
PV13	Technológiai vezetékek tervezési nyomása
PV14	100 m ³ tartály szigetelés
PV15	1000 m ³ tartály szigetelése
PV16	Időszakos vizsgálatok a PED, ADR, RID, ADN szerint
PV17	Áramlás korlátozó szelepek
PV18	Biztonsági szelepek alkalmazása
PV19	Törésre záró szeleppárok BAC (Break away coupling)
PV20	Töltő mérleg alkalmazása
PV21	Elektro-pneumatikus szelepek alkalmazása
PV22	PLC folyamatirányító rendszer
PV23	Aktív korrózióvédelem
PV24	Passzív korrózióvédelem
PV25	Védőtávolságok
PV26	Gázkromatográf
PV27	Rétegsűrűség mérés

PV28	Szint kapcsolók
PV29	Nyomás kapcsolók
PV30	Hőmérséklet/Réteghőmérséklet mérés
PV31	Műveleti utasítások
PV32	Akusztikus emissziós vizsgálatok (100 m ³ -es és a 1000 m ³ -es tartályoknál folyamatos)
PV33	Tartálycsonkok és vezetékek hegesztéseinek feszültség állapot vizsgálata évente
PV34	Szigetelő karimapár az EPH rendszer és az aktív korrózióvédett rendszer között
PV35	A tartályok helyzetének geodéziai mérése 3 havonkénti rendszerességgel

Vészelhárítási rendszer elemei

VR1	Nyitott szórófejes oltórendszer
VR2	Független tűzivíz hálózat, tűzcsapok, vízágyúk
VR3	Gázérzékelők
VR4	Lángérzékelők
VR5	Automatikus tűzjelző központ
VR6	Kézi tűzjelzők
VR7	Kézi vészleállító nyomógombok
VR8	RB-s villamos rendszer
VR9	Zónabesorolás
VR10	Szikrafogók
VR11	Diesel motor meghajtású járművek
VR12	EPH rendszer
VR13	Földelési ellenállás mérés
VR14	Sziréna
VR15	Túlnyomásos helyiségek

Redundanciák:

R1	Tartalék áramforrás (Diesel generátor)
R2	Szünetmentes áramforrás
R3	Redundáns biztonsági szelepek
R4	Redundáns szintkapcsolók

- R5 Nyitott szórófejes oltórendszer redundáns szivattyúi
- R6 Nyitott szórófejes oltórendszer gyorsító szelepének by-pass-a

IV.FELHASZNÁLT IRODALOM

1	DNV-OSS-300	general description of the verification systematics, Risk Based Verification.
2	DNV-DSS-315	criteria for and guidance on verification of the integrity (safety, environmental and reliability) of parts of onshore LNG (both import and export) and gas receiving facilities during various phases of new developments and modifications.
3	DNV-OSS-304	Jetty structures
4	DNV-OSS-301	the import and export pipelines within plant battery limits
5	PED/97/23/EC	Marking Directives such as Pressure Equipment Directive
6	98/37/EC	Machinery Equipment Directive
7	ATEX 94/9/EC	Explosion Proof Devices
8	DNV-RP-A203	For novel technology for which there are no applicable standards to verify against, Technology Qualification according to procedures
9	EN 1473:2007	
10	ISO-31010	Risk Management - Risk Assessment Techniques
11	Chemical Industries Association HAZOP Guide	
12	ISO 8402: 1994	Verification: Confirmation by examination and provision of objective evidence that specified requirements have been fulfilled.
13	DNV-OSS-300 Sec.2 C	verification objectives, elements to be verified, performance requirements, level of involvement by party and type of verification activity

14 References

D 100 List of Internal References

- DNV-OSS-300 Risk Based Verification, 2004, Det Norske Veritas
- DNV-OSS-301 Certification and Verification of Pipelines, 2000, Det Norske Veritas
- DNV-OSS-304 Risk Based Verification of Offshore Structures, 2006, Det Norske Veritas
- DNV-OSS-307 Verification of Process Facilities, 2004, Det Norske Veritas
- DNV-OSS-309 Verification, Certification and Classification of gas export and receiving terminals, 2009, Det Norske Veritas
- DNV-RP-A203 Qualification Procedures for New Technology

D 200 List of External References

- A Guide to Hazard and Operability Studies, 1979, Chemical Industries Association Limited, London
- ISO 8402 Quality – Vocabulary, 1994, International Organization for Standardization, Geneva
- BS 4778 Quality Vocabulary, Part 2 Quality Concepts and Related Definitions, 1991, British Standards Institute, London
- EN 45011 General Criteria for Certification Bodies Operating Product Certification, 1998, European Committee for Standardization, Brussels

D 300 List of Technical Specifications

Relevant technical specifications which can be used as references are given in Appendix B.

The main standards for LNG facilities addressed in this document are:

- EN1473 Installation and equipment for liquefied natural gas - Design of Onshore Installations
- NFPA 59A Standard for Production, Storage and handling of Liquefied Natural Gas.

15	ISO9000	
16	FMEA and HAZOP studies or QRA	For critical operations
17	DNV-OSS-300 Appendix C	The hierarchy of verification document

18 – Support Structures **RELEVANT SPECIFICATIONS**

EN1473 Installation and equipment for liquefied natural gas - Design of Onshore Installations

EN1992 Design of Concrete Structures

EN1993 Design of Steel Structures

EN1994 Design of Composite Steel and Concrete Structures

NFPA 59A Standard for Production, Storage and handling of Liquefied Natural Gas

EN14620-1, Design and Manufacture of Site Built Vertical Cylindrical Flat bottomed Steel Tanks for the Storage of

Refrigerated Liquefied Gases with operating temperatures between 0°C and -165°C – Part 1 General

19	C1 Emergency Shutdown Systems	For the ESD Valves the process containment
----	-------------------------------	--

20 -RELEVANT SPECIFICATIONS

Pressure Vessels:

- ASME VIII
- PD5500

Heat Exchangers:

- API 660 Shell and Tube Heat Exchangers for General Refinery Service
- API 661 Air Cooled Heat Exchangers for General Refinery Service
- API 662 Plate Heat Exchangers for General Refinery Service
- ASME VIII
- TEMA

Rotating Equipment:

- API 610 Centrifugal Pumps for Petroleum, Petrochemical and Natural Gas Industries
- API 611 General Purpose Steam Turbines for Petroleum, Chemical and Gas Industry Services
- API 616 Gas Turbines for the Petroleum, Chemical and Gas Service Industries
- API 617 Centrifugal Compressors for Petroleum, Chemical and Gas Service Industries
- API 618 Reciprocating Compressors for Petroleum, Chemical and Gas Service Industries
- API 672 Packaged Integrally Geared Centrifugal Air Compressors for Petroleum, Chemical and Gas Service Industries

Tanks:

- API 620 Design and Construction of Large, welded, Low pressure storage tanks
- API 650 Welded Steel Tanks for Oil Storage

API RP 686 Recommended Practices for Machinery Installation and Installation Design

API 2510 Design and Construction of LPG Installations

Piping Systems: ASME B31.3

Relief Systems: API 14C

ASME B31 Standards of Pressure Piping

EN13480 Metallic Industrial Piping

21 – Cryogenic vessels, equipment and piping

RELEVANT SPECIFICATIONS:

EN1160 Installations and equipment for liquefied natural gas – General characteristics of liquefied natural gas

EN1474-1 Installation and equipment for liquefied natural gas - Design and testing of loading/unloading arms

EN1532 Installation and Equipment for Liquefied Natural Gas – ship to shore interface

EN1473

NFPA 59A

EN12567 Industrial Valves – Isolating Valves for LNG Specification for suitability and approval verification test

(EN1626 Cryogenic Vessels, valves for cryogenic service, EN12300 Cryogenic vessels, cleanliness for cryogenic

service, BS6364 Valves for cryogenic service)

EN ISO 10497 Testing of valves – Fire type-testing requirements

ASME VIII div 2

ASME B31.3

Pressure Equipment Directive (only applicable in the EU)

API520 and API521

22	EN 1474-1	
	SIGGTO	
23	EN1473	

24 – LNG storage tanks **RELEVANT SPECIFICATIONS:**

EN1160 Installations and equipment for liquefied natural gas – General characteristics of liquefied natural gas

EN1473 Installation and equipment for liquefied natural gas – Design of onshore installations

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

EN 14620-2 Design and manufacture of site built, vertical, cylindrical, flat-bottomed steel tanks for the storage of refrigerated, liquefied gases with operating temperatures between 0°C and -165°C – Metallic components

EN 14620-3 Design and manufacture of site built, vertical, cylindrical, flat-bottomed steel tanks for the storage of refrigerated, liquefied gases with operating temperatures between 0°C and -165°C – Concrete components

EN 14620-4 Design and manufacture of site built, vertical, cylindrical, flat-bottomed steel tanks for the storage of refrigerated, liquefied gases with operating temperatures between 0°C and -165°C – Insulation components

EN 14620-5 Design and manufacture of site built, vertical, cylindrical, flat-bottomed steel tanks for the storage of refrigerated, liquefied gases with operating temperatures between 0°C and -165°C – Testing, drying, purging, and cool-down

API Standard 620 Design and construction of Large, Welded, Low-pressure Storage Tanks

NFPA 59A Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas (LNG)

EN12567 Industrial Valves – Isolating Valves for LNG Specification for suitability and approval verification test

EN1626 Cryogenic Vessels, valves for cryogenic service

EN12300 Cryogenic vessels, cleanliness for cryogenic service

BS6364 Valves for cryogenic service

EN ISO 10497 Testing of valves – Fire type-testing requirements

ASME Section VIII-DIV 2 Boiler and Pressure Vessel Code

Pressure Equipment Directive (only applicable in the EU)

API 520 Sizing, Selection, and Installation of Pressure - Relieving Devices in Refineries

API 521 Guide for Pressure-Relieving and De-pressuring Systems

ASME B31.3 Standards of pressure piping – Process piping

25– Open hazardous drains RELEVANT SPECIFICATIONS

NFPA 59

EN1473

26 – Pressure relief systems RELEVANT SPECIFICATIONS

API RP 520 Sizing, selection and installation of pressure-relieving devices in refineries

API 521 Pressuring relieving and de-pressuring systems (equivalent to ISO 23251 Petroleum and natural gas industry –Pressure-relieving and de-pressuring systems

Guidance note: The following specifications can be useful:

ISO10418 Petroleum and natural gas industries -- Offshore production installations -- Analysis, design, installation and testing of basic surface process safety systems

API 14C Recommended Practice for Analysis, Design, Installation, and Testing of Basic Surface Safety Systems for Offshore Production Platforms

27 - Ignition prevention and control system RELEVANT CODES AND SPECIFICATIONS

IP Code Part 15 (Area Classification of Petroleum Installations)

IEC 60079 -10-1, Classification of Areas – Explosive Gas Atmospheres

IEC 60529 Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)

API RP 500 Recommended Practice for Classification for Electrical Installations at Petroleum Facilities

ISO13732-1 Ergonomics of the thermal environment – Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces

Part 1:Hot surfaces

Building Safety Regulations

Non-Hazardous Area Ventilation

Certified Electrical Equipment

Cargo Tank Inert Gas System

Earthing and Bonding Systems

Ignition Control Components

ATEX 99/92 (for EU projects only)

ATEX 94/9 (for EU projects only)

28 -vendor data	IP Rating 56. or NEMA 4/4X.	
-----------------	-----------------------------	--

29 - Emergency shutdown system **RELEVANT SPECIFICATIONS**

EN1532 Installation and Equipment for Liquefied Natural Gas – ship to shore interface (move to control and ESD)

IEC-61508 Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems

IEC 61511 Functional safety - Safety instrumented systems for the process industry sector

ANSI/ISA-91.00.01-2001 Identification of Emergency Shutdown Systems and Controls that are Critical to Maintaining Safety in Process Industries

SIGTTO ESD Systems & Linked Ship/Shore Systems on Liquefied Gas Carriers (for Marine Transfer Facilities)

30 – Blowdown system **RELEVANT SPECIFICATIONS**

ISO 4126 Safety devices for protection against excessive pressure

EN 764-7 Pressure equipment Safety systems for unfired pressure equipment

API 521/ISO2351 Pressure relieving and de-pressuring systems

API520 PT 1&2 Sizing, Selection and Installation of Pressure Relieving Devices in Refineries Sizing and Section and Installation

31 - Fire and gas detection system **RELEVANT SPECIFICATIONS**

IEC 60331 Tests for electric cables under fire conditions

NFPA 72: National Fire Alarm and Signalling Code

32	IEC-61508, IEC-61511	
----	----------------------	--

33 – Fire and blast protection systems RELEVANT SPECIFICATIONS

NFPA 2001

NFPA 20 Fire Water Pumps

34 – Emergency power system supply RELEVANT SPECIFICATIONS

Cable Specifications (e.g. IEC60331)

NFPA 110 Standard for Emergency and Standby Power Systems

EN 50091 Uninterruptable Power Systems

35 – Escape and Evacuation RELEVANT SPECIFICATIONS

EN1838 Lighting applications – Emergency lighting, EN50171 Central Power Supply Systems, EN50172
Emergency

Escape Lighting Systems, EN60598-2-22 Luminaires, Particular requirements Luminaires for emergency
lighting

36 – Emergency Communications RELEVANT SPECIFICATIONS

ISO 7240-19 Fire Detection and alarm systems

37 – Environment RELEVANT SPECIFICATIONS

ISO 14001 (environmental management system)

Council Directive 96/61/EC (Integrated Pollution Prevention and Control)

NORSOK S-003

V. MELLÉKLET

V.1 MELLÉKLET 1.

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 1
 MISSING
 Wed Oct 16 22:49:34 2019

```
SSSSSSSSSS
SS      S
SS
SSSSSSSSSS U  U PPPPPP EEEEE RRRRRR
          SS U  U P  P E      R  R
S        SS U  U PPPPPP EEEEE RRRRRR
S        SS U  U P      E      R  R
SSSSSSSSSS UUUUU P      EEEEE R  RRR
```

```
CCCCCCCCC
CC      C
CC
CC          H  H EEEEE MM  MM SSSSS
CC          H  H E      M MM M S
CC          C HHHHHH EEEEE M MM M SSSSS
CC          C H  H E      M  M  S
CCCCCCCCC H  H EEEEE M  M SSSSS
```

Supercharged Chemical hazard evaluation methods

IMPORTANT SOFTWARE LICENSE/USAGE INFORMATION:

For all purposes, Arthur D. Little Inc. is the owner of the Software, and any copies thereof, and of all copyright, trade secret, patent, and other intellectual or industrial property rights therein. Physical copies of the Software (in diskette, tape or other form provided by Arthur D. Little Inc.) shall remain the property of Arthur D. Little Inc., and such copies shall be deemed to be on loan to Licensee during the term of the license granted pursuant to this Agreement. The existence of any such copyright notice on the Software shall not be construed as an admission, or be deemed to create a presumption, that publication of such materials has occurred.

The software is being licensed "as is" and without warranty of any kind, whether express or implied, written or oral. ARTHUR D. LITTLE DOES NOT MAKE ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES OF ANY KIND OF THE SOFTWARE OR

IT'S USE OR THE RESULTS OF ITS USE. ARTHUR D. LITTLE DOES NOT WARRANT THE MERCHANTABILITY OF THE SOFTWARE OR ITS FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR ITS CORRECTNESS, ACCURACY, RELIABILITY OR CURRENTNESS. Licensee assumes responsibility for the selection of the Software to achieve its desired results, for the installation and use of the Software, and for the results obtained from the Software.

EAIL|386, V 1.42
PROJECT: LNG RELEASE
PROBLEM:

PAGE 2
MISSING
Wed Oct 16 22:49:35 2019

Welcome to Release 3.10 of SuperChems

Copyright (C) 1989-1997, Arthur D. Little, Inc.,
Acorn Park,
Cambridge, Massachusetts 02140,
USA.

Tel: (617) 498-5472
Fax: (617) 498-7161
Email: ML-EHS-RISKWORKS/SUPPORT@adlittle.com
Internet: www.riskworks.com

Level = Professional

Number of scenarios to execute in sequence 1
Project type = 2-phase/Sat flow

Scenario 0 = SHIPCS.SC

Executing Scenario 0 = SHIPCS.SC

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 3
 MISSING
 Wed Oct 16 22:50:36 2019

User defined scenario:

Name: SHIPCS
 Description: SHIP RELEASE OF LNG FOLLOWING FAILURE
 >
 >

HAZOP reference: MISSING
 Fault tree reference: MISSING
 Site: CSEPEL
 Vessel: SHIPS
 Piping layout: HOLE
 Reaction:
 Thermal damage criteria: DEF1
 Toxic damage criteria: LNG
 Overpressure damage criteria: DEF1
 Mixture: LNG
 User specified project stream

Spill time (hours)	6
Day of the year (1-365)	195
Scenario duration (hours)	0.167
Ignition time (s)	-1
Spill surface thermal diffusivity, (m ² /s)	0
Spill surface thermal conductivity, (W/m/K)	0
Dike area (m ²)	1E+38
Spill surface intrinsic permeability (m ²)	1E-38
Spill surface = WATER	

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 4
 MISSING
 Wed Oct 16 22:50:36 2019

User Specified Site Conditions:

Name: CSEPEL
 Location: HUNGARY_CSEPEL 45.00 45.00 110
 Description: HUNGARY_CSEPEL

Longitude, (degrees)	45
Latitude, (degrees)	45
Altitude, (m)	110
Time zone factor, (hrs)	3
Ambient temperature, (K)	289
Ambient pressure, (Pa)	1.013E+05
Soil temperature, (K)	289
Water temperature, (K)	289
Mean water flow velocity, (m/s)	2
Mean water depth, (m)	3
Relative humidity, (percent)	50
Visual range, (m)	5000
Roughness length (m)	0.024
Wind speed, (m/s)	2
Wind friction velocity, (m/s)	0.1059
Wind power law constant	0.492
Wind speed reference height, (m)	10
Stability class (A=0/B=1/C=2/D=3/E=4/F=5)	4
Monin-Obuhkov length (m)	40.18
Water dew point (K)	278.6

EAIL|386, V 1.42
PROJECT: LNG RELEASE
PROBLEM:

PAGE 5
MISSING
Wed Oct 16 22:50:36 2019

User defined thermal radiation damage criteria:

Thermal radiation criteria name: DEF1
Description: PE DAMAGE, FAT, INJ, NO DISC

Heat Flux, (kW/m2)

1.6	5	12.5	37.5
-----	---	------	------

Time integrated heat flux value, (kJ/m2)

40	160	1430
----	-----	------

EAIL|386, V 1.42
PROJECT: LNG RELEASE
PROBLEM:

PAGE 6
MISSING
Wed Oct 16 22:50:36 2019

User defined toxic damage criteria:

Toxic criteria name [s]: LNG
Description: RELEASE OF LNG, FRH

Limiting concentration (ppm)

1.5E+05

Averaging time (s)	60
Receptor elevation (m)	1

EAIL|386, V 1.42
PROJECT: LNG RELEASE
PROBLEM:

PAGE 7
MISSING
Wed Oct 16 22:50:36 2019

User defined overpressure damage criteria:

Overpressure criteria name: DEF1
Description: DEF1

Overpressure (Pa)

1034	1.59E+04	6.89E+04	2E+05
------	----------	----------	-------

EAIL|386, V 1.42
PROJECT: LNG RELEASE
PROBLEM:

PAGE 8
MISSING
Wed Oct 16 22:50:36 2019

User defined mixture:

Name: LNG
Description: LNG
Index bank:
Properties bank:

Chemical Identification Number

0

LNG is not soluble in water

The following atom matrices will be used:

Mixture atom matrix: H,C

4
1

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 9
 MISSING
 Wed Oct 16 22:50:36 2019

Vessel Name: SHIPS
 Description: LNG SHIP 150M3 SPHERE

Material of construction: IRON
 Vessel Type: Spherical

Inside diameter (m)	11.5
Vessel metal mass (kg)	1.98E+05
Wall metal thickness (m)	0.06
Base elevation with respect to scenario ground level (z=0) (m)	-1
Total vessel surface area (m2)	417
Total volume (m3)	150
Maximum allowable vessel pressure (Pa)	1.2E+06

No fire loading specified

No eductor specified

No water sprays specified
 Vessel is insulated

1/ Insulation heat transfer coefficient (m2.K/W)	0.01
--	------

Vessel does not have a cooling jacket

Vessel does not have a heating jacket

Vessel is not visible to solar flux

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 10
 MISSING
 Wed Oct 16 22:50:36 2019

#	Zl	Az	Vz
0	0	0	0
1	0.606	20.8	6.42
2	1.21	39.3	24.7
3	1.82	55.4	53.6
4	2.43	69.3	91.5
5	3.03	80.8	137
6	3.64	90.1	189
7	4.24	97	246
8	4.85	102	306
9	5.46	104	369
10	6.06	104	432
11	6.67	102	494
12	7.28	97	555
13	7.88	90.1	611
14	8.49	80.8	663
15	9.09	69.3	709
16	9.7	55.4	747
17	10.3	39.3	776
18	10.9	20.8	794
19	11.5	0	800

Zl:Liquid height (m) - Az:A(z); Area as a function of liquid height
 $m_2=f(m)$ - Vz:V(z); Volume as a function of liquid height $m_3=f(m)$

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 11
 MISSING
 Wed Oct 16 22:50:36 2019

Piping layout:

Tag: HOLE
 Description: Ø.3 M2

#	Sid	Stype	Length	K1	Kinf
0	0	3	0	0	0

Sid:Segment identification number [] - Stype:0: Straight pipe / valves / fittings, 1: Relief device, 2: Rupture disk, 3: Sharp edged orifice, 4: Expander, 5: Reducer, 6: Pump - Length:Piping segment length (m) [] - K1:Number of Velocity Heads in K = K1/NRe + Kinf + Kid/ID - Kinf:Number of Velocity Heads in K = K1/NRe + Kinf + Kid/ID

#	Kid	Eps	AreaC1	AreaC2	Angle
0	0	4.57E-05	0.304	0	90

Kid:Number of Velocity Heads in K = K1/NRe + Kinf + Kid/ID - Eps:Typical pipe roughness: (m), Cast Iron (2.60E-04), Wrought Iron (4.57E-05), Commercial Steel (4.57E-05), Galvanized Iron (1.52E-04), Asphalted Cast Iron (1.22E-04), Drawn Tubing (1.52E-04) - AreaC1:flow area (m2) [] - AreaC2:C2- Coefficient in segment area equation: A = C1 + C2 X [] - Angle:Angle with respect to horizontal (degrees) []

#	Z	H	Ts
0	1	1E+38	289

Z:Elevation of segment entrance (m) [] - H:1/Overall heat transfer coefficient (W/m2/K); Sum_i (1/hi) [] - Ts:Surroundings temperature (K) []

Total length = 0 meters
 Discharge coefficient (when applicable) = 0.620
 1st relief device set / reset pressures (Pa) = 0 / 0

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 12
 MISSING
 Wed Oct 16 22:50:36 2019

Saturated liquid model:

User Inputs:

Mixture density (kg/m3) 425
 Hole Diameter, (m) 0.6223
 Distance Between Hole and Tank Bottom, (m) 2
 Initial Liquid Height, (m) 8.212
 Vapor space tank pressure, (Pa) 96209
 Surroundings pressure, (Pa) 1.015E+05

Model Outputs:

Average mass flow rate (kg/s) 405.4
 Discharge duration (s) 506.9

Discharge Profile

#	Time	Zliq	Vliq	Mliq
0	0	8.212	640.4	2.721E+05
1	11.76	7.965	618.9	2.63E+05
2	24.3	7.718	596.5	2.535E+05
3	37.63	7.471	573.3	2.436E+05
4	51.75	7.224	549.5	2.335E+05
5	66.66	6.977	525.2	2.232E+05
6	82.37	6.73	500.4	2.126E+05
7	98.9	6.483	475.2	2.019E+05
8	116.3	6.235	449.7	1.911E+05
9	134.5	5.988	424	1.802E+05
10	153.6	5.741	398.3	1.692E+05
11	173.8	5.494	372.6	1.583E+05
12	195	5.247	346.9	1.474E+05
13	217.4	5	321.5	1.366E+05
14	241.1	4.753	296.3	1.259E+05
15	266.6	4.506	271.6	1.154E+05
16	294.2	4.259	247.3	1.051E+05
17	324.8	4.012	223.6	95032
18	360.1	3.764	200.6	85243
19	404.5	3.517	178.3	75780
20	506.9	3.27	156.9	66683

Time:Time - Zliq:Liquid height (m) - Vliq:Liquid volume (m3) -
 Mliq:Liquid mass (kg)

Discharge Profile

+-----+
 EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 13
 MISSING
 Wed Oct 16 22:50:36 2019

#	Mdot
0	788.8
1	768.8
2	748.3
3	727.2
4	705.5
5	683.1
6	659.9
7	635.9
8	611
9	585
10	557.8
11	529.1
12	498.9
13	466.7
14	432
15	394.4
16	352.8
17	305.5
18	249.4
19	176.4
20	8.274E-06

Mdot:Liquid mass flow rate (kg/s)

Discharge coefficient = 0.62 + 0 Liquid Height

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 14
 MISSING
 Wed Oct 16 22:50:36 2019

Aerosol formation:

User Inputs:

Source temperature (K)	111
Source pressure (Pa)	96209
Vapor/Liquid ratio	0
Source diameter (m)	0.6223
Mass flow rate (kg/s)	405.4
Mixture velocity, (m/s)	3.136
Vapor density, (kg/m3)	0
Density, (kg/m3)	425
Mixture density, (kg/m3)	425
Modified Weber number for thermal breakup [0 to estimate]	30.17
Viscosity group number	0.0004156
Critical Weber number for mechanical breakup	12

Model Outputs:

Final temperature, (K)	111
Ambient pressure, (Pa)	1.013E+05
Isentropic flash mole fraction	1E-05
Isenthalpic flash mole fraction	1E-05
Expanded diameter, (m)	NAN
Final mixture velocity, (m/s)	-0.7019
Final vapor density, (kg/m3)	1.822
Final liquid density, (kg/m3)	425
Final mixture density, (kg/m3)	424
Total internal energy change, (J/kg)	0.521
Work done on the atmosphere, (J/kg)	0.5535
Available Energy, (J/kg)	0.521
Stable droplet diameter, (m) (mechanical)	0.01466
Stable droplet diameter, (m) (thermal)	0.3256
Stable droplet diameter, (m)	0.01466
Droplet mass, (kg)	0.0007017
Number of droplets	5.777E+05

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 15
 MISSING
 Wed Oct 16 22:50:36 2019

Continuous Heavy Gas:

User Inputs:

Temperature, (K) [Corrected]	111.6
Chemical vapor to liquid ratio	1E-05
Molar flow rate (kmol/s)	25.27
Volumetric flow rate, (m3/s)	0.9582
Mass flow rate, (kg/s)	405.4
Release duration (s)	506.9
Air molar flow rate (kmol/s)	0
Water molar flow rate (kmol/s)	0
Semi-width, (m)	0.4894
Height, (m)	0.4894
Height to semi-width ratio	1
Limiting concentration (ppm)	1.5E+05

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 16
 MISSING
 Wed Oct 16 22:50:36 2019

Slumping Phase Profile

#	TIME	DOWNWIND	SEMIW	AREA
0	0	0	0.4894	0
1	0.1	0.2098	0.6988	0.2493
2	0.9	1.837	2.316	5.163
3	11.47	22.97	20.33	495
4	19.97	39.98	35.26	1438
5	29.59	59.21	52.28	3122
6	40.28	80.6	71.45	5767
7	52.59	105.2	93.92	9833
8	66.32	132.7	119.7	15697
9	83.16	166.3	152.6	24858
10	102.3	205.8	192.1	38469
11	113.4	229.7	216	48219
12	124.4	254.3	240.6	59454
13	134.5	277.1	263.3	70926
14	146.6	304.7	290.9	86219
15	161.7	338.7	325	1.071E+05
16	174	366.2	352.5	1.258E+05

TIME:Time, (s) - DOWNWIND:Downwind distance of cloud front, (m) -
 SEMIW:Semi-width, (m) - AREA:Cumulative cloud area, (m2)

Slumping Phase Profile

#	DENSITY	CONC
0	395.6	9.774E+05
1	287.8	9.331E+05
2	108.6	8.38E+05
3	14.48	7.479E+05
4	8.707	6.688E+05
5	6.049	5.983E+05
6	4.644	5.35E+05
7	3.818	4.774E+05
8	3.334	4.274E+05
9	3.027	3.811E+05
10	2.837	3.412E+05
11	2.498	3.028E+05
12	2.203	2.639E+05
13	2.024	2.346E+05
14	1.87	2.053E+05
15	1.737	1.762E+05
16	1.658	1.569E+05

+-----+

EAIL|386, V 1.42
PROJECT: LNG RELEASE
PROBLEM:

PAGE 17
MISSING
Wed Oct 16 22:50:36 2019

DENSITY:Density, (kg/m3) - CONC:Concentration, (ppm)

Limiting concentration reached in slumping phase

Time	179.1029 s
Downwind distance	377.4334 m
Semi-width	363.6749 m

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 18
 MISSING
 Wed Oct 16 22:50:36 2019

Continuous Heavy Gas:

User Inputs:

Temperature, (K) [Corrected]	111.6
Chemical vapor to liquid ratio	1E-05
Molar flow rate (kmol/s)	25.27
Volumetric flow rate, (m3/s)	0.9582
Mass flow rate, (kg/s)	405.4
Release duration (s)	506.9
Air molar flow rate (kmol/s)	0
Water molar flow rate (kmol/s)	0
Semi-width, (m)	0.4894
Height, (m)	0.4894
Height to semi-width ratio	1
Lower flammability limit (vol percent)	50000

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 19
 MISSING
 Wed Oct 16 22:50:36 2019

Slumping Phase Profile

#	TIME	DOWNWIND	SEMIW	AREA
0	0	0	0.4894	0
1	0.1	0.2098	0.6988	0.2493
2	0.9	1.837	2.316	5.163
3	11.47	22.97	20.33	495
4	19.97	39.98	35.26	1438
5	29.59	59.21	52.28	3122
6	40.28	80.6	71.45	5767
7	52.59	105.2	93.92	9833
8	66.32	132.7	119.7	15697
9	83.16	166.3	152.6	24858
10	102.3	205.8	192.1	38469
11	113.4	229.7	216	48219
12	124.4	254.3	240.6	59454
13	134.5	277.1	263.3	70926
14	146.6	304.7	290.9	86219
15	161.7	338.7	325	1.071E+05
16	174	366.2	352.5	1.258E+05
17	188.9	398.9	385.2	1.499E+05
18	207.3	438.5	424.8	1.82E+05
19	230.8	487.8	474	2.262E+05
20	260.4	547.8	533.9	2.867E+05
21	293.5	614	598.1	3.617E+05
22	330.4	687.8	666.9	4.551E+05

TIME:Time, (s) - DOWNWIND:Downwind distance of cloud front, (m) -
 SEMIW:Semi-width, (m) - AREA:Cumulative cloud area, (m2)

Slumping Phase Profile

#	DENSITY	CONC
0	395.6	9.774E+05
1	287.8	9.331E+05
2	108.6	8.38E+05
3	14.48	7.479E+05
4	8.707	6.688E+05
5	6.049	5.983E+05
6	4.644	5.35E+05
7	3.818	4.774E+05
8	3.334	4.274E+05
9	3.027	3.811E+05
10	2.837	3.412E+05

|11 | 2.498 | 3.028E+05 |
EAIL|386, V 1.42
PROJECT: LNG RELEASE
PROBLEM:

PAGE 20
MISSING
Wed Oct 16 22:50:37 2019

12	2.203	2.639E+05
13	2.024	2.346E+05
14	1.87	2.053E+05
15	1.737	1.762E+05
16	1.658	1.569E+05
17	1.585	1.376E+05
18	1.519	1.185E+05
19	1.459	99523
20	1.408	81646
21	1.371	66981
22	1.343	54960

+-----+

DENSITY: Density, (kg/m3) - CONC: Concentration, (ppm)

Limiting concentration reached in slumping phase

Time	349.5774 s
Downwind distance	726.0923 m
Semi-width	701.7397 m

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 21
 MISSING
 Wed Oct 16 22:50:37 2019

Continuous Heavy Gas:

User Inputs:

Temperature, (K) [Corrected]	111.6
Chemical vapor to liquid ratio	1E-05
Molar flow rate (kmol/s)	25.27
Volumetric flow rate, (m3/s)	0.9582
Mass flow rate, (kg/s)	405.4
Release duration (s)	506.9
Air molar flow rate (kmol/s)	0
Water molar flow rate (kmol/s)	0
Semi-width, (m)	0.4894
Height, (m)	0.4894
Height to semi-width ratio	1
Limiting concentration (ppm)	25000

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 22
 MISSING
 Wed Oct 16 22:50:37 2019

Slumping Phase Profile

#	TIME	DOWNWIND	SEMIW	AREA
0	0	0	0.4894	0
1	0.1	0.2098	0.6988	0.2493
2	0.9	1.837	2.316	5.163
3	11.47	22.97	20.33	495
4	19.97	39.98	35.26	1438
5	29.59	59.21	52.28	3122
6	40.28	80.6	71.45	5767
7	52.59	105.2	93.92	9833
8	66.32	132.7	119.7	15697
9	83.16	166.3	152.6	24858
10	102.3	205.8	192.1	38469
11	113.4	229.7	216	48219
12	124.4	254.3	240.6	59454
13	134.5	277.1	263.3	70926
14	146.6	304.7	290.9	86219
15	161.7	338.7	325	1.071E+05
16	174	366.2	352.5	1.258E+05
17	188.9	398.9	385.2	1.499E+05
18	207.3	438.5	424.8	1.82E+05
19	230.8	487.8	474	2.262E+05
20	260.4	547.8	533.9	2.867E+05
21	293.5	614	598.1	3.617E+05
22	330.4	687.8	666.9	4.551E+05
23	371.4	769.7	740.8	5.705E+05
24	416.8	860.4	820.4	7.121E+05
25	466.8	960.6	906.3	8.851E+05
26	522.1	1071	999.5	1.095E+06

TIME:Time, (s) - DOWNWIND:Downwind distance of cloud front, (m) -
 SEMIW:Semi-width, (m) - AREA:Cumulative cloud area, (m2)

Slumping Phase Profile

#	DENSITY	CONC
0	395.6	9.774E+05
1	287.8	9.331E+05
2	108.6	8.38E+05
3	14.48	7.479E+05
4	8.707	6.688E+05
5	6.049	5.983E+05
6	4.644	5.35E+05

|7 | 3.818 | 4.774E+05 |
 EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 23
 MISSING
 Wed Oct 16 22:50:37 2019

8	3.334	4.274E+05
9	3.027	3.811E+05
10	2.837	3.412E+05
11	2.498	3.028E+05
12	2.203	2.639E+05
13	2.024	2.346E+05
14	1.87	2.053E+05
15	1.737	1.762E+05
16	1.658	1.569E+05
17	1.585	1.376E+05
18	1.519	1.185E+05
19	1.459	99523
20	1.408	81646
21	1.371	66981
22	1.343	54960
23	1.323	45110
24	1.307	37040
25	1.295	30426
26	1.286	25003

+-----+

DENSITY: Density, (kg/m3) - CONC: Concentration, (ppm)

Limiting concentration reached in slumping phase

Time 522.1010 s
 Downwind distance 1071.1345 m
 Semi-width 999.6117 m

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 24
 MISSING
 Wed Oct 16 22:50:37 2019

UVCE/TNT Model:

User Inputs:

Average molecular weight 16.04
 Yield factor (0.03 to 1) [] 0.1
 Heat of combustion, (J/kmol) -8.023E+08
 Total cloud mass (kg) 1.417E+05
 Reflecting surface is close to cloud (0 or 1) []

Model Outputs:

Equivalent TNT mass, (kg) 1.466E+05

Calculated Distance and Area

#	Xc	Ac	OPs	OPe
0	3992	5.005E+07	1034	0.15
1	491.6	7.591E+05	15900	2.306
2	204.2	1.309E+05	68900	9.993
3	120	45265	2E+05	29.01

Xc:Radial distance to user specified overpressure, (m) - Ac:Hazard area to user specified overpressure, (m^2) - OPs:Overpressure (Pa) - OPe>User specified overpressure, (Psi)

***** Error in "SORT". Label is ->Xs<-
 00006 Illegal argument(s) size
 00003 Calculation aborted

***** Error in "SORT". Label is ->Ys<-
 00006 Illegal argument(s) size
 00003 Calculation aborted

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 25
 MISSING
 Wed Oct 16 22:50:37 2019

Calculated overpressure at specified fenceline distances
 (Free Explosion)

#	Xs	Ys	Rs	OPc
0		0	0	6.894
1		0	0	0
2		0	0	0
3		0	0	0
4		0	0	0
5		0	0	0
6		0	0	0
7		0	0	0
8		0	0	0
9		0	0	0

Xs:X-Coordinate. Downwind. - Ys:Y-Coordinate. Crosswind. - Rs:Radial position, (m) - OPc:Overpressure at user specified fenceline distance, (Pa)

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 26
 MISSING
 Wed Oct 16 22:50:37 2019

Fireball:

User Inputs:

Ambient temperature, (K)	289
Relative humidity, (percent)	50
Total cloud mass (kg)	1.417E+05
Cloud temperature (K)	111
Target elevation (m)	1
Visual range, (m)	5000

Model Outputs:

Initial fireball volume, (m3)	80457
Initial fireball density, (kg/m3)	1.761
Initial fireball diameter, (m)	53.56
Fraction of combustion energy radiated	0.1971
Average molecular weight	16.04
Heat of combustion, (J/kmol)	-8.023E+08
Maximum fireball diameter, (m)	332.8
Maximum fireball height, (m)	548.3
Fireball duration, (s)	18.4

Distances reported are measured from center of fireball

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 27
 MISSING
 Wed Oct 16 22:50:37 2019

Calculated Incident Heat

#	Xs	Ys	Zs	TAU
0	0	0	0	0
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0
9	0	0	0	0

Xs:X-Coordinate. Downwind. - Ys:Y-Coordinate. Crosswind. -
 Zs:Z-Coordinate. Elevation. - TAU:Atmospheric transmissivity

Calculated Incident Heat

#	THc
0	0
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0

THc:Calculated radiant heat at user specified fenceline, (kJ/m2)

Calculated Distance and Area

#	Xc	Ac	TAU	THs
0	1045	3.433E+06	0.4578	40
1	465.7	6.814E+05	0.5062	160
2	166.4	87030	0.5267	1430

Xc:Calculated distance at user specified radiant heat, (m) -

Ac:Calculated hazard area at user specified radiant heat, (m²) -
EAIL|386, V 1.42 PAGE 28
PROJECT: LNG RELEASE MISSING
PROBLEM: Wed Oct 16 22:50:37 2019

TAU:Atmospheric transmissivity - THs:Time integrated heat flux value,
(kJ/m²)

V.2 MELLÉKLET 2.

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 1
 MISSING
 Wed Oct 16 23:01:36 2019

```

SSSSSSSSSS
SS      S
SS
SSSSSSSSSS U  U PPPPPP EEEEE RRRRRR
          SS U  U P  P E      R  R
S        SS U  U PPPPPP EEEEE RRRRRR
S        SS U  U P      E      R  R
SSSSSSSSSS UUUUU P      EEEEE R  RRR
    
```

```

CCCCCCCCC
CC      C
CC
CC          H  H EEEEE MM  MM SSSSS
CC          H  H E      M MM M S
CC          C HHHHH EEEEE M MM M SSSSS
CC          C H  H E      M  M  S
CCCCCCCCC H  H EEEEE M  M SSSSS
    
```

Supercharged Chemical hazard evaluation methods

IMPORTANT SOFTWARE LICENSE/USAGE INFORMATION:

For all purposes, Arthur D. Little Inc. is the owner of the Software, and any copies thereof, and of all copyright, trade secret, patent, and other intellectual or industrial property rights therein. Physical copies of the Software (in diskette, tape or other form provided by Arthur D. Little Inc.) shall remain the property of Arthur D. Little Inc., and such copies shall be deemed to be on loan to Licensee during the term of the license granted pursuant to this Agreement. The existence of any such copyright notice on the Software shall not be construed as an admission, or be deemed to create a presumption, that publication of such materials has occurred.

The software is being licensed "as is" and without warranty of any kind, whether express or implied, written or oral. ARTHUR D. LITTLE DOES NOT MAKE ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES OF ANY KIND OF THE SOFTWARE OR IT'S USE OR THE RESULTS OF ITS USE. ARTHUR D. LITTLE DOES NOT WARRANT THE MERCHANTABILITY OF THE SOFTWARE OR ITS FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR ITS CORRECTNESS, ACCURACY, RELIABILITY OR CURRENTNESS. Licensee assumes responsibility for the selection of the Software to achieve its desired results, for the installation and use of the Software, and for the results obtained from the Software.

EAIL|386, V 1.42
PROJECT: LNG RELEASE
PROBLEM:

PAGE 2
MISSING
Wed Oct 16 23:01:37 2019

Welcome to Release 3.10 of SuperChems

Copyright (C) 1989-1997, Arthur D. Little, Inc.,
Acorn Park,
Cambridge, Massachusetts 02140,
USA.

Tel: (617) 498-5472
Fax: (617) 498-7161
Email: ML-EHS-RISKWORKS/SUPPORT@adlittle.com
Internet: www.riskworks.com

Level = Professional

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 3
 MISSING
 Wed Oct 16 23:01:40 2019

User defined scenario:

Name: SHIPCS
 Description: SHIP RELEASE OF LNG FOLLOWING FAILURE
 >
 >

HAZOP reference: MISSING
 Fault tree reference: MISSING
 Site: CSEPEL1
 Vessel: SHIPS
 Piping layout: HOLE
 Reaction:
 Thermal damage criteria: DEF1
 Toxic damage criteria: LNG
 Overpressure damage criteria: DEF1
 Mixture: LNG
 User specified project stream

Spill time (hours)	6
Day of the year (1-365)	195
Scenario duration (hours)	0.167
Ignition time (s)	-1
Spill surface thermal diffusivity, (m ² /s)	0
Spill surface thermal conductivity, (W/m/K)	0
Dike area (m ²)	1E+38
Spill surface intrinsic permeability (m ²)	1E-38
Spill surface = WATER	

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 4
 MISSING
 Wed Oct 16 23:01:40 2019

User Specified Site Conditions:

 Name: CSEPEL1
 Location: HUNGARY_CSEPEL 45.00 45.00 110
 Description: HUNGARY_CSEPEL

Longitude, (degrees)	45
Latitude, (degrees)	45
Altitude, (m)	110
Time zone factor, (hrs)	3
Ambient temperature, (K)	289
Ambient pressure, (Pa)	1.013E+05
Soil temperature, (K)	289
Water temperature, (K)	289
Mean water flow velocity, (m/s)	2
Mean water depth, (m)	3
Relative humidity, (percent)	50
Visual range, (m)	5000
Roughness length (m)	0.024
Wind speed, (m/s)	10
Wind friction velocity, (m/s)	0.5293
Wind power law constant	0.492
Wind speed reference height, (m)	10
Stability class (A=0/B=1/C=2/D=3/E=4/F=5)	4
Monin-Obuhkov length (m)	40.18
Water dew point (K)	278.6

EAIL|386, V 1.42
PROJECT: LNG RELEASE
PROBLEM:

PAGE 5
MISSING
Wed Oct 16 23:01:40 2019

User defined thermal radiation damage criteria:

Thermal radiation criteria name: DEF1
Description: PE DAMAGE, FAT, INJ, NO DISC

Heat Flux, (kW/m2)

1.6	5	12.5	37.5
-----	---	------	------

Time integrated heat flux value, (kJ/m2)

40	160	1430
----	-----	------

EAIL|386, V 1.42
PROJECT: LNG RELEASE
PROBLEM:

PAGE 6
MISSING
Wed Oct 16 23:01:40 2019

User defined toxic damage criteria:

Toxic criteria name [s]: LNG
Description: RELEASE OF LNG, FRH

Limiting concentration (ppm)

1.5E+05

Averaging time (s)	60
Receptor elevation (m)	1

EAIL|386, V 1.42
PROJECT: LNG RELEASE
PROBLEM:

PAGE 7
MISSING
Wed Oct 16 23:01:40 2019

User defined overpressure damage criteria:

Overpressure criteria name: DEF1
Description: DEF1

Overpressure (Pa)

1034	1.59E+04	6.89E+04	2E+05
------	----------	----------	-------

EAIL|386, V 1.42
PROJECT: LNG RELEASE
PROBLEM:

PAGE 8
MISSING
Wed Oct 16 23:01:40 2019

User defined mixture:

Name: LNG
Description: LNG
Index bank:
Properties bank:

Chemical Identification Number

0

LNG is not soluble in water

The following atom matrices will be used:

Mixture atom matrix: H,C

4
1

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 9
 MISSING
 Wed Oct 16 23:01:40 2019

Vessel Name: SHIPS
 Description: LNG SHIP 150M3 SPHERE

Material of construction: IRON
 Vessel Type: Spherical

Inside diameter (m)	11.5
Vessel metal mass (kg)	1.98E+05
Wall metal thickness (m)	0.06
Base elevation with respect to scenario ground level (z=0) (m)	-1
Total vessel surface area (m2)	417
Total volume (m3)	150
Maximum allowable vessel pressure (Pa)	1.2E+06

No fire loading specified

No eductor specified

No water sprays specified
 Vessel is insulated

1/ Insulation heat transfer coefficient (m2.K/W)	0.01
--	------

Vessel does not have a cooling jacket

Vessel does not have a heating jacket

Vessel is not visible to solar flux

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 10
 MISSING
 Wed Oct 16 23:01:40 2019

#	Zl	Az	Vz
0	0	0	0
1	0.606	20.8	6.42
2	1.21	39.3	24.7
3	1.82	55.4	53.6
4	2.43	69.3	91.5
5	3.03	80.8	137
6	3.64	90.1	189
7	4.24	97	246
8	4.85	102	306
9	5.46	104	369
10	6.06	104	432
11	6.67	102	494
12	7.28	97	555
13	7.88	90.1	611
14	8.49	80.8	663
15	9.09	69.3	709
16	9.7	55.4	747
17	10.3	39.3	776
18	10.9	20.8	794
19	11.5	0	800

Zl:Liquid height (m) - Az:A(z); Area as a function of liquid height
 $m_2=f(m)$ - Vz:V(z); Volume as a function of liquid height $m_3=f(m)$

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 11
 MISSING
 Wed Oct 16 23:01:40 2019

Piping layout:

Tag: HOLE
 Description: 0.3 M2

#	Sid	Stype	Length	K1	Kinf
0	0	3	0	0	0

Sid:Segment identification number [] - Stype:0: Straight pipe / valves / fittings, 1: Relief device, 2: Rupture disk, 3: Sharp edged orifice, 4: Expander, 5: Reducer, 6: Pump - Length:Piping segment length (m) [] - K1:Number of Velocity Heads in K = K1/NRe + Kinf + Kid/ID - Kinf:Number of Velocity Heads in K = K1/NRe + Kinf + Kid/ID

#	Kid	Eps	AreaC1	AreaC2	Angle
0	0	4.57E-05	0.304	0	90

Kid:Number of Velocity Heads in K = K1/NRe + Kinf + Kid/ID - Eps:Typical pipe roughness: (m), Cast Iron (2.60E-04), Wrought Iron (4.57E-05), Commercial Steel (4.57E-05), Galvanized Iron (1.52E-04), Asphalted Cast Iron (1.22E-04), Drawn Tubing (1.52E-04) - AreaC1:flow area (m2) [] - AreaC2:C2- Coefficient in segment area equation: A = C1 + C2 X [] - Angle:Angle with respect to horizontal (degrees) []

#	Z	H	Ts
0	1	1E+38	289

Z:Elevation of segment entrance (m) [] - H:1/Overall heat transfer coefficient (W/m2/K); Sum_i (1/hi) [] - Ts:Surroundings temperature (K) []

Total length = 0 meters
 Discharge coefficient (when applicable) = 0.620
 1st relief device set / reset pressures (Pa) = 0 / 0

EAIL|386, V 1.42
PROJECT: LNG RELEASE
PROBLEM:

PAGE 12
MISSING
Wed Oct 16 23:01:40 2019

Checking properties for mixture LNG
LNG

COMP 0, ID 0, NAME = METHANE

Number of scenarios to execute in sequence 1
Project type = 2-phase/Sat flow

Scenario 0 = SHIPCS.SC

Executing Scenario 0 = SHIPCS.SC

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 13
 MISSING
 Wed Oct 16 23:02:01 2019

User defined scenario:

Name: SHIPCS
 Description: SHIP RELEASE OF LNG FOLLOWING FAILURE
 >
 >

HAZOP reference: MISSING
 Fault tree reference: MISSING
 Site: CSEPEL1
 Vessel: SHIPS
 Piping layout: HOLE
 Reaction:
 Thermal damage criteria: DEF1
 Toxic damage criteria: LNG
 Overpressure damage criteria: DEF1
 Mixture: LNG
 User specified project stream

Spill time (hours)	6
Day of the year (1-365)	195
Scenario duration (hours)	0.167
Ignition time (s)	-1
Spill surface thermal diffusivity, (m ² /s)	0
Spill surface thermal conductivity, (W/m/K)	0
Dike area (m ²)	1E+38
Spill surface intrinsic permeability (m ²)	1E-38
Spill surface = WATER	

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 14
 MISSING
 Wed Oct 16 23:02:01 2019

User Specified Site Conditions:

Name: CSEPEL1
 Location: HUNGARY_CSEPEL 45.00 45.00 110
 Description: HUNGARY_CSEPEL

Longitude, (degrees)	45
Latitude, (degrees)	45
Altitude, (m)	110
Time zone factor, (hrs)	3
Ambient temperature, (K)	289
Ambient pressure, (Pa)	1.013E+05
Soil temperature, (K)	289
Water temperature, (K)	289
Mean water flow velocity, (m/s)	2
Mean water depth, (m)	3
Relative humidity, (percent)	50
Visual range, (m)	5000
Roughness length (m)	0.024
Wind speed, (m/s)	10
Wind friction velocity, (m/s)	0.5293
Wind power law constant	0.492
Wind speed reference height, (m)	10
Stability class (A=0/B=1/C=2/D=3/E=4/F=5)	4
Monin-Obuhkov length (m)	40.18
Water dew point (K)	278.6

EAIL|386, V 1.42
PROJECT: LNG RELEASE
PROBLEM:

PAGE 15
MISSING
Wed Oct 16 23:02:01 2019

User defined thermal radiation damage criteria:

Thermal radiation criteria name: DEF1
Description: PE DAMAGE, FAT, INJ, NO DISC

Heat Flux, (kW/m2)

1.6	5	12.5	37.5
-----	---	------	------

Time integrated heat flux value, (kJ/m2)

40	160	1430
----	-----	------

EAIL|386, V 1.42
PROJECT: LNG RELEASE
PROBLEM:

PAGE 16
MISSING
Wed Oct 16 23:02:01 2019

User defined toxic damage criteria:

Toxic criteria name [s]: LNG
Description: RELEASE OF LNG, FRH

Limiting concentration (ppm)

1.5E+05

Averaging time (s)	60
Receptor elevation (m)	1

EAIL|386, V 1.42
PROJECT: LNG RELEASE
PROBLEM:

PAGE 17
MISSING
Wed Oct 16 23:02:01 2019

User defined overpressure damage criteria:

Overpressure criteria name: DEF1
Description: DEF1

Overpressure (Pa)

1034	1.59E+04	6.89E+04	2E+05
------	----------	----------	-------

EAIL|386, V 1.42
PROJECT: LNG RELEASE
PROBLEM:

PAGE 18
MISSING
Wed Oct 16 23:02:01 2019

User defined mixture:

Name: LNG
Description: LNG
Index bank:
Properties bank:

Chemical Identification Number

0

LNG is not soluble in water

The following atom matrices will be used:

Mixture atom matrix: H,C

4
1

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 19
 MISSING
 Wed Oct 16 23:02:01 2019

Vessel Name: SHIPS
 Description: LNG SHIP 150M3 SPHERE

Material of construction: IRON
 Vessel Type: Spherical

Inside diameter (m)	11.5
Vessel metal mass (kg)	1.98E+05
Wall metal thickness (m)	0.06
Base elevation with respect to scenario ground level (z=0) (m)	-1
Total vessel surface area (m ²)	417
Total volume (m ³)	150
Maximum allowable vessel pressure (Pa)	1.2E+06

No fire loading specified

No eductor specified

No water sprays specified
 Vessel is insulated

1/ Insulation heat transfer coefficient (m ² .K/W)	0.01
---	------

Vessel does not have a cooling jacket

Vessel does not have a heating jacket

Vessel is not visible to solar flux

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 20
 MISSING
 Wed Oct 16 23:02:01 2019

#	Zl	Az	Vz
0	0	0	0
1	0.606	20.8	6.42
2	1.21	39.3	24.7
3	1.82	55.4	53.6
4	2.43	69.3	91.5
5	3.03	80.8	137
6	3.64	90.1	189
7	4.24	97	246
8	4.85	102	306
9	5.46	104	369
10	6.06	104	432
11	6.67	102	494
12	7.28	97	555
13	7.88	90.1	611
14	8.49	80.8	663
15	9.09	69.3	709
16	9.7	55.4	747
17	10.3	39.3	776
18	10.9	20.8	794
19	11.5	0	800

Zl:Liquid height (m) - Az:A(z); Area as a function of liquid height
 $m_2=f(m)$ - Vz:V(z); Volume as a function of liquid height $m_3=f(m)$

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 21
 MISSING
 Wed Oct 16 23:02:01 2019

Piping layout:

Tag: HOLE
 Description: 0.3 M2

#	Sid	Stype	Length	K1	Kinf
0	0	3	0	0	0

Sid:Segment identification number [] - Stype:0: Straight pipe / valves / fittings, 1: Relief device, 2: Rupture disk, 3: Sharp edged orifice, 4: Expander, 5: Reducer, 6: Pump - Length:Piping segment length (m) [] - K1:Number of Velocity Heads in K = K1/NRe + Kinf + Kid/ID - Kinf:Number of Velocity Heads in K = K1/NRe + Kinf + Kid/ID

#	Kid	Eps	AreaC1	AreaC2	Angle
0	0	4.57E-05	0.304	0	90

Kid:Number of Velocity Heads in K = K1/NRe + Kinf + Kid/ID - Eps:Typical pipe roughness: (m), Cast Iron (2.60E-04), Wrought Iron (4.57E-05), Commercial Steel (4.57E-05), Galvanized Iron (1.52E-04), Asphalted Cast Iron (1.22E-04), Drawn Tubing (1.52E-04) - AreaC1:flow area (m2) [] - AreaC2:C2- Coefficient in segment area equation: A = C1 + C2 X [] - Angle:Angle with respect to horizontal (degrees) []

#	Z	H	Ts
0	1	1E+38	289

Z:Elevation of segment entrance (m) [] - H:1/Overall heat transfer coefficient (W/m2/K); Sum_i (1/hi) [] - Ts:Surroundings temperature (K) []

Total length = 0 meters
 Discharge coefficient (when applicable) = 0.620
 1st relief device set / reset pressures (Pa) = 0 / 0

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 22
 MISSING
 Wed Oct 16 23:02:01 2019

Saturated liquid model:

User Inputs:

Mixture density (kg/m3) 425
 Hole Diameter, (m) 0.6223
 Distance Between Hole and Tank Bottom, (m) 2
 Initial Liquid Height, (m) 8.212
 Vapor space tank pressure, (Pa) 96209
 Surroundings pressure, (Pa) 1.015E+05

Model Outputs:

Average mass flow rate (kg/s) 405.4
 Discharge duration (s) 506.9

Discharge Profile

#	Time	Zliq	Vliq	Mliq
0	0	8.212	640.4	2.721E+05
1	11.76	7.965	618.9	2.63E+05
2	24.3	7.718	596.5	2.535E+05
3	37.63	7.471	573.3	2.436E+05
4	51.75	7.224	549.5	2.335E+05
5	66.66	6.977	525.2	2.232E+05
6	82.37	6.73	500.4	2.126E+05
7	98.9	6.483	475.2	2.019E+05
8	116.3	6.235	449.7	1.911E+05
9	134.5	5.988	424	1.802E+05
10	153.6	5.741	398.3	1.692E+05
11	173.8	5.494	372.6	1.583E+05
12	195	5.247	346.9	1.474E+05
13	217.4	5	321.5	1.366E+05
14	241.1	4.753	296.3	1.259E+05
15	266.6	4.506	271.6	1.154E+05
16	294.2	4.259	247.3	1.051E+05
17	324.8	4.012	223.6	95032
18	360.1	3.764	200.6	85243
19	404.5	3.517	178.3	75780
20	506.9	3.27	156.9	66683

Time:Time - Zliq:Liquid height (m) - Vliq:Liquid volume (m3) -
 Mliq:Liquid mass (kg)

Discharge Profile

+-----+
 EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 23
 MISSING
 Wed Oct 16 23:02:01 2019

#	Mdot
0	788.8
1	768.8
2	748.3
3	727.2
4	705.5
5	683.1
6	659.9
7	635.9
8	611
9	585
10	557.8
11	529.1
12	498.9
13	466.7
14	432
15	394.4
16	352.8
17	305.5
18	249.4
19	176.4
20	8.274E-06

Mdot:Liquid mass flow rate (kg/s)

Discharge coefficient = 0.62 + 0 Liquid Height

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 24
 MISSING
 Wed Oct 16 23:02:01 2019

Aerosol formation:

User Inputs:

Source temperature (K)	111
Source pressure (Pa)	96209
Vapor/Liquid ratio	0
Source diameter (m)	0.6223
Mass flow rate (kg/s)	405.4
Mixture velocity, (m/s)	3.136
Vapor density, (kg/m3)	0
Density, (kg/m3)	425
Mixture density, (kg/m3)	425
Modified Weber number for thermal breakup [0 to estimate]	30.17
Viscosity group number	0.0003593
Critical Weber number for mechanical breakup	12

Model Outputs:

Final temperature, (K)	111
Ambient pressure, (Pa)	1.013E+05
Isentropic flash mole fraction	1E-05
Isenthalpic flash mole fraction	1E-05
Expanded diameter, (m)	NAN
Final mixture velocity, (m/s)	-0.7019
Final vapor density, (kg/m3)	1.822
Final liquid density, (kg/m3)	425
Final mixture density, (kg/m3)	424
Total internal energy change, (J/kg)	0.521
Work done on the atmosphere, (J/kg)	0.5535
Available Energy, (J/kg)	0.521
Stable droplet diameter, (m) (mechanical)	0.01962
Stable droplet diameter, (m) (thermal)	0.3256
Stable droplet diameter, (m)	0.01962
Droplet mass, (kg)	0.001682
Number of droplets	2.41E+05

EAIL|386, V 1.42
PROJECT: LNG RELEASE
PROBLEM:

PAGE 25
MISSING
Wed Oct 16 23:02:01 2019

Continuous Heavy Gas:

User Inputs:

Temperature, (K) [Corrected]	111.6
Chemical vapor to liquid ratio	1E-05
Molar flow rate (kmol/s)	25.27
Volumetric flow rate, (m3/s)	0.9582
Mass flow rate, (kg/s)	405.4
Release duration (s)	506.9
Air molar flow rate (kmol/s)	0
Water molar flow rate (kmol/s)	0
Semi-width, (m)	0.5338
Height, (m)	0.5338
Height to semi-width ratio	1
Limiting concentration (ppm)	1.5E+05

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 26
 MISSING
 Wed Oct 16 23:02:01 2019

Slumping Phase Profile

#	TIME	DOWNWIND	SEMIW	AREA
0	0	0	0.5338	0
1	0.1	0.2221	0.7559	0.2864
2	0.9	1.962	2.495	5.942
3	16.44	30.82	31.35	982.8
4	28.88	53.7	54.23	2941
5	41.91	77.46	77.99	6083
6	55.76	102.6	103.2	10644
7	69.77	128.2	128.7	16575
8	85.11	156.6	157.2	24706
9	101.8	188.4	189	35709
10	117.7	220	220.5	48625
11	126	236.9	237.3	56358
12	135.4	257.2	256.6	66397
13	143.4	275.5	273	76109
14	152.6	297.4	291.7	88473
15	163.1	324.1	313.2	1.046E+05
16	171.2	345.5	329.5	1.183E+05
17	180.4	370.8	347.8	1.355E+05

TIME:Time, (s) - DOWNWIND:Downwind distance of cloud front, (m) -
 SEMIW:Semi-width, (m) - AREA:Cumulative cloud area, (m2)

Slumping Phase Profile

#	DENSITY	CONC
0	395.6	9.774E+05
1	288.7	9.337E+05
2	108.2	8.379E+05
3	11.82	7.48E+05
4	7.062	6.731E+05
5	5.068	6.039E+05
6	4.029	5.392E+05
7	3.462	4.826E+05
8	3.116	4.302E+05
9	2.911	3.832E+05
10	2.751	3.428E+05
11	2.459	3.065E+05
12	2.204	2.675E+05
13	2.046	2.381E+05
14	1.908	2.088E+05
15	1.786	1.796E+05

|16 | 1.71 | 1.602E+05 |
EAIL|386, V 1.42
PROJECT: LNG RELEASE
PROBLEM:

PAGE 27
MISSING
Wed Oct 16 23:02:01 2019

|17 | 1.64 | 1.408E+05 |
+-----+

DENSITY: Density, (kg/m3) - CONC: Concentration, (ppm)

Limiting concentration reached in slumping phase

Time	176.0946 s
Downwind distance	358.8475 m
Semi-width	339.1191 m

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 28
 MISSING
 Wed Oct 16 23:02:01 2019

Continuous Heavy Gas:

User Inputs:

Temperature, (K) [Corrected]	111.6
Chemical vapor to liquid ratio	1E-05
Molar flow rate (kmol/s)	25.27
Volumetric flow rate, (m3/s)	0.9582
Mass flow rate, (kg/s)	405.4
Release duration (s)	506.9
Air molar flow rate (kmol/s)	0
Water molar flow rate (kmol/s)	0
Semi-width, (m)	0.5338
Height, (m)	0.5338
Height to semi-width ratio	1
Lower flammability limit (vol percent)	50000

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 29
 MISSING
 Wed Oct 16 23:02:01 2019

Slumping Phase Profile

#	TIME	DOWNWIND	SEMIW	AREA
0	0	0	0.5338	0
1	0.1	0.2221	0.7559	0.2864
2	0.9	1.962	2.495	5.942
3	16.44	30.82	31.35	982.8
4	28.88	53.7	54.23	2941
5	41.91	77.46	77.99	6083
6	55.76	102.6	103.2	10644
7	69.77	128.2	128.7	16575
8	85.11	156.6	157.2	24706
9	101.8	188.4	189	35709
10	117.7	220	220.5	48625
11	126	236.9	237.3	56358
12	135.4	257.2	256.6	66397
13	143.4	275.5	273	76109
14	152.6	297.4	291.7	88473
15	163.1	324.1	313.2	1.046E+05
16	171.2	345.5	329.5	1.183E+05
17	180.4	370.8	347.8	1.355E+05
18	191	401.3	368.6	1.573E+05
19	203.5	438.9	392.6	1.86E+05
20	218.1	485.2	419.9	2.236E+05
21	232.9	535.4	447	2.671E+05
22	247.9	589	473.5	3.165E+05
23	263	646.2	499.5	3.721E+05

TIME:Time, (s) - DOWNWIND:Downwind distance of cloud front, (m) -
 SEMIW:Semi-width, (m) - AREA:Cumulative cloud area, (m2)

Slumping Phase Profile

#	DENSITY	CONC
0	395.6	9.774E+05
1	288.7	9.337E+05
2	108.2	8.379E+05
3	11.82	7.48E+05
4	7.062	6.731E+05
5	5.068	6.039E+05
6	4.029	5.392E+05
7	3.462	4.826E+05
8	3.116	4.302E+05
9	2.911	3.832E+05

|10 | 2.751 | 3.428E+05 |
EAIL|386, V 1.42
PROJECT: LNG RELEASE
PROBLEM:

PAGE 30
MISSING
Wed Oct 16 23:02:02 2019

11	2.459	3.065E+05
12	2.204	2.675E+05
13	2.046	2.381E+05
14	1.908	2.088E+05
15	1.786	1.796E+05
16	1.71	1.602E+05
17	1.64	1.408E+05
18	1.573	1.216E+05
19	1.511	1.025E+05
20	1.455	84245
21	1.411	69030
22	1.378	56558
23	1.353	46341

+-----+

DENSITY: Density, (kg/m3) - CONC: Concentration, (ppm)

Limiting concentration reached in slumping phase

Time	257.5943 s
Downwind distance	625.6902 m
Semi-width	490.2049 m

EAIL|386, V 1.42
PROJECT: LNG RELEASE
PROBLEM:

PAGE 31
MISSING
Wed Oct 16 23:02:02 2019

Continuous Heavy Gas:

User Inputs:

Temperature, (K) [Corrected]	111.6
Chemical vapor to liquid ratio	1E-05
Molar flow rate (kmol/s)	25.27
Volumetric flow rate, (m3/s)	0.9582
Mass flow rate, (kg/s)	405.4
Release duration (s)	506.9
Air molar flow rate (kmol/s)	0
Water molar flow rate (kmol/s)	0
Semi-width, (m)	0.5338
Height, (m)	0.5338
Height to semi-width ratio	1
Limiting concentration (ppm)	25000

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 32
 MISSING
 Wed Oct 16 23:02:02 2019

Slumping Phase Profile

#	TIME	DOWNWIND	SEMIW	AREA
0	0	0	0.5338	0
1	0.1	0.2221	0.7559	0.2864
2	0.9	1.962	2.495	5.942
3	16.44	30.82	31.35	982.8
4	28.88	53.7	54.23	2941
5	41.91	77.46	77.99	6083
6	55.76	102.6	103.2	10644
7	69.77	128.2	128.7	16575
8	85.11	156.6	157.2	24706
9	101.8	188.4	189	35709
10	117.7	220	220.5	48625
11	126	236.9	237.3	56358
12	135.4	257.2	256.6	66397
13	143.4	275.5	273	76109
14	152.6	297.4	291.7	88473
15	163.1	324.1	313.2	1.046E+05
16	171.2	345.5	329.5	1.183E+05
17	180.4	370.8	347.8	1.355E+05
18	191	401.3	368.6	1.573E+05
19	203.5	438.9	392.6	1.86E+05
20	218.1	485.2	419.9	2.236E+05
21	232.9	535.4	447	2.671E+05
22	247.9	589	473.5	3.165E+05
23	263	646.2	499.5	3.721E+05
24	278.2	707.1	525.2	4.346E+05
25	293.6	772	550.6	5.044E+05
26	309.1	841.4	575.9	5.826E+05

TIME:Time, (s) - DOWNWIND:Downwind distance of cloud front, (m) -
 SEMIW:Semi-width, (m) - AREA:Cumulative cloud area, (m2)

Slumping Phase Profile

#	DENSITY	CONC
0	395.6	9.774E+05
1	288.7	9.337E+05
2	108.2	8.379E+05
3	11.82	7.48E+05
4	7.062	6.731E+05
5	5.068	6.039E+05
6	4.029	5.392E+05

| 7 | 3.462 | 4.826E+05 |
 EAIL | 386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 33
 MISSING
 Wed Oct 16 23:02:02 2019

8	3.116	4.302E+05
9	2.911	3.832E+05
10	2.751	3.428E+05
11	2.459	3.065E+05
12	2.204	2.675E+05
13	2.046	2.381E+05
14	1.908	2.088E+05
15	1.786	1.796E+05
16	1.71	1.602E+05
17	1.64	1.408E+05
18	1.573	1.216E+05
19	1.511	1.025E+05
20	1.455	84245
21	1.411	69030
22	1.378	56558
23	1.353	46341
24	1.333	37974
25	1.317	31124
26	1.305	25517

+-----+

DENSITY: Density, (kg/m3) - CONC: Concentration, (ppm)

Limiting concentration reached in slumping phase

Time	310.8093 s
Downwind distance	849.1675 m
Semi-width	578.6195 m

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 34
 MISSING
 Wed Oct 16 23:02:02 2019

UVCE/TNT Model:

User Inputs:

Average molecular weight 16.04
 Yield factor (0.03 to 1) [] 0.1
 Heat of combustion, (J/kmol) -8.023E+08
 Total cloud mass (kg) 1.044E+05
 Reflecting surface is close to cloud (0 or 1) []

Model Outputs:

Equivalent TNT mass, (kg) 1.08E+05

Calculated Distance and Area

#	Xc	Ac	OPs	OPe
0	3605	4.083E+07	1034	0.15
1	444	6.193E+05	15900	2.306
2	184.4	1.068E+05	68900	9.993
3	108.4	36928	2E+05	29.01

Xc:Radial distance to user specified overpressure, (m) - Ac:Hazard area to user specified overpressure, (m^2) - OPs:Overpressure (Pa) - OPe>User specified overpressure, (Psi)

***** Error in "SORT". Label is ->Xs<-
 00006 Illegal argument(s) size
 00003 Calculation aborted

***** Error in "SORT". Label is ->Ys<-
 00006 Illegal argument(s) size
 00003 Calculation aborted

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 35
 MISSING
 Wed Oct 16 23:02:02 2019

Calculated overpressure at specified fenceline distances
 (Free Explosion)

#	Xs	Ys	Rs	OPc
0		0	0	6.894
1		0	0	0
2		0	0	0
3		0	0	0
4		0	0	0
5		0	0	0
6		0	0	0
7		0	0	0
8		0	0	0
9		0	0	0

Xs:X-Coordinate. Downwind. - Ys:Y-Coordinate. Crosswind. - Rs:Radial position, (m) - OPc:Overpressure at user specified fenceline distance, (Pa)

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 36
 MISSING
 Wed Oct 16 23:02:02 2019

Fireball:

User Inputs:

Ambient temperature, (K)	289
Relative humidity, (percent)	50
Total cloud mass (kg)	1.044E+05
Cloud temperature (K)	111
Target elevation (m)	1
Visual range, (m)	5000

Model Outputs:

Initial fireball volume, (m3)	59286
Initial fireball density, (kg/m3)	1.761
Initial fireball diameter, (m)	48.38
Fraction of combustion energy radiated	0.1971
Average molecular weight	16.04
Heat of combustion, (J/kmol)	-8.023E+08
Maximum fireball diameter, (m)	300.6
Maximum fireball height, (m)	495.2
Fireball duration, (s)	17.48

Distances reported are measured from center of fireball

EAIL|386, V 1.42
 PROJECT: LNG RELEASE
 PROBLEM:

PAGE 37
 MISSING
 Wed Oct 16 23:02:02 2019

Calculated Incident Heat

#	Xs	Ys	Zs	TAU
0	0	0	0	0
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0
9	0	0	0	0

Xs:X-Coordinate. Downwind. - Ys:Y-Coordinate. Crosswind. -
 Zs:Z-Coordinate. Elevation. - TAU:Atmospheric transmissivity

Calculated Incident Heat

#	THc
0	0
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0

THc:Calculated radiant heat at user specified fenceline, (kJ/m2)

Calculated Distance and Area

#	Xc	Ac	TAU	THs
0	906.5	2.581E+06	0.4715	40
1	396.1	4.929E+05	0.5179	160
2	150.3	71002	0.5361	1430

Xc:Calculated distance at user specified radiant heat, (m) -

Ac:Calculated hazard area at user specified radiant heat, (m²) -
EAIL|386, V 1.42 PAGE 38
PROJECT: LNG RELEASE MISSING
PROBLEM: Wed Oct 16 23:02:02 2019

TAU:Atmospheric transmissivity - THs:Time integrated heat flux value,
(kJ/m²)

V.3 MELLÉKLET 3.

V.3.1 Kockázatmenedzsment

V.3.1.1 A biztonság

A biztonság a kár bekövetkezéének elkerülése, azaz ahogy a MIL-ASTD882B:1984-es szabvány definiálja: „a biztonság mentesség olyan feltételektől, körülményektől melyek bekövetkezése halált, sérülést, foglalkozási ártalmat, készülékben, tulajdonban károsodást, illetve üzleti veszteséget okoz.”

A kár/sérülés fogalom a baleset bekövetkezéének életre, egészségre, környezetre és anyagi javakra vonatkozó elkerülendő eredményét jelöli. A biztonság e szempontból nem más, mint a kár bekövetkezéének elkerülése, azaz ahogy a MIL-ASTD882B:1984-es szabvány definiálja: „a biztonság mentesség olyan feltételektől, körülményektől melyek bekövetkezése halált, sérülést, foglalkozási ártalmat, készülékben, tulajdonban károsodást, illetve üzleti veszteséget okoz.”

Mindezt tömören összefoglalják IEC 50(191) szabvány fogalom meghatározásai:

„Sérülés [harm]*: az egészség, az anyagi javak vagy a környezet sérülése, illetőleg károsodása.

Veszély [hazard]*: potenciális sérülés forrása, vagy potenciális sérülést jelentő helyzet, azaz a veszély potenciális kárforrás (IEC 61508/61551)

Veszélyes esemény [hazardous event]: sérülés okozására képes esemény.

Veszélyeztetés ennek megfelelően nem más, mint egy nem kívánt esemény bekövetkezésének lehetősége, azaz olyan helyzet, amelyben személyek vagy a természeti, gazdasági és műszaki környezet potenciálisan veszélyben van.

Műszaki rendszerek esetében tipikus veszélyhelyzet az, amikor egy eszköz, anyag, illetve készülék magasabb energiaszinten van, mint a környezete és eltérés van a tervezett üzemállapottól, paramétertől.”(Ez a megfogalmazás tökéletes. A szerkesztő)

A veszély és a kockázat között lényeges különbségek fedezhetők fel:

A veszélyeztetés (hazard) a baleset bekövetkezésének lehetőségét reprezentálja, míg a kockázat magába foglalja azokat a forgatókönyveket, melyek a nem kívánt esemény bekövetkezéséhez társíthatók, meghatározva azok bekövetkezésének valószínűségét is.

Minden veszélyeztetéshez hozzárendelhető tehát egy bizonyos kockázat, amely függ az esemény bekövetkezésének valószínűségétől és az esemény következményeinek súlyosságától.

A kockázat tehát valamely adott veszélyes esemény előfordulása gyakoriságának vagy valószínűségének (F), valamint a következmény súlyosságának (C) a kombinációja:

(Megjegyzés: A C és F valószínűségi változók dimenziói nem lehetnek azonosak)

$$R=C \times F$$

Ahogy az egyenlet sugallja, hogy a kockázat nő a bekövetkezés gyakoriságának) és/vagy a következmény súlyosságának növekedésével.

Egy komplex, egymástól független elemekből álló rendszer esetében a teljes kockázat az egyes, egymástól független veszélyeztetésekhez kapcsolódó kockázatok összegeként határozható meg:

$$R=\sum C_i \times F_i$$

E meghatározáshoz kapcsolódik a rendszer fogalma [system], miszerint a rendszer egységes egész, amely tetszőleges bonyolultságú részhalmazokból: ember, eljárásrend, anyag, eszköz, berendezés, létesítmény és szoftver alrendszerekből állhat. A rendszert, mint elemekből álló egységes egészet együttesen alkalmazzák az előírt működési vagy kiszolgáló környezetben egy adott feladat, illetve cél teljesítésének érdekében. Ennek megfelelően a kockázatot magára termékre, illetve a termelési folyamatra vonatkozóan is elemezhetjük.

A kockázatmenedzsment nem más, mint a biztonság (safety) megfelelő szintű biztosítása. Ennek alapja a kockázatok azonosítása és minősítése. Elfogadható (tolerálható) kockázat (Acceptable vagy tolerable risk) az azonosított kockázat azon része, amely további csökkentés nélkül is megengedett. Az elfogadható kockázat tehát az a kockázat, amely az érintettek (tervező, megrendelő, felhasználó, társadalom) számára elfogadható. (A halálos kimenetelű közlekedési balesetek gyakorisága hazánkban 2012-ben 541 volt (azaz, 541E-5/év kockázatnak felel meg). Az a tény, hogy naponta részt veszünk a közlekedésben igazolja, hogy elfogadjuk ezt a kockázatot, azaz a társadalom számára ez a szám elfogadható kockázatot jelent. Ennek ellenére természetesen folyamatosan szem előtt tartott célkitűzés a közúti balesetek számának csökkentése. E példa jól mutatja, nem egyszerű feladat, hogy miként definiáljuk, hogy hol van az elfogadható kockázat határa. Mindezek ellenére, az elfogadható kockázat meghatározása kulcsfeladat, ugyanis ez ad a kockázatcsökkentési tevékenység számára iránymutatást.

A nem elfogadható kockázat (Unacceptable Risk) az azonosított kockázat azon része, amit vagy megszüntetni, vagy csökkenteni kell.

A fennmaradó kockázat (Residual Risk) az azonosított kockázat azon része, ami a teljes kockázatkezelési folyamat után a kockázatcsökkentési tevékenység eredménye után megmarad és mértéke a sikeres kockázatmenedzsment esetén alacsonyabb, mint az elfogadható kockázat.

A biztonság (safety) tehát nem más, mint „Mentesség olyan feltételektől melyek bekövetkezése halált, sérülést, foglalkozási ártalmat, készülékben, tulajdonban károsodást és veszteséget, illetve üzleti

veszteséget okozhat (MIL-ASTD882B)”. Biztonságról tehát akkor beszélhetünk, ha a kockázatértékelés során megállapítjuk, hogy nincs nem elfogadható kockázat, illetve olyan sikeres kockázatcsökkentési tevékenységet végeztünk, mely hatására a kockázat az elfogadható kockázati szintre csökkent (Mindez az ISO/IEC guide 50 szerint a biztonság definíciója).

Más értelmezésben a biztonság (safety, S) ellenálló képesség, azaz a veszélyeztetettségől mentes állapot valószínűsége, azaz

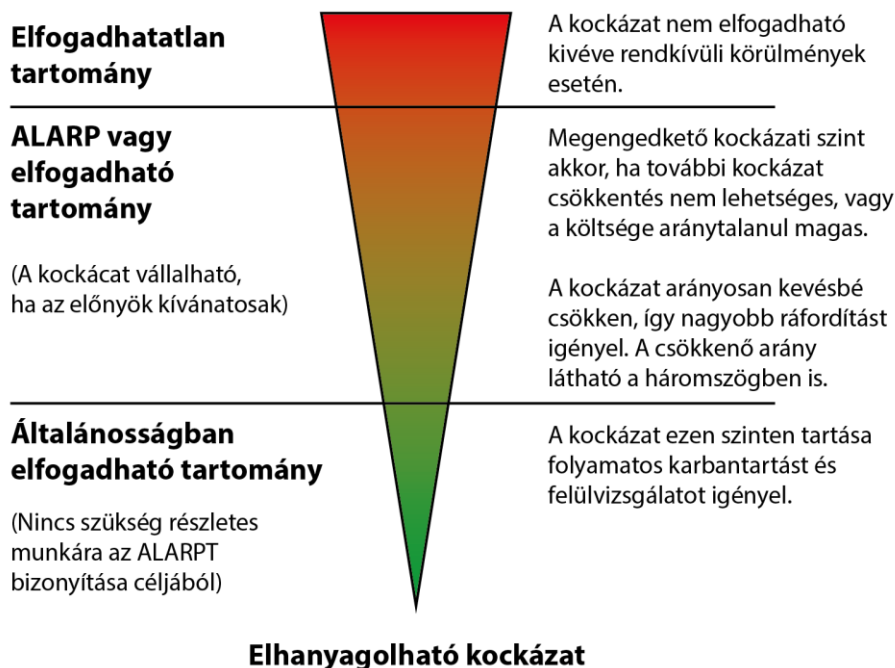
$$S=1/R$$

A funkcionális biztonságot az IEC 61508 szabvány az E/EP rendszerek hibából eredő meghibásodásokra visszavezethető nem megengedhető kockázattól való menteséggént definiálja.

V.3.1.2 A szükséges kockázatcsökkentés meghatározása – ALARP alapelv

A műszaki rendszer tervezőjének és üzemeltetőjének általános kötelessége a kockázat "lehető legkisebb, észszerűen megvalósítható" (angol rövidítéssel: ALARP) szintre való csökkentése. Ugyanakkor tekintettel arra, hogy a kockázat nem szüntethető meg teljesen, szükségszerűen létezik arányosság a kockázat és annak csökkentésére irányuló intézkedések között. E kérdésből adódik a kockázatcsökkentés szükséges mértékének meghatározása, mely során az alábbi ábrán ismertetett ALARP alapelv is iránymutató.

ALARP és elfogadható kockázat koncepciója



1.2. ábra - As Low as Reasonable Possible (ALARP) alapelv személtetése

(Forrás: http://moodle.autolab.uni-pannon.hu/Mecha_tananyag/biztonsagkritikus_rendszerek/ch02.html)

Az ábra mutatja, hogy a biztonságkritikus műszaki rendszert tervező mérnök három eshetőséggel találkozhat:

- A feltárt kockázat kizárólag csak extrém körülmények között fogadható el.
- Vannak olyan esetek, amikor a kockázat elfogadható mértékű. Ezekben az esetekben a mérnök elengedhetetlen feladata, hogy részletesen elemezze miként érvényesíthető az ALARP alapelv, és kizárólag csak akkor ne végezzen el további kockázatcsökkentési tevékenységet, ha az nem kivitelezhető vagy a kivitelezés költsége nem áll arányban a várható előnyökkel. A kockázat akkor is tolerálható, ha a veszélyhelyzetet jelentő műszaki rendszer általánosan előnyös a társadalomra és az emberekre, és ezen előnyök mértéke messze meghaladja a kockázat mértékét (pl. atomenergia).
- Azokban az esetekben, amikor a kockázat általánosságban is elfogadható, nincs szükség a kockázat további csökkenthetőségének elemzésére.

Tekintsünk egy kockázatos, EUC (szabályozott rendszerhez kapcsolódó) rendszert melynek kockázatát és a rendszerre vonatkozó elfogadható kockázatot meghatároztuk. Amennyiben az azonosított kockázat nagyobb, mint az elfogadható, a rendszer módosításával megfelelő kockázatcsökkentési lépéseket kell végrehajtani. E kockázatcsökkentés általában a rendszer olyan új funkciókkal történő bővítését tartalmazza mely új funkciók alkalmasak a kockázatos eseményhez kapcsolódó hibák elkerülésére, eltávolítására vagy detektálására vagyis a kockázat csökkentésére. A rendszer módosítását követően a fennmaradó kockázatnak (residual risk) az elfogadható kockázat alá kell csökkennie.

E kockázatcsökkentési tevékenység szellemében az IEC 61508 szabvány a következő fontos állításokat fogalmazza meg:

1. kockázatmentes állapot soha nem érhető el
2. a biztonságot már a tervezési folyamat elején figyelembe kell venni
3. a nem elfogadható kockázatot feltétlen csökkenteni, menedzselni kell

A szükséges kockázatcsökkentést mennyiségi és/vagy minőségi módszerek

Az elfogadható kockázat mértékét közelítő, illetve definiáló egyenlet alkalmazható:

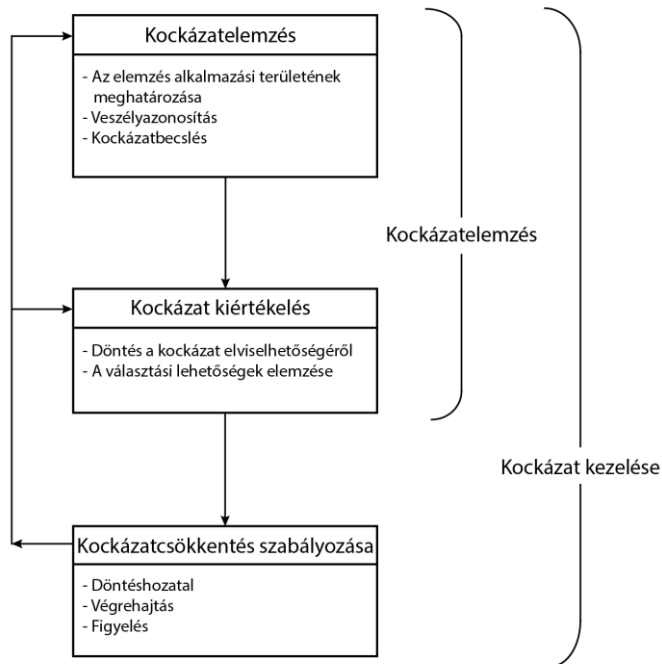
gyakoriság **a**+következmény **b**<1

ahol az **a** csaknem elhanyagolható következményű események maximálisan tolerálható gyakorisága, és **b** az azon esemény következményének súlyossága melynek bekövetkezési valószínűsége csaknem elhanyagolható.

V.3.1.3 Kockázatelemzés és kockázatmenedzsment

Kapcsolódó fogalmak

A kockázat kezelés, kockázat menedzsment [risk management] a kockázatelemzési, kockázatkiértékelési és kockázatszabályozási feladatokkal kapcsolatos irányítási elvek, eljárásrendek és gyakorlat módszeres alkalmazását jelenti. Ahogy az alábbi ábra mutatja, a kockázatok kezelése kockázatelemzés és kockázat csökkentés/szabályozási lépésekből áll.



2.1. ábra - A kockázatmenedzsment folyamata.

(Forrás: http://moodle.autolab.uni-pannon.hu/Mecha_tananyag/biztonsagkritikus_rendszerek/ch02.html)

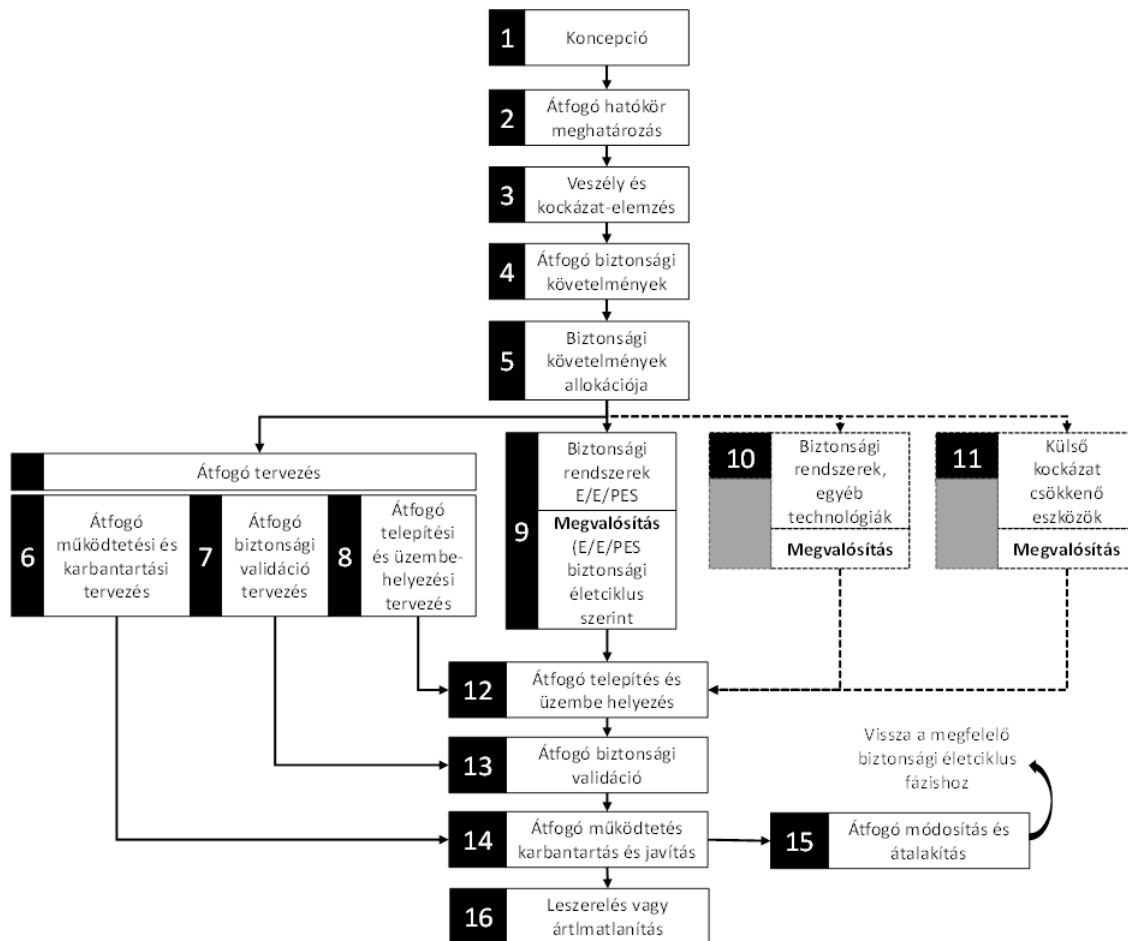
Kockázatelemzés:

- elemzés alkalmazási területének meghatározása,
- a rendelkezésre álló információk módszeres felhasználása a veszélyek azonosítása érdekében,
- kockázatbecslés

Kockázatmenedzsment életciklus az IEC 61508 szerint

http://moodle.autolab.uni-pannon.hu/Mecha_tananyag/biztonsagkritikus_rendszerek/ch02.html

A baleseti okok statisztikája azt mutatja, hogy a balesetek okainak jelentős része már a termék tervezése és gyártása során beépült a termékbe. E felismerés is azt sugallja, hogy a hiba és a megkívánt biztonsági szint fenntartása megelőzése a termék teljes életciklusára kell, hogy vonatkozzon. E fejezet célja, hogy az IEC 61508 szabvány szerint áttekintse az életciklus szemléletű elemzés legfontosabb tevékenységeit. A szabvány szerinti kockázatmenedzsment 16 lépésből álló tevékenységeinek kapcsolódásait az alábbi ábra mutatja.



2.4. ábra - Az IEC 61508 szabvány szerinti életciklus modell.

Forrás: http://moodle.autolab.uni-pannon.hu/Mecha_tananyag/biztonsagkritikus_rendszerek/ch02.html

V.3.1.4 Biztonságkritikus rendszerek

V.3.1.4.1 Megbízhatóság vs meghibásodás

Egy Projekt műszaki berendezéseinek HighTech szintje (például: gázipari megfelelése kriogén körülmények között), azok beszerzésének és üzembeállításának költsége, valamint az azoktól függő egyéb berendezések működése előtérbe helyezi a minőségi kérdéseket, amelyek egyik alapvető eleme a megbízhatóság.

Ilyen üzemeltetési körülmények között nyilvánvaló, hogy az elemek, ill. az azokból alkotott rendszerek megbízható működése nem csupán az elemet, rendszert magát érintik, hanem mivel az elemek a rendszernek, a rendszerek pedig további, még nagyobb rendszereknek részei, ezért az egyes elem vagy részrendszer meghibásodása tovagyrűző hatást gyakorol és kihat a teljes rendszerre.

Tudjuk, hogy igen nagy munka- és költségráfordítással műszaki berendezéseink biztonságos működését javíthatjuk, másképpen a váratlan meghibásodások előfordulási valószínűségeit csökkenthetjük. Érezzük ugyanakkor, hogy ennek a "megbízhatóság" növelésnek korlátai vannak.

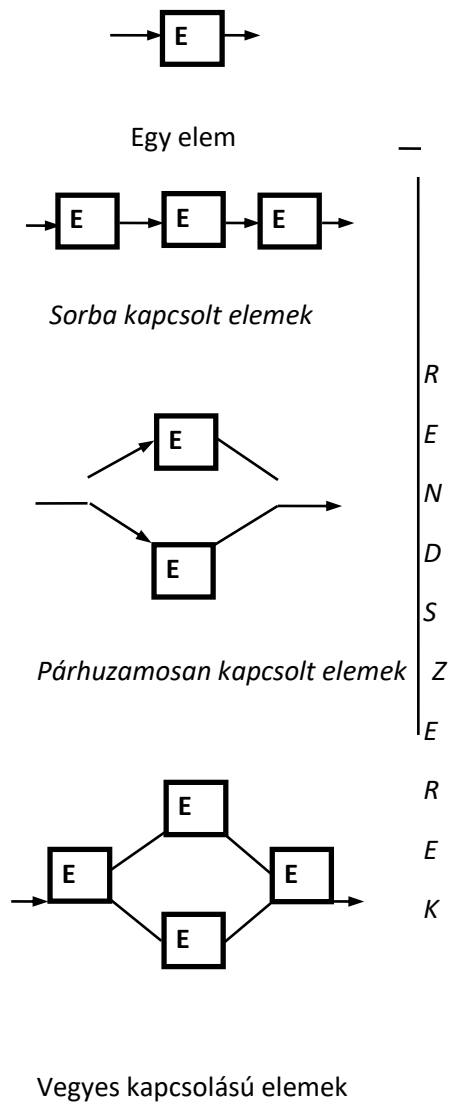
Az operációutatanak azt a területét, amely azokat az általános eljárásokat tanulmányozza, amelyeket a műszaki berendezések tervezésekor és üzemeltetésekor a berendezések váratlan meghibásodására tekintettel a hatékony alkalmazás érdekében a célszerű figyelembe venni, megbízhatóság-elméletnek nevezzük.

A megbízhatóság-elmélet foglalkozik a berendezésekben fellépő meghibásodások keletkezésének törvényszerűségeivel, a meghibásodások előrejelezhetőségével, s keresi a megbízhatóság növelési lehetőségeit, kidolgozza annak módszereit.

Alapfogalmak

A rendszerek elemekből állnak. Egy elem meghibásodása akár a teljes rendszer működésképtelenségét eredményezi. Az elemek lehetnek javíthatóak, ill. olyanok, amelyeket meghibásodás esetén már többé nem lehet felhasználni. A javítás lehet időigényes – ez alatt a rendszer áll -, de megtörténhet azonnal is (csere).

Rendszertípusok



A fentiek természetesen vonatkoznak a részrendszerekből álló rendszerekre is. A bonyolult rendszerek vizsgálatakor az egyes részrendszereket tekinthetjük elemeknek.

A rendszerek lehetnek soros felépítésűek, ebben az esetben egy elem (részrendszer) kiesése a teljes rendszer leállítását okozza, vagy párhuzamos szerkezetűek. Ez utóbbi esetben az elemek (részrendszerek) kiesése nem eredményezi a teljes rendszer kiesését, hanem csak teljesítményének csökkenését. A bonyolult rendszerek összetettek, vegyesen tartalmaznak sorba- és párhuzamosan kapcsolt elemeket egyaránt.

Az első meghibásodásig működő elem megbízhatósága

Itt az első meghibásodásig működő, nem javítható elemeket vizsgáljuk, ezen elemek megbízhatósági jellemzőit tanulmányozzuk. Az *elem* megnevezést a továbbiakban a rendszer osztatlan részeként fogjuk fel, de ez, amint arra a bevezetőben már utaltunk, tulajdonképpen lehet egy olyan eszköz, gép, berendezés stb. is, amelynek megbízhatóságát alkotórészeinek megbízhatóságától függetlenül, egységes egészként, vizsgáljuk.

Kezden az elem a $t = 0$ időpontban működni, s következésképpen a meghibásodás a $t = \tau$ időpontban. Ekkor azt mondjuk, hogy ennek az elemnek az élettartama τ időhosszúságú volt.

Ha több elemre vonatkozóan folytatjuk megfigyeléseinket, azt tapasztaljuk, hogy a τ idő különböző hosszú lesz, értéke véletlenszerűen alakul. Mondhatjuk tehát, hogy τ egy valószínűségi változó, mégpedig, mivel bármilyen értéket felvehet, folytonos valószínűségi változó. Eloszlásfüggvényét ekkor így írhatjuk fel:

$$Q(t) = P(\tau < t)$$

ahol $Q(t)$ megadja a t időpontig bekövetkező meghibásodás valószínűségét. Amennyiben a függvény folytonos, létezik τ sűrűségfüggvénye, amit $Q(t)$ differenciálásával kapunk:

$$q(t) = Q'(t)$$

Ezek a feltételek a további számításokat leegyszerűsítik, a teljesülésük a gyakorlatban pedig természetesnek mondható, hiszen pl. $Q(t)$ szakadása azt jelentené, hogy egy meghatározott időpontban az elem egy bizonyos valószínűséggel meghibásodhat. Kivétel ez alól talán csak a kezdeti $t = 0$ időpont, minthogy egyes elemekre jellemző, hogy a bekapcsolás hirtelen terhelésekor vagy rejtett hibák miatt (gondtalan szállítás, tárolás) tönkremennek (pl. lámpaizzó). Az ilyen meghibásodás azonban a bekapcsoláskor azonnal felfedezhető és a rossz elem újra cserélhető.

A $Q(t)$ meghibásodási függvény helyett gyakrabban használjuk a megbízhatósági függvényt, azaz a hibamentes működés valószínűségének eloszlásfüggvényét:

$$R(t) = 1 - Q(t) = P(\tau > t)$$

A meghibásodási és a megbízhatósági függvények szokásos alakját az alábbi ábra mutatja.

A meghibásodási és a megbízhatósági eloszlás függvények

A megbízhatósági függvény monoton csökken, induláskor értéke $R(0) = 1$, $t \rightarrow \infty$ esetén $R(t) \rightarrow 0$.

Az $R(t)$ függvény alakját tapasztalati úton is meghatározhatjuk. Tételezzük fel, hogy meg kell határoznunk a függvény értékét egy meghatározott $t = t_0$ helyen, vagyis azt keressük, hogy mi a valószínűsége annak, hogy az elem a t_0 időpontig jól működik. E célból kiválasztunk N azonos elemet és hasonló feltételek mellett működtetjük őket, t_0 ideig.

Jelölje a kísérlet befejezésének időpontjáig meg nem hibásodott elemek számát n , ekkor nyilvánvaló, hogy keresett értéket az n/N hányados adja. Ha elegendően nagyszámú mintát vettünk, akkor az így megállapított érték közel lesz a keresett valószínűséghez: $n/N \rightarrow R(t_0)$.

Ha a számításokat több különböző $t = t_0$ időpontra elvégezzük, az $R_N(t)$ tapasztalati eloszlásfüggvényét kapjuk meg. Ennek a függvénynek az egyes pontjait az $n(t)/N$ tapasztalati úton kapott hányadosértékek adják.

Érdemes megjegyezni, hogy amennyiben a vizsgálatot csak egy t_0 időszakaszra folytattuk le, akkor ezen az időszakaszon túl a függvényről semmit sem tudunk meg, vagyis a kapott eredmények extrapolálása esetén kellő óvatossággal kell eljárunk.

Az $R(t)$ függvény ismerete alapján meghatározható a hibamentes működés átlagos hossza, ami tulajdonképpen a τ valószínűségi változó várható értéke:

$$T_0 = M(\tau) = \int_0^{\infty} t \cdot q(t) dt$$

Innen parciális integrálással a következő megállapítást tehetjük:

$$T_0 = -\left[t \cdot R(t) \right]_0^{\infty} + \int_0^{\infty} R(t) dt \approx \int_0^{\infty} R(t) dt$$

A meghibásodási ráta

Térjünk most át a megbízhatóság legfontosabb és legismertebb mutatójának, a meghibásodási rátának (mutatónak) kiszámítására. Működjek egy elem hibamentesen a t időpontig. Szeretnénk tudni, hogy mi a valószínűsége annak, hogy az elem a t -tól a t_1 időpontig terjedő szakaszban is hibamentes lesz. Jelölje ezt

a valószínűséget - A eseményt - $P(t, t_1)$, továbbá a $0, t$ időszakaszban való hibamentes üzemelés valószínűségét, amit B eseménynek tekinthetünk, $P(0, t)$. A keresett feltételes valószínűség ezek szerint:

$$P(t, t_1) = P(A|B) = \frac{P(AB)}{P(A)} = \frac{R(t_1)}{R(t)}$$

Az egyenlőség végén látható törtkifejezés azért írható fel, mert ha az elem a t, t_1 időtartamban jól működik, akkor a $0, t_1$ időszakaszban is (első meghibásodásig működő elem). Vezessük be a t_1 helyett a $t+\Delta t$ szimbólumot, akkor a $t, t+\Delta t$ idő alatt bekövetkező meghibásodás valószínűségét a következő képlettel számíthatjuk:

$$Q(t+\Delta t) = 1 - P(t, t+\Delta t) = \frac{R(t) - R(t+\Delta t)}{R(t)} = -\frac{R'(t)}{R(t)} \Delta t$$

Bevezetve a $\lambda(t) = -\frac{R'(t)}{R(t)}$ jelölést: $Q(t, t+\Delta t) \approx \lambda(t)\Delta(t)$.

A felírt összefüggésekből az látható, hogy a $\lambda(t)$ szám a megbízhatóság lokális jellemzője, az elem megbízhatóságát minden időpontban megadja. Másképpen ezt azt jelenti, hogy $\lambda(t)$ annak a valószínűsége, hogy az elem t időpontig kifogástalanul működik, s éppen a $t+\Delta t$ időszakaszban romlik el. Ha a Δt időszakasz igen kicsi, mondhatjuk, hogy a meghibásodás éppen a t időpontban következik be. A $\lambda(t)$ függvényt meghibásodási rátának nevezzük.

Elvben a meghibásodási ráta kísérleti úton is meghatározható. Ehhez tulajdonképpen sok elem vizsgálatával meg kell határozni a t időpontot követő Δt rövid időszakasz alatt meghibásodott Δn elemszámot, s ezt kell viszonyítani a t idő alatti meghibásodásokhoz ($n(t)$):

$$\lambda(t) = -\frac{R'(t)}{R(t)} \approx \frac{R(t) - R(t+\Delta t)}{\Delta t \cdot R(t)} = \frac{\Delta n}{\Delta t \cdot n(t)}$$

Az exponenciális megbízhatósági eloszlás

A tapasztalatok azt mutatják, hogy a $\lambda(t)$ függvényre a fentebb bemutatott görbe a jellemző. Ezen az ábrán három egymástól jól megkülönböztethető szakaszt láthatunk. Eleinte, az elem bekapcsolását

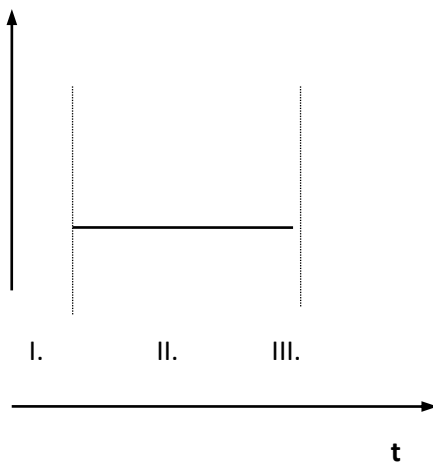
követően, a meghibásodási ráta csökken. Ez annak a következménye, hogy egy sok elemet tartalmazó tételben mindig vannak rejtett hibás elemek, amelyek a "bekapcsolást" követően hamarosan üzemképtelenné válnak. Ezért is nevezik ezt az első időperiódust "kiégési" vagy más esetekben "bejáratási" szakasznak.

A második periódust a normális működés jellemzi. Ekkor a meghibásodási ráta többé-kevésbé változatlan. Az utolsó szakasz az "öregedés" ideje. Ekkor az elemek anyagaiban általában irreverzibilis változások állnak be, amelyek annak "öregedéséhez", s végső soron elromlásához vezetnek.

A meghibásodási rátának ez az alakulása nem feltétlenül általános érvényű. (Jól megszervezett minőségellenőrzés például az első szakasz hosszát lerövidítheti vagy annak meredekségét "ellapíthatja".)

A szokásos használat szempontjából mindenekelőtt az egyenes szakasz, az elem pótlása szempontjából pedig az a pont érdekes, ahol az egyenes emelkedni kezd.

A meghibásodási ráta görbéje



Az előző pontban a $\lambda(t)$ -re kapott összefüggésből a megbízhatósági függvény kifejezhető:

$$\int \lambda(t) dt = - \int \frac{R'(t)}{R(t)} dt,$$

$$\ln R(t) = \int \lambda(t) dt,$$

azaz

mivel $t = \text{konstans}$, ezért

$$R(t) = e^{-\int \lambda(t) dt} = e^{-\lambda t}$$

Az ilyen jellegű exponenciális megbízhatósági eloszlásfüggvény a mindennapi életben gyakori. A kapott összefüggésből meghatározhatjuk a meghatározhatjuk a meghibásodási sűrűségfüggvényt:

$$q(t) = \lambda e^{-\lambda t}, \quad \text{innen az átlagos élettartam:}$$

$$T_0 = \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} dt = \frac{1}{\lambda}$$

A konstans meghibásodási ráta tehát az elem várható élettartamának reciprokával egyenlő.

Az exponenciális eloszlású megbízhatóság meglehetősen elterjedt. Ennek magyarázata, hogy fizikailag nagyon is természetes, alkalmazása pedig egyszerű. Az exponenciális eloszlású megbízhatóságnak egy nagyon fontos tulajdonsága van, nevezetesen: adott t , $t+\Delta t$ időintervallumon belül hibamentes működés valószínűsége független a t időszak hosszától (vagyis a megelőző hibamentes működés időtartamától), azt csak a Δt idő nagysága befolyásolja. Más szóval, ha tudjuk, hogy az elem az adott időpontig jó volt, akkor a jövőbeni viselkedése nem függ attól, hogy ez az üzemképes szakasz (a múlt) milyen hosszú volt:

$$P(t, t + \tau) = \frac{e^{-\lambda(t+\tau)}}{e^{-\lambda t}} = e^{-\lambda \tau}$$

A használati időtől függő elemek megbízhatósága

„Öregedőnek” nevezzük azokat az elemeket, amelyek meghibásodási rátája monoton nem-csökkenő, azaz bármely $0 < t_1 < t_2$ értékre $\lambda(t_1) \leq \lambda(t_2)$ nagyságú. Ez másképpen azt jelenti, hogy az elem megbízhatósága az idő múlásával vagy változatlan marad vagy csökken.

Megállapíthatjuk, hogy a monoton nem-csökkenő meghibásodási rátájú elem meghibásodási függvényére feltétlenül igaz, hogy

$$R(t) < e^{-\frac{t}{T_0}}, \quad \text{ha } t < T_0.$$

A levonható következtetés az, hogy az öregedő elem megbízhatóságának becslésére használhatjuk az exponenciális eloszlást, ha az összefüggésbe a valamilyen módon sikeresen megbecsült valódi átlagos élettartamot helyettesítjük. Ekkor ugyanis a megbízhatósági függvényt alulról becsüljük, s így a valóságban az általunk előre jelzethez képest a megbízhatóság csak jobb lehet.

Felújítható elem megbízhatósága

Az előzőekben az elemek megbízhatóságát az első meghibásodásig vizsgáltuk. Bizonyos elemek a meghibásodást követően javíthatók. A javítás lehet gyors, s lehet időigényes is. Ebben a fejezetben ezt a két esetet vizsgáljuk.

Azonnal felújítható elem megbízhatósága

Kiindulásként feltételezhetjük, hogy a javítás (felújítás) ideje az elem élettartamához képest jelentéktelenül rövid, vagyis gyakorlatilag "egy pillanat alatt" történik.

A felújítási folyamat leírásában fontos szerepet kap egy $v(t)$ változó, ami a t időszak alatt bekövetkezett meghibásodásokat (és egyben felújításokat) jelöli. Ezzel - a csak nem negatív egész számokat felvehető - változóval kifejezhető a $H(t)$ felújítási függvény, ami a t időpontig bekövetkező meghibásodások számának várható értékét mutatja. A meghibásodások száma a t_1, t_2 időintervallumban nyilvánvalóan $H(t_1) - H(t_2)$. A $H(t)$ függvény helyett használjuk annak deriváltját, a $h(t) = H'(t)$ függvényt, amelyet felújítási sűrűségfüggvénynek nevezünk, hiszen minden t időpontra megadja az adott helyen az egységnyi időre jutó meghibásodások számát.

Érdekes és gyakori felújítási esetet kapunk, ha a meghibásodások között eltelt időszakok hossza

exponenciális eloszlású: $F(t) = 1 - e^{-\lambda t}$

Ilyenkor annak a valószínűsége, hogy a t időpontig összesen n meghibásodással kell számolnunk:

$$P_n(t) = \frac{(\lambda t)^n}{n!} \cdot e^{-\lambda t}$$

Ez az ismert Poisson eloszlás formulája. Tudjuk, hogy itt a várható érték λt , ezért ebben az esetben a felújítási függvény: $H(t) = \lambda t$, a felújítási sűrűségfüggvény pedig: $h(t) = \lambda$.

Ha hosszú időszakot vizsgálunk, ami alatt már sok meghibásodás következett be, akkor tetszőleges eloszlásfüggvényre igaz a következő határérték:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{H(t)}{t} = \frac{1}{T_0} = h$$

Ezt az állítást könnyen értelmezhetjük, hiszen ez nem jelent mást, mint azt, hogy hosszabb időszakra vonatkozóan a meghibásodások időegységenkénti átlagos száma közel egyenlő az elem átlagos élettartamának reciprokával, egy h konstanssal.

Ez másképpen azt jelenti, hogy a meghibásodások várható száma minden időpontban azonos, az idő múlásától független. (Az elem javítás után ugyanolyan jó lesz, mint azt megelőzően.)

Számottevő felújítási idejű elem megbízhatósága

Eddig feltételeztük, hogy a meghibásodott elem javítása azonnal megtörténik, s annak ideje elhanyagolható. A valóságban azonban gyakoribb az eset, amikor a felújítás időszükséglete nem elhanyagolható. (Gondoljunk arra, hogy maga a javítás sem kezdhető meg általában azonnal, pl. sokszor a hiba helyét is még meg kell találni, s a javítás maga is időigényes feladat lehet).

Most tehát egy olyan folyamatot vizsgálunk, amelyben az elem τ_1 véletlenszerű időtartamig működik, akkor meghibásodik, s kijavítják. A javítás τ'_1 időt vesz igénybe. Ezután az elem τ_2 ideig dolgozik, amikor ismét meghibásodik. A második javítás ideje τ'_2 ideig tart. Ez a folytatódik az n , $n+1$ stb. időszakaszokra is. Feltesszük, hogy minden τ_i és τ'_i időszakasz hossza független és azonos eloszlást követő véletlenszerű változó. Az eloszlásfüggvény:

- a működési szakaszokra $F(t) = P(\tau_i < t)$,
- a javításokra pedig $G(t) = P(\tau'_i < t)$.

Az így definiált rendszert számottevő felújítási idejű folyamatnak nevezzük. A vizsgált elem megbízhatóságának alapvető jellemzője a $K(t)$ készenléti tényező. Ez a gyakorlat szempontjából nagyon fontos, s annak a valószínűségét mutatja, hogy az elem a t időpontban éppen működik-e. Levezetés nélkül közöljük, hogy amennyiben t tart a végtelenhez, a $K(t)$ függvény egy K stacionárius függvényhez közelít, amelyre igaz, hogy

$$\mathbf{K} = \lim_{t \rightarrow \infty} \mathbf{K}(t) = \frac{1}{\mathbf{T}^m + \mathbf{T}^j} \int_0^{\infty} [1 - \mathbf{F}(\mathbf{x})] \cdot d\mathbf{x}, \quad \text{ahonnan}$$

$$\mathbf{K} = \frac{\mathbf{T}^m}{\mathbf{T}^m + \mathbf{T}^j}$$

Itt \mathbf{T}^m hosszabb idő eltelte után a hibamentes működés időszakaszainak átlagos hossza,
 \mathbf{T}^j hosszabb idő eltelte után a javítással töltött idők átlagos hossza.

Rendszerek megbízhatósága

Rendszeren olyan berendezést, berendezések csoportját értjük, amely bizonyos megbízhatósággal működő részekből áll. Ezeket elemeknek nevezzük, függetlenül attól, hogy az így elemnek tekintett berendezés esetleg további elemekből tevődik össze. Feltesszük, hogy az elemek egymástól függetlenül hibásodnak meg, azaz bármely elem is menjen tönkre a rendszeren belül, ez nem okozza más elem vagy elemek meghibásodását. (De persze okozhatja a teljes rendszer működésképtelenségét!)

Először a nem-javítható, vagyis az első meghibásodásig működő rendszereket tekintjük át, majd a felújítható rendszerekkel foglalkozunk.

A rendszer struktúráját és működését annyira ismerni kell, hogy az elemek közötti kapcsolatokat meg tudjuk határozni. A rendszerekben az elemek közötti kapcsolat lehet soros, ami az elemek egymás utániségát jelenti, és párhuzamos, ami szerint több hasonló funkciójú elem egyidejűleg működik.

Soros rendszerek megbízhatósága

A soros rendszerben az elemek egymás után vannak kapcsolva, ahogyan azt a legelső ábra mutatja. Azonnal látható, hogy ebben a rendszerben bármely elem meghibásodása azonnal az egész rendszer leállításához vezet.

A rendszer t időpontig tartó hibamentes működéséhez az szükséges, hogy eddig az időpontig minden elem jól dolgozzon. Mivel az elemek megbízhatósága egymástól független, ezért a keresett valószínűséget az

$$\mathbf{R}(t) = \mathbf{R}_1(t) \cdot \mathbf{R}_2(t) \dots \mathbf{R}_n(t)$$

szorzat adja. Kifejezhetjük ugyanezt a meghibásodási rátával is, hiszen a fenti összefüggés így is felírható:

$$e^{-\int_0^t \lambda(x) dx} = e^{-\int_0^t \lambda_1(x) dx} \cdot e^{-\int_0^t \lambda_2(x) dx} \dots e^{-\int_0^t \lambda_n(x) dx}, \quad \text{azaz}$$

$$\lambda(t) = \lambda_1(t) + \lambda_2(t) + \dots + \lambda_n(t)$$

Soros kapcsolású rendszerben a meghibásodási ráták összegződnek. Ha az elemek megbízhatósága exponenciális eloszlású, akkor a rendszeré is az lesz. Ha egy ilyen rendszerben az egyes elemek élettartamának átlagértéke T_i , akkor a rendszer működési idejének várható értéke az alábbi lesz:

$$T_0 = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{T_i}}$$

Párhuzamos kapcsolású rendszerek megbízhatósága

A rendszerben lévő elemek akkor vannak párhuzamosan kapcsolva, ha az egyik elem kiesése nem okozza a teljes rendszer leállítását, legfeljebb teljesítőképességének csökkenését. Az ilyen rendszer teljesen csak akkor válik üzemképtelenné, ha valamennyi párhuzamosan kapcsolt elem meghibásodik.

Az elemek most is függetlenek egymástól, ezért a teljes leálláshoz az összes független elem egyidejű meghibásodása szükséges:

$$\mathbf{Q}(t) = \mathbf{Q}_1(t) \cdot \mathbf{Q}_2(t) \dots \mathbf{Q}_n(t)$$

Ha minden elem megbízhatósága azonos, akkor

$$\mathbf{Q}(t) = \mathbf{Q}^n(t).$$

Felújítható rendszerek megbízhatósága

Itt megint két eset különböztethető meg. Egyes rendszerekben az elemek azonnal kicserélhetők, más esetekben a hiba megkeresése, okának feltárása és kijavítása tetemes időt igényel.

Azonnal javítható rendszer megbízhatósága

Először azt az esetet vizsgáljuk, amikor a rendszer meghibásodott elemeit azonnal ki tudjuk javítani, cserélni. Az előzőekhez hasonlóan itt is feltételezzük, hogy a kijavított elem eredeti tulajdonságait teljes egészében visszanyeri, vagy a kicserélt elem pontosan megegyezik az előzővel. Feltételezzük természetesen továbbra is az elemek függetlenségét.

A rendszer gyakran olyan hosszú ideig működik, hogy minden eleme többször is meghibásodik. Ilyenkor az egyes felújítási folyamatok stacionáriussá válnak, s így a rendszer meghibásodási folyamata szintén stabilizálódik. Minden elem felújítási sűrűségfüggvényére igaz, hogy

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \mathbf{h}_k(t) = \frac{1}{\mathbf{T}_k},$$

ezért a rendszer meghibásodási intenzitásának létezik határértéke, mégpedig:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \mathbf{h}(t) = \mathbf{h}_0 = \sum_{k=1}^n \frac{1}{\mathbf{T}_k}.$$

Ebből következik, hogy a rendszer hibamentes működésének átlagos időhossza:

$$\mathbf{T}_0 = \frac{1}{\mathbf{h}_0} = \sum_{k=1}^n \frac{1}{\mathbf{T}_k}.$$

Számottevő javítási idejű rendszer megbízhatósága

Itt most azokról a rendszerekről lesz szó, amelyeknek ha egy-egy elemük meghibásodik, akkor azok kijavításához, cseréjéhez annyi időt kell figyelembe venni, ami már nem hanyagolható el. A rendszerek az elemek javítása közben különbözőképpen viselkedhetnek:

- Bármely elem felújítása során a rendszer áll, kikapcsolt állapotban van. Ezen idő alatt, mivel a rendszer nem működik, a többi elem változatlan marad, "nem öregszik", ezért a felújítás befejezésének időpontjától úgy kezd el dolgozni, mintha a felújítás egy pillanat alatt ment volna végbe.
- Bármely elem felújítása alatt az összes többi elem tovább működik. Az elem meghibásodása nem hat ki a többi elemre, s az elem felújítási ideje sem függ attól, hogy időközben más elemek is meghibásodnak. (Ez olyan rendszere esetében lehetséges, amelyeknél egy-egy elem kiesése nem okozza a teljes rendszer leállítását. Példaképpen említhető egy telefonközpont, amelyben időről-időre egy-egy vonal elromlik, ezeket javítani kell, de a teljes rendszer ettől függetlenül működik.)

Felújítás alatt kikapcsolt rendszer

Feltételezzük, hogy a rendszer elemeinek száma nagy, s az egyes elemek meghibásodási intenzitása az egész rendszer meghibásodási intenzitásához képest kicsi.

Itt használni kell a számottevő felújítási időt igénylő elemek megbízhatóságának vizsgálatokor bevezetett K készenléti tényezőt. Hosszabb idő eltelte után a rendszer működésének átlagos ideje megegyezik az egységnyi idő alatt bekövetkezett meghibásodások számának reciprokával, azaz:

$$T^m = \frac{1}{\sum_{k=1}^n h_k} = \frac{1}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{T_k^m}}, \quad \text{ahol}$$

h_k a k -adik elem meghibásodási intenzitása (egységnyi időre jutó meghibásodások számának átlaga)

T_k^m a k-adik elem átlagos hibamentes működési ideje

Ezzel a rendszerre vonatkoztatott készenléti tényező:

$$K = \frac{T^m}{T^m + T^j} = \frac{1}{1 + \sum_{k=1}^n \frac{T_k^j}{T_k^m}}$$

Nem bizonyítjuk, de a felújítás alatt kikapcsolt rendszer, ha az elemek száma elegendően nagy, s azok meghibásodása egymástól valóban függetlenül következik be, Poisson folyamattal jellemezhető, s ezért a meghibásodások között eltelt időhosszak exponenciális eloszlásúak. Ez az eloszlás az előbbieken kiszámított készenléti tényezővel a rendszerre a következőképpen írható fel:

$$R_r(t) = K \cdot e^{-\frac{t}{T^m}}$$

Ez az összefüggés megadja, hogy mekkora a valószínűsége annak, hogy a rendszer t idő alatt nem áll le valamely elemének meghibásodása miatt.

Felújítás alatt bekapcsolt rendszer

A felújítás alatt bekapcsolt rendszer az egyes elemek meghibásodásakor nem áll le. Az elemet felújítják vagy kicserélik, miközben a rendszer folyamatosan üzemel (természetesen nem teljes kapacitással).

Az ilyen rendszerben az elemek vagy jók, vagy hibásak. Minden elemnek nyilván csak ez a két állapot lehetséges: működik, vagy javítják. A teljes rendszerre vonatkoztatva a hibamentes működés átlagos ideje itt tulajdonképpen azt az átlagos időt jelenti, amikor a rendszer valamennyi eleme éppen dolgozik.

Hasonlóképpen értelmezhető a készenléti tényező is. Ez, ha az elemek száma a rendszerben nagy, igen alacsony érték lehet, hiszen megegyezik az egyes elemek készenléti tényezőinek szorzatával, amelyek mind egynél kisebb pozitív értékek:

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot \dots \cdot K_n = \frac{T_1^m}{T_1^m + T_1^j} \cdot \frac{T_2^m}{T_2^m + T_2^j} \cdot \dots \cdot \frac{T_n^m}{T_n^m + T_n^j}$$

A megbízhatóság vizsgálatot a teljes életciklusra (a berendezés tervezése, a gyártása, és az üzemelése) az IEC 61508 szabvány terjesztette ki, mely számos iparág és alkalmazás számára egységes nyelvezetet és eljárástechnikát ajánl. Az alapfogalmak bevezetésétől, a szakkifejezések definiálásán keresztül, a számítási és intézkedési eljárások áttekintéséig ad az egyes eszközök, valamint az eszközökből felépített rendszerek megbízhatóságára a szakhatóságok számára ellenőrizhető választ.

Biztonsági integritás –SIL értékek

http://moodle.autolab.uni-pannon.hu/Mecha_tananyag/biztonsagkritikus_rendszerek/ch03.html

Egy biztonsági rendszer 100%-osan funkcionálisan biztonságos, ha a véletlen meghibásodás, a közös meghibásodás és a szisztematikus meghibásodás nem vezet el a biztonsági rendszer hibás működéséhez, és nem eredményez emberi sérülést, vagy halált, környezetszennyezést, illetve anyagi károkat. Teljes mértékű funkcionális biztonság nem létezik, ugyanakkor az ilyen jellegű események bekövetkezésének várható/megengedhető gyakoriságát az úgynevezett SIL értékekkel jellemezhetjük.

Az előző fejezetben említett biztonságkritikus rendszerek kategóriájába való besorolás nem mindig egyértelmű feladat, különösen, hogy most már látjuk, a kockázatcsökkentési akciók után is mindig kell maradandó kockázattal számolnunk. A hibás működés következményei az egyes alkalmazási területeken rendkívül különbözőek lehetnek. A biztonsági integritás (safety integrity – a biztonság sértetlensége) annak valószínűsége, hogy egy biztonsági rendszer az előírt biztonsági funkciókat egy adott időszakban meghatározott körülmények között megfelelően végrehajtja: nem lépett fel veszélyeztető meghibásodás. Egy rendszerhez rendelt biztonsági integritási szint (SIL) meghatározza az alkalmazandó fejlesztési, tervezési, gyártási, üzemeltetési módszereket. Az IEC 61508 és az IEC 61511 szabványok definiálják a biztonság-sértetlenség szint (SIL Safety Integrity Level) fogalmát és a szintek meghatározási módszereit. Az IEC 61508 szabvány vezette be a megkülönböztetést az alacsony működtetés igényű és a magas (vagy folytonos) működtetés igényű üzemmód között.

1. Alacsony működtetési igény (Low demand mode): amikor az adott funkció működtetésének gyakorisága nem nagyobb az egy alkalom/év értéknél, vagy nem nagyobb az úgynevezett proof tesztek gyakoriságának kétszeresénél (Proof teszt: bizonyító erejű teszt. A bizonyító erejű teszt, mely a hibák felderítése céljából

végrehajtott periodikus teszt a biztonságosra műszerezett rendszerben, amely mintha új lenne, vagy amennyire praktikus lehetséges állapotba állítja vissza a rendszert.)

2. Magas, illetve folytonos igény (High demand or continuous mode): amikor az adott funkció működtetésének gyakorisága nagyobb az egy alkalom/év értéknél, illetve nagyobb az úgynevezett proof tesztek gyakoriságának kétszeresénél.

A SIL értéket a termék vagy a kapcsolódó folyamat tervezése során kell rögzíteni, a rendszeres hibák előfordulási gyakoriságának megengedhető értéke alapján. Magasabb SIL érték komolyabb biztonsági követelményeket jelent. A SIL4 a legmagasabb és a SIL1 jelenti a legalacsonyabb követelményt.

- SIL ÉRTÉKEK ALACSONY MŰKÖDTETÉS IGÉNYŰ ÜZEMMÓD ESETÉN:

SIL - Safety integrity level	Alacsony működtetés igényű üzemmód (Az átlagos hibavalószínűség működtetés igényekor)
4	$10^{-5} \leq t < 10^{-4}$
3	$10^{-4} \leq t < 10^{-3}$
2	$10^{-3} \leq t < 10^{-2}$
1	$10^{-2} \leq t < 10^{-1}$

- SIL ÉRTÉKEK MAGAS VAGY FOLYAMATOS ÜZEMMÓD ESETÉN:

SIL - Safety integrity level	Magas működtetés igényű vagy folytonos üzemmód (A veszélyes hibák átlagos valószínűsége)
	Időalap 1 óra.
4	$10^{-9} \leq t < 10^{-8}$
3	$10^{-8} \leq t < 10^{-7}$
2	$10^{-7} \leq t < 10^{-6}$
1	$10^{-6} \leq t < 10^{-5}$

Az energiatermelésben a nem kívánt esemény következménye súlyosságának függvényében a kritikus rendszerekkel szemben általában SIL3 vagy SIL4 követelményeket támasztanak.

A SIL érték növelése a rendszer célirányos áttervezésével, a kritikus komponensek megbízhatóságának növelésével, illetve – a legkézenfekvőbb módon – redundáns mérő, szabályozó és beavatkozó elemek

alkalmazásával érhető el. A redundancia alkalmazhatósága azonban gyakran korlátokba ütközik (költség, méret, súly és rendelkezésre álló energia).

V.3.1.4.2 Hibafa-elemzés (Fault Tree Analysis - FTA)

(Forrás: http://moodle.autolab.uni-annon.hu/Mecha_tananyag/biztonsagkritikus_rendszerek/ch02.html)

A hibafa-elemzés (Fault Tree Analysis – FTA) egy adott balesetre vagy súlyos rendszerhibára (csúcsesemény) összpontosít, és az esemény okainak a meghatározásához ad eljárást. A hibafa olyan gráf, amely a berendezés meghibásodásainak (minimális hibaesemény kombinációk), a nem független meghibásodásoknak és az emberi hibáknak a kérdéses csúcseseményt eredményező különböző kombinációit jeleníti meg. A minimális metszethalmazok meghatározásához a Boole-algebra szabályait alkalmazzák.

Az elemzés során alkalmazott számszerűsítés különbözőképpen történhet, pl. az alapesemény valószínűségének közvetlen becslésével, kinetikus elmélet alapján, Markov-láncok vagy Monte Carlo szimuláció alkalmazásával.

A hibafa-elemzés, mint minőségi elemzési módszer erőssége az, hogy meghatározhatók azok a berendezés-meghibásodási, nem független meghibásodási és emberi hiba kombinációk, amelyek a káros következmény kialakulásához vezethetnek. Ezzel az elemzőnek lehetősége nyílik arra, hogy megelőző intézkedésekkel az alaphibákat célozza meg, és csökkenthesse a bekövetkezési gyakoriságokat. A hibafa elemzés általánosan alkalmazható bármilyen rendszer esetében.

A hibafa-elemzés tehát egy fentről lefele építkező (top-down) szimbolikus logikai modell, melyet a hibatartományon definiálunk és generálunk. Ezzel a technikával képesek vagyunk a csúcseseménytől vagy TOP eseménytől az elemi eseményekig visszakövetni a meghibásodás útvonalát, és meg tudjuk határozni a gyakori meghibásodást okozó elemeket. Az FTA magába foglalja a hibafa generálását, az elemi események (iniciátorok) meghibásodási valószínűségeinek meghatározását, ezen valószínűségek propagálását a csúcsesemény meghibásodási valószínűségének meghatározására.

A hibafaanalízis a tervező vagy ellenőrzést végző számára számos, különböző típusú eredményt szolgáltat. Ezek közül egyesek elsősorban a tervezést, a rendszer gyenge pontjainak feltárását segítik elő, míg mások számszerű eredményt adnak a rendszer paramétereiről.

Az egyik legfontosabb vizsgálat a definiált csúcsesemény bekövetkezési valószínűségének számítására irányul. Az analízis során a valószínűség számítás alapszabályai szerint az egyes elemi események valószínűségéből a definiált kapcsolatokon keresztül képezzük a csúcsesemény bekövetkezési

valószínűségét. A számszerű eredmény csak azt mutatja meg, hogy a rendszerünk megfelel-e az elvárásoknak, azt azonban nem, hogy melyek a rendszer gyenge pontjai. A rendszer gyenge pontjairól a minimális metszet halmazán keresztül szerezhetünk értékes információkat. Minimális metszetnek az elemi események azon halmazát nevezzük, mely elemi események együttes bekövetkezésekor a csúcsesemény bekövetkezik, de amelyek közül bármelyik esemény be nem következésekor a csúcsesemény sem következik be. A minimális metszetekhez hozzárendelhetjük a bennük szereplő elemi események bekövetkezési valószínűségének szorzatát. Ekkor a minimális metszeteket érték szerint sorba rendezve megállapíthatjuk, hogy elsősorban melyik elemi események felelősek a csúcsesemény bekövetkezéséért.

A minimális metszetek további elemzésével megállapítható, hogy minimálisan hány hiba szükséges a csúcsesemény bekövetkezéséhez. Ez azért fontos jellemző, mert sok esetben a rendszerekkel szembeni meghibásodási valószínűségi követelményeket kiegészítik azzal, hogy a rendszer legyen legalább egyszeresen hibátűrő, vagyis egy hiba, bármilyen kis valószínűséggel is következne be, ne okozhassa a rendszer hibás reakcióját.

Ahogy a továbbiakban látni fogjuk, a hibafa-elemzés legfontosabb feladata a cut és path halmazok meghatározása. Cut halmaznak az elemi (kiindulási, iniciátor) események azon halmazát nevezzük, amelyek mindegyikének bekövetkezése esetén a csúcsesemény is bekövetkezik (nyilván itt minden esetben meghibásodás következik be, hiszen mint említettük az FTA a meghibásodási tartományon operál). Minimális cut halmaznak azt a cut halmazt nevezzük, amely a lehető legkevesebb elemi eseményt tartalmazza. Ezzel szemben a path halmaz azon elemi események egy csoportját jelöli, melyek közül ha egyik sem következik be, akkor az garantálja, hogy a csúcsesemény sem következik be.

FTA-t különösen olyan rendszerekben alkalmaznak, melyeknél magas a komoly baleseti kockázattal járó események, tevékenységek száma. Ez a technika általánosan használható baleseti események azonosítására, azok rangsorolására, és a potenciális baleseti okok beazonosítására. FTA-t általában a projektek tervezési-fejlesztési fázisában használnak, de néha a gyártás-integráció-teszt-értékelés fázisban is helyet kap.

Hibafa elemzés során tipikusan az alábbi feladatokat végezzük el, melyekre a tanulmány további részében részletesen kitérünk.

1. Hibafa generálás
2. Meghibásodási valószínűségek meghatározása
3. Cut halmazok azonosítása és kiértékelése
4. Path halmazok azonosítása

V.3.1.4.3 Hibafa generálás

http://moodle.autolab.uni-pannon.hu/Mecha_tananyag/biztonsagkritikus_rendszerek/ch06.html









A hibafa-elemzés első lépése a vizsgált rendszer megismerése. Ahhoz, hogy a hibafát felépítsük, előbb pontosan meg kell ismernünk a rendszer működését és azt, hogy a rendszeren belül az egyes elemek miként hibásodhatnak meg. Amennyiben csak korlátozott mennyiségű információ áll rendelkezésre a vizsgált rendszerről, akkor szükség lehet arra, hogy meghibásodásmód és -hatás elemzéssel feltárjuk az összes lehetséges meghibásodást a rendszeren belül. Bármilyen megbízhatósági számítás megkezdése előtt definiálni kell azt az eseményt, amelynek szempontjából számoljuk a rendelkezésre állást (vagy rendelkezésre nem állást) és a meghibásodási gyakoriságot. Ez azért fontos, mert egy rendszer többféle funkciót valósíthat meg, és a különböző funkciók szempontjából más-más paraméterekkel rendelkezhet. A hibafa-analízisnél a definiált esemény valamilyen hibás működést, vagy a működés elmaradását jelenti. Ezt a definiált eseményt nevezik csúcseseménynek (TOP event). Analízisünk során keressük azokat az ún. elemi eseményeket (Basic event), melyek bekövetkezésekor (esetleg más elemi események bekövetkezésétől függően) a csúcsesemény bekövetkezik. Elemi eseményen olyan eseményeket értünk, melyek bekövetkezési valószínűségéről valamilyen információval rendelkezünk. Fontos az elemi események kapcsolatának helyes felírása, mert ez alapjaiban befolyásolja a számítások eredményét.

A hibafa könnyebb felépítése érdekében definiálhatunk közbenső eseményeket (Intermediate event) is. A közbenső esemény olyan esemény, amely bekövetkezési valószínűsége nem áll rendelkezésre, azt elemi eseményekből számoljuk ki, de ezen közbenső esemény a csúcsesemény szempontjából az elemi eseményekkel azonos módon kezelendő. Közbenső események definiálásával hierarchikus hibafa-rendszert alakíthatunk ki.

A hibafa felépítésekor az események okait az adott rendszer folyamatábráján visszafelé, az eseménytől az ok irányába haladva nyomozzuk ki (deduktív analízis). Minden egyes lépésben veszünk egy okozatot, és keresünk hozzá egy vagy több eseményt (kiváltó okot), amely lehet elemi esemény, vagy közbenső esemény, amelyet a későbbiekben tovább bontunk. (Megjegyzendő, hogy már a hibafa felépítése is igen hasznos segítséget nyújthat: rákényszeríti és rávezeti az analízist végzőt, hogy vegye számba az összes eseményt, amelyek a csúcseseményhez vezethetnek.)

Az események (elemi és közbenső események) között logikai kapcsolatokat definiálunk ún. logikai kapukkal, melyek az összekapcsolt események együttes hatását definiálják a feljebb szinten álló esemény részére. A legtöbb hibafa felépíthető 4 szimbólum segítségével, ami a 2 alap logikai kaput az ÉS-t, és a VAGY-ot, valamint csúcs-, vagy közbenső eseményt és elemi eseményt reprezentáló szimbólumokat foglalja magában. A használható szimbólumok teljes listáját az alábbi táblázat tartalmazza.

HIBAFEA FELÉPÍTÉSÉHEZ HASZNÁLHATÓ SZIMBÓLUMOK ÉS AZOK LEÍRÁSA.

	Esemény (csúcs-, vagy közbenső)	Csúcsesemény: a hibás működést, vagy a működés elmaradását reprezentáló esemény, melynek bekövetkezési valószínűségét az analízis során az alsóbb szinten lévő elemek együttes hatásából számoljuk ki. Közbenső esemény: olyan esemény, amely bekövetkezési valószínűsége nem áll rendelkezésre, azt elemi eseményekből számoljuk ki
	VAGY kapu	Az események közül bármelyik bekövetkezése elégséges a következő szint eseményének (esetleg a csúcseseménynek) a bekövetkezéséhez.
	Kizáró VAGY kapu	Csak abban az esetben következik be a következő szint eseménye, ha a bemeneti események közül pontosan egy következett be.
	Kölcsönösen kizáró VAGY kapu	Akkor ad kimenetet, ha egy vagy több, előre meghatározott esemény bekövetkezik, és a többi esemény nem.
	ÉS kapu	Az események együttes bekövetkezése szükséges a következő szint eseményének (esetleg a csúcseseménynek) a bekövetkezéséhez.
	Prioritásos ÉS kapu	Az összes bemeneti esemény adott sorrendben történő együttes bekövetkezése szükséges a következő szint eseményének a bekövetkezéséhez. 
	TILTÓ kapu	A feljebb szinten lévő esemény csak akkor következik be, ha az egyetlen bemeneti eseménye bekövetkezik és egy engedélyező feltétel is teljesül.
	Elemi esemény	Olyan esemény, melynek bekövetkezési valószínűségéről valamilyen információval rendelkezünk, így nem szükséges tovább bontatnunk. Levélnek, vagy iniciátornak is nevezik.

Természetesen további logikai kapcsolatok definiálhatóak az előbb felsorolt kapuk segítségével.

A hibafa felépítése olyan folyamat, amely az elemzést végző tapasztaltságától és preferenciáitól függően sokféleképpen végre hajtható. A hibafa felépítése során elkövethető hibák megelőzése érdekében és az elemzést végzők munkájának támogatására több általános szabályt kidolgoztak a kutatók. A szabályok betartásával felépített hibafa helyes és könnyen érthető lesz.

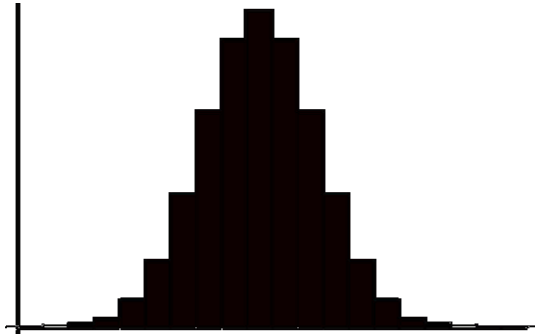
E szabályok lényege a következő:

1. szabály: A csúcsesemény helyes meghatározása: A hibafa csúcseseményét egyértelműen kell meghatározni és az a rendszernek csak és kizárólag egy üzemmódját és egy meghatározott hibaállapotát jelölje.
2. szabály: A felépítés iránya: fentről lefelé: A hibafát mindig fentről lefelé haladva kell felépíteni. A csúcseseménnyel kezdünk, majd az alacsonyabb rendszerszintek felé haladva addig bontjuk tovább a rendszert, amíg elérjük az alapeseményeket.
3. szabály: A hibaforrás irányába való következetes haladás: A csúcseseményből kiindulva minden ág kidolgozásakor szigorú következetességgel kell haladni a hibaforrás irányába. Ez mindig igaz, legyen szó akár elektromos, hidraulikus vagy pneumatikus irányítástechnikai folyamatokról. A munka során mindig újabb és újabb irányítástechnikai kapcsolatokra, folyamatokra bukkanunk. Ekkor minden egyes rendszerelem hibát figyelembe kell venni. E szabály betartásával a tévesztés valószínűsége a lehető legkisebbre csökkenthető és a rendszerelemek figyelembe vétele a helyes sorrendben történik meg.
4. szabály: A kapuk teljes körű meghatározása: A kapu összes bemenő eseményét teljes körűen fel kell tárni még azelőtt, hogy az események további elemzéséhez hozzáfogunk.
5. szabály: Nincsenek kapu-kapu kapcsolatok: A kapu bemenetek mindig pontosan meghatározott hibaesemények, ezért a kapukat más kapukkal közvetlenül összekapcsolni nem szabad.
6. szabály: Nincsenek csodák: A rendszer elemzése során esetleg azt találjuk, hogy egy adott hibaesemény-sor hatásának továbbterjedése egy másik rendszerelem valamiféle rendkívüli, teljesen váratlan meghibásodása folytán megszakad. Például nem engedhető meg az a feltételezés, hogy egy szivattyú nyomóvezetékébe beépített visszacsapó szelep „meghibásodás miatt nem nyit”, miután a szivattyú nem megfelelően működött. A helyes feltételezés az, hogy a rendszerelem megfelelően működik, és így lehetővé teszi a vizsgált hibaesemény-sor hatásának továbbterjedését. Ugyanakkor, ha egy rendszerelem normális működése egy hibaesemény-sor hatásának továbbterjedését akadályozza, akkor a normális működés helyett szükségképpen meghibásodásoknak kell bekövetkezniük ahhoz, hogy a szóban forgó hibaesemény-sor az adott hibafaágon továbbhaladhasson.
7. szabály: Az elemzés szükséges részletessége: Általában kijelenthető, hogy az elemzés részletessége akkor elégséges mértékű, ha az adott eseményhez tartozó meghibásodási adatok rendelkezésre állnak, vagy ha az adott esemény bekövetkezési valószínűsége elhanyagolható nagyságú a többi esemény bekövetkezési valószínűségéhez képest.

V.3.1.4.4 Meghibásodási valószínűségek számítása

Binomiális eloszlás

A diszkrét binomiális eloszlás függvényt olyan esetekben használjuk, amikor egy eset kimenetele kétesélyes: sikeres vagy sikertelen, az egyes esetek egymástól teljes mértékben függetlenek, és amikor az



eredmény valószínűsége az egész kísérlet alatt állandó.

A binomiális eloszlás kiszámítása a következő képlet alapján történik:

$$P(\xi = k) = \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k}$$

ahol

k : a sikeres kísérletek száma ($k = 0, 1, \dots, n$)

n : a független kísérletek száma

p : a siker valószínűsége az egyes kísérletek esetén ($0 < p < 1$)

Az eloszlásfüggvény:

$$F_{\xi}(x) \left[: \sum_{x_k < x} P(\xi = x_k) \right] = \sum_{k=0}^{x-1} \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k}$$

A várható érték:

$$M(\xi) \left[: \sum_{k=0}^{\infty} x_k p_k \right] = np$$

A szórásnégyzet (variancia):

$$D^2(\xi) \left[: = M((\xi - M(\xi))^2) \right] = np(1-p)$$

A módusz (az eloszlás csúcsa):

$$Mo(\xi) = \begin{cases} np + p - 1 \text{ és } np + p, & \text{ha } np + p \text{ egész szám} \\ np + p, & \text{ha } np + p \text{ nem egész} \\ \text{szám} & \end{cases}$$

Megjegyzések:

$$1. \quad \binom{n}{k} := \frac{n!}{k!(n-k)!} = \frac{1 \cdot 2 \cdot \dots \cdot n}{(1 \cdot 2 \cdot \dots \cdot k) \cdot (1 \cdot 2 \cdot \dots \cdot [n-k])}$$

2. Addíciós tétel: Ha ξ_1 és ξ_2 (n_1, p), illetőleg (n_2, p) paraméterű binomiális eloszlású valószínűségi változó, akkor a $\zeta = \xi_1 + \xi_2$ valószínűségi változó ($n_1 + n_2, p$) paraméterű binomiális eloszlású.

3. Határeloszlás (1): Ha a ξ valószínűségi változó eloszlása egy (n, p) paraméterű binomiális eloszlás, akkor a $p \leq 0,1$ és az $n \geq 20$ feltétel-együttes teljesülése esetén a ξ valószínűség-eloszlása egy (np) paraméterű Poisson-eloszlással közelíthető. Ennek az a gyakorlati jelentősége, hogy sok műszaki vagy gazdasági természetű valószínűség-számítási feladatban nagy elemszám esetén a nehézkesen kezelhető binomiális eloszlás helyett Poisson-eloszlással számolhatunk, mert az ebből adódó hiba elenyészően kicsiny.

4. Határeloszlás (2): Ha a ξ valószínűségi változó eloszlása egy (n, p) paraméterű binomiális eloszlás, akkor $np(1-p) \geq 6$ feltétel teljesülése esetén a ξ valószínűség-eloszlása egy (np, σ) paraméterű normális eloszlással közelíthető.



Egyenletes eloszlás

Az egyenletes eloszlás sűrűségfüggvénye:

$$f(x) := \begin{cases} \frac{1}{b-a}, & \text{ha } x \in (a, b) \\ 0, & \text{ha } \end{cases}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} x \notin (a, b) \end{array} \right.$$

ahol

a : az x-ek intervallumának alsó határa

b : az x-ek intervallumának felső határa (a < b)

Az eloszlásfüggvény:

$$F_{\xi}(x) \left[:= \int_{-\infty}^x f(t) dt \right] = \left\{ \begin{array}{ll} 0, & \text{ha } x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & \text{ha } a < x < b \\ 1, & \text{ha } x \geq b \end{array} \right.$$

A várható érték:

$$M(\xi) \left[:= \int_{-\infty}^{\infty} x \cdot f(x) dx \right] = \frac{a+b}{2}$$

A szórásnégyzet (variancia):

$$D^2(\xi) \left[:= M((\xi - M(\xi))^2) \right] = \frac{(b-a)^2}{12}$$

A medián (az eloszlás középpontja; $\gamma = 0,5$ értékhez tartozó kvantilis; 50 %-os működési idő):

$$Me(\xi) \left[: F_{\xi}(x) = 0,5 \rightarrow x \right] = \frac{a+b}{2}$$

A meghibásodási ráta függvény:

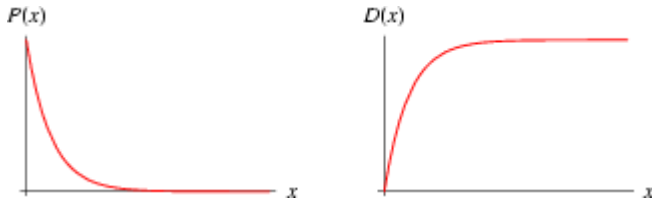
$$\lambda(t) \left[:= \frac{f(t)}{1-F(t)} \right] = \left\{ \begin{array}{ll} 0, & \text{ha } t \leq a \\ \frac{1}{b-x}, & \text{ha } a < t < b \\ (-), & \text{ha } t \geq b \end{array} \right.$$

ahol t : a ξ valószínűségi változó által felvett érték (idő).

$a < t < b$: $\lambda(t) = [\text{monoton nő}]$

Exponenciális eloszlás

Az exponenciális eloszlás függvénnyel az események között eltelt idő modellezhető (például egy bankjegykiadó automata a kéréstől számítva mennyi idő múlva adja ki a pénzt). Használható például annak meghatározására, hogy mennyi a valószínűsége annak, hogy a végrehajtási idő pontosan egy percig tart.



Az exponenciális eloszlást a gyakorlatban legtöbbször élettartam-vizsgálatoknál használják, pontosabban fogalmazva, exponenciális eloszlás olyan élettartam-vizsgálatoknál lép fel, amelyekre teljesül az a feltétel, hogy ha a vizsgálandó egyed élettartama valamely időpontig nem ért véget, akkor a további vizsgálat szempontjából úgy tekinthető, mintha az illető időpont az egyed élettartamának kezdeti időpontja lenne. Ez az eset áll fenn pl. akkor, ha egy készülék olyan alkatrészéről van szó, amelyek tönkremenetelét (általában) nem fokozatos elhasználódás, hanem véletlenszerűen bekövetkező törés okozza.

Az exponenciális eloszlás sűrűségfüggvénye:

$$f(x) := \begin{cases} 0, & \text{ha } x \leq 0 \\ \lambda e^{-\lambda x}, & \text{ha } x > 0 \end{cases}$$

ahol

λ : az eloszlás paramétere ($\lambda > 0$)

Az eloszlásfüggvény:

$$F_{\xi}(x) \left[:= \int_{-\infty}^x f(t) dt \right] = \begin{cases} 0, & \text{ha } x \leq 0 \\ 1 - e^{-\lambda x}, & \text{ha } x > 0 \end{cases}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} x \leq 0 \\ 1 - e^{-\lambda x}, \text{ ha } x > 0 \end{array} \right.$$

A várható érték:

$$M(\xi) \left[:= \int_{-\infty}^{\infty} x \cdot f(x) dx \right] = \frac{1}{\lambda}$$

A szórásnégyzet (variancia):

$$D^2(\xi) \left[:= M((\xi - M(\xi))^2) \right] = \frac{1}{\lambda^2}$$

A medián (az eloszlás középpontja; $\gamma = 0,5$ értékhez tartozó kvantilis; 50 %-os működési idő):

$$Me(\xi) \left[: F_{\xi}(x) = 0,5 \rightarrow x \right] = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

A meghibásodási ráta függvény:

$$\lambda(t) \left[:= \frac{f_{(t)}}{1 - F_{(t)}} \right] = \lambda,$$

ahol t : a ξ valószínűségi változó által felvett érték (idő).

$\lambda(t) = [\text{állandó}]$

Megjegyzések:

1. A megbízhatósági gyakorlatban előfordul az az eset, amikor a termék meghibásodása pozitív valószínűséggel csak valamilyen $c > 0$ működési idő után fordul elő, ekkor a meghibásodási valószínűség eloszlásfüggvénye $[F(t)]$ a következő alakú („eltolódott exponenciális eloszlásfüggvény”):

$$F(t) := \left\{ \begin{array}{l} 0, \\ 1 - e^{-\lambda(t-c)}, \text{ ha } t > 0 \end{array} \right.$$

A c -t helyzet paraméternek szokás nevezni.

Hipergeometriai eloszlás

A hipergeometriai eloszlás megadott számú sikeres minta kivételének valószínűségét adja eredményül, ha adott a minta mérete, a sikeres mintavételek száma a sokaságra vonatkoztatva, valamint a sokaság mérete. A hipergeometriai véges statisztikai sokaság esetében használható olyan problémákra, ahol

minden egyes kísérlet sikeres vagy sikertelen eredményt ad, és ahol az egyes adott méretű részhalmazok kiválasztásának azonos a valószínűsége.

A hipergeometriai függvényt visszatétel nélküli mintavételnél használjuk.

A hipergeometriai eloszlás kiszámítása a következő képlet alapján történik:

$$P(\xi = k) = \frac{\binom{M}{k} \binom{N-M}{n-k}}{\binom{N}{n}}$$

ahol

k : a mintabeli sikeres kísérletek száma ($k = 0, 1, \dots, n$)

n : a minta mérete

M : a statisztikai sokaságbeli sikeres kísérletek száma

N : a statisztikai sokaság mérete ($n \leq M$ és $n \leq N-M$)

Az eloszlásfüggvény:

$$F_{\xi}(x) \left[: \sum_{x_k < x} P(\xi = x_k) \right] = \sum_{k=0}^{x-1} \frac{\binom{M}{k} \binom{N-M}{n-k}}{\binom{N}{n}}$$

A várható érték:

$$M(\xi) \left[: \sum_{k=0}^{\infty} x_k p_k \right] = n \cdot \frac{M}{N}$$

A szórásnégyzet (variancia):

$$D^2(\xi) \left[: = M((\xi - M(\xi))^2) \right] = n \cdot \frac{M}{N} \cdot \frac{N-M}{N} \cdot \frac{N-n}{N-1}$$

Megjegyzések:

1. A hipergeometriai eloszlásnak határeloszlása a binomiális eloszlás:

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \frac{\binom{Np}{k} \binom{N(1-p)}{n-k}}{\binom{N}{n}} = \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k},$$

ahol n és k rögzített egész számok, mégpedig $0 \leq k \leq n$;

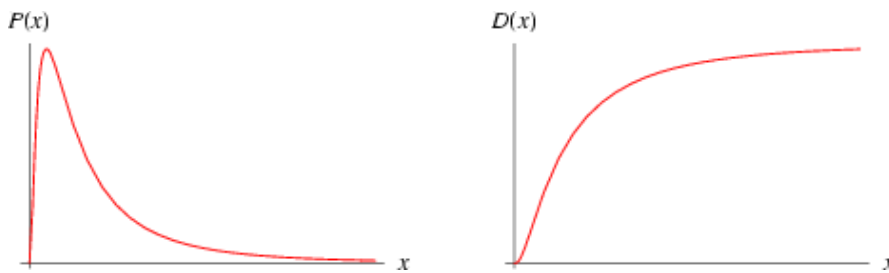
p racionális szám, mégpedig $0 < p < 1$;

N és N_p pozitív egész szám;

azaz, ha egy hipergeometriai eloszlású ξ valószínűségi változó értékészletét és p paraméterét – és ezzel együtt várható értékét – változatlanul hagyva az N paramétert minden határon túl növeljük, akkor a ξ eloszlása az ugyanolyan értékészletű és p paraméterű – és ezzel együtt várható értékű – binomiális eloszláshoz tart.

Logaritmiko-normális eloszlás

Az x lognormális eloszlásfüggvényének értékét számítja ki, ahol $\ln(x)$ paramétereinek középértéke és szórása normális eloszlású. A függvény logaritmikusan transzformált adatok elemzésére használható.



A sűrűségfüggvény:

$$f(x) := \begin{cases} 0, & \text{ha } x \leq 0 \\ \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{\{\ln(x) - m\}^2}{2\sigma^2}\right], & \text{ha } x > 0 \end{cases}$$

ahol

m : az eloszlás paramétere ($m > 0$)

σ : az eloszlás paramétere ($\sigma > 0$)

$$\text{A hibátényező (EF): } \sqrt{\frac{X_{0,95}}{X_{0,05}}} = e^{1,645\sigma}$$

Az eloszlásfüggvény:

$$F_{\xi}(x) [: = \int_{-\infty}^x f(t) dt] = \begin{cases} 0, & \text{ha } x \leq 0 \\ \frac{1}{2} \left[1 + \operatorname{erf}\left(\frac{\ln x - m}{\sigma\sqrt{2}}\right) \right], & \text{ha } x > 0 \end{cases}$$

ahol

$$\operatorname{erf}(z) := \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^z e^{-t^2} dt \quad (\text{hibafüggvény})$$

A várható érték: $M(\xi) [:= \int_{-\infty}^{\infty} x \cdot f(x) dx] = e^{m+0,5\sigma^2}$

A szórásnégyzet (variancia): $D^2(\xi) [:= M((\xi - M(\xi))^2)] = e^{2m+\sigma^2} \cdot e^{\sigma^2-1}$

A medián (az eloszlás középpontja; $\gamma = 0,5$ értékhez tartozó kvantilis; 50 %-os működési idő):

$$\operatorname{Me}(\xi) [: F_{\xi}(x) = 0,5 \rightarrow x] = e^m$$

A meghibásodási ráta függvény: $\lambda(t) [:= \frac{f(t)}{1-F(t)}] = (\dots),$

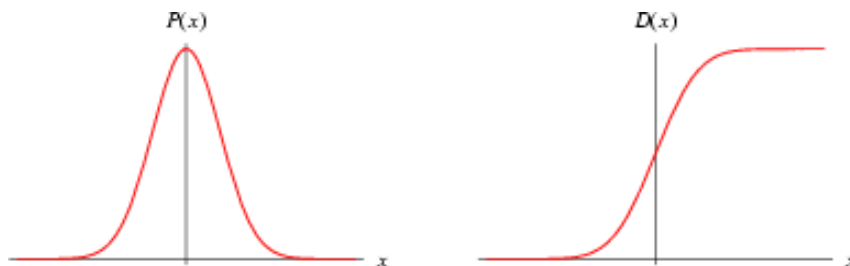
ahol t : a ξ valószínűségi változó által felvett érték (idő).

$t < Mo$: $\lambda(t)$ = [monoton nő]

$Mo < t$: $\lambda(t)$ = [monoton csökken]

Normális eloszlás

A függvény megadott várható értéknél és szórásnál a normális eloszlásfüggvényt számítja ki. A függvény felhasználása a statisztikában széles körű, beleértve a hipotézis-vizsgálatot.



Normális eloszlást tapasztalunk minden olyan véletlen tömegjelenségnél, amelynek kimenetele sok véletlen tényezőtől függ, és mindegyik tényező önmagában csak csekély mértékben hat; ez az eset áll fenn például mérési eredmények hibáinál vagy az elhasználódási életszakaszban lévő alkatrészek meghibásodásánál.

A normális eloszlás sűrűségfüggvénye:

$$f(x) := \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}\right]$$

ahol

m : az eloszlás paramétere; a várható érték (m valós szám)

σ : az eloszlás paramétere; a szórás ($\sigma > 0$)

$m = 0$ és $\sigma = 1$: standard normális eloszlás

Az eloszlásfüggvény:

$$F_{\xi}(x) [:= \int_{-\infty}^x f(t) dt] = \frac{1}{2} \left[1 + \operatorname{erf}\left(\frac{x-m}{\sigma\sqrt{2}}\right) \right],$$

ahol

$$\operatorname{erf}(z) := \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^z e^{-t^2} dt \quad (\text{hibafüggvény})$$

A várható érték:

$$M(\xi) [:= \int_{-\infty}^{\infty} x \cdot f(x) dx] = m$$

A szórásnégyzet (variancia):

$$D^2(\xi) [:= M((\xi - M(\xi))^2)] = \sigma^2$$

A medián (az eloszlás középpontja; $\gamma = 0,5$ értékhez tartozó kvantilis; 50 %-os működési idő):

$$\operatorname{Me}(\xi) [: F_{\xi}(x) = 0,5 \rightarrow x] = m$$

A módusz (az eloszlás csúcsa):

$$\operatorname{Mo}(\xi) [: f'(x) = 0 \text{ (és } f''(x) < 0) \rightarrow x] = m$$

A meghibásodási ráta függvény: $\lambda(t) [:= \frac{f(t)}{1-F(t)}] = (\dots),$

ahol t : a ξ valószínűségi változó által felvett érték (idő).

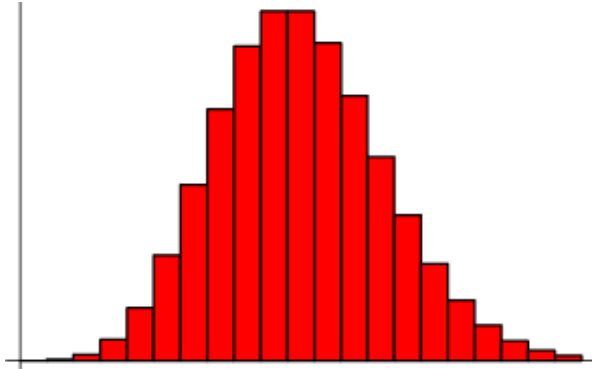
$\lambda(t) = [\text{monoton nő}]$

Megjegyzések:

1. Addíciós tétel: Ha ξ_1 és ξ_2 (m_1, σ_1^2), illetve (m_2, σ_2^2) paraméterű normális eloszlású valószínűségi változó, akkor a $\zeta = \xi_1 + \xi_2$ valószínűségi változó ($m_1 + m_2, \sigma_1^2 + \sigma_2^2$) paraméterű normális eloszlású. (Tetszőleges számú normális eloszlású valószínűségi változó összege is normális eloszlású.)

Poisson-eloszlás

A Poisson-eloszlás a véletlen pontelhelyezési problémák jellemző eloszlása. Ilyen problémák: bizonyos idő alatt kiszolgálásra jelentkezők száma valamely tömegkiszolgálási helyen, vizsgálandó sejtek száma a mikroszkóp látómezejében, csillagok száma a tér adott térfogatú részében, stb.



A Poisson-eloszlás annak a valószínűségét fejezi ki, hogy a véletlenül bekövetkező események száma pontosan k lesz:

$$P(\xi = k) = \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda}$$

ahol

k : az események száma

λ : a várható érték

A Poisson-eloszlás eloszlásfüggvénye annak a valószínűségét adja meg, hogy a véletlenül bekövetkező események száma nulla és x (x -et bele nem értve) közé fog esni.

$$F_{\xi}(x) \left[: \sum_{x_k < x} P(\xi = x_k) \right] = \sum_{k=0}^{x-1} \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda}$$

A várható érték:

$$M(\xi) \left[: \sum_{k=0}^{\infty} x_k P_k \right] = \lambda$$

A szórásnégyzet (variancia):

$$D^2(\xi) \left[: = M((\xi - M(\xi))^2) \right] = \lambda$$

A módusz (az eloszlás csúcsa):

$$Mo(\xi) = \begin{cases} \lambda - 1 \text{ és } \lambda, & \text{ha } \lambda \text{ egész szám} \\ \lambda, & \text{ha } \lambda \text{ nem} \\ & \text{egész szám} \end{cases}$$

Megjegyzések:

1. Addíciós tétel: Ha ξ_1 és ξ_2 (λ_1), illetve (λ_2) paraméterű Poisson-eloszlású valószínűségi változó, akkor a $\zeta = \xi_1 + \xi_2$ valószínűségi változó ($\lambda_1 + \lambda_2$) paraméterű Poisson-eloszlású.
2. Határeloszlás: Ha a ξ valószínűségi változó eloszlása egy (λ) paraméterű Poisson-eloszlás, akkor $n \geq 20$ feltétel teljesülése esetén a ξ valószínűség-eloszlása egy (λ ,) paraméterű normális eloszlással közelíthető.

Tervezés biztonságra és megbízhatóságra

http://moodle.autolab.uni-pannon.hu/Mecha_tananyag/biztonsagkritikus_rendszerek/ch10.html

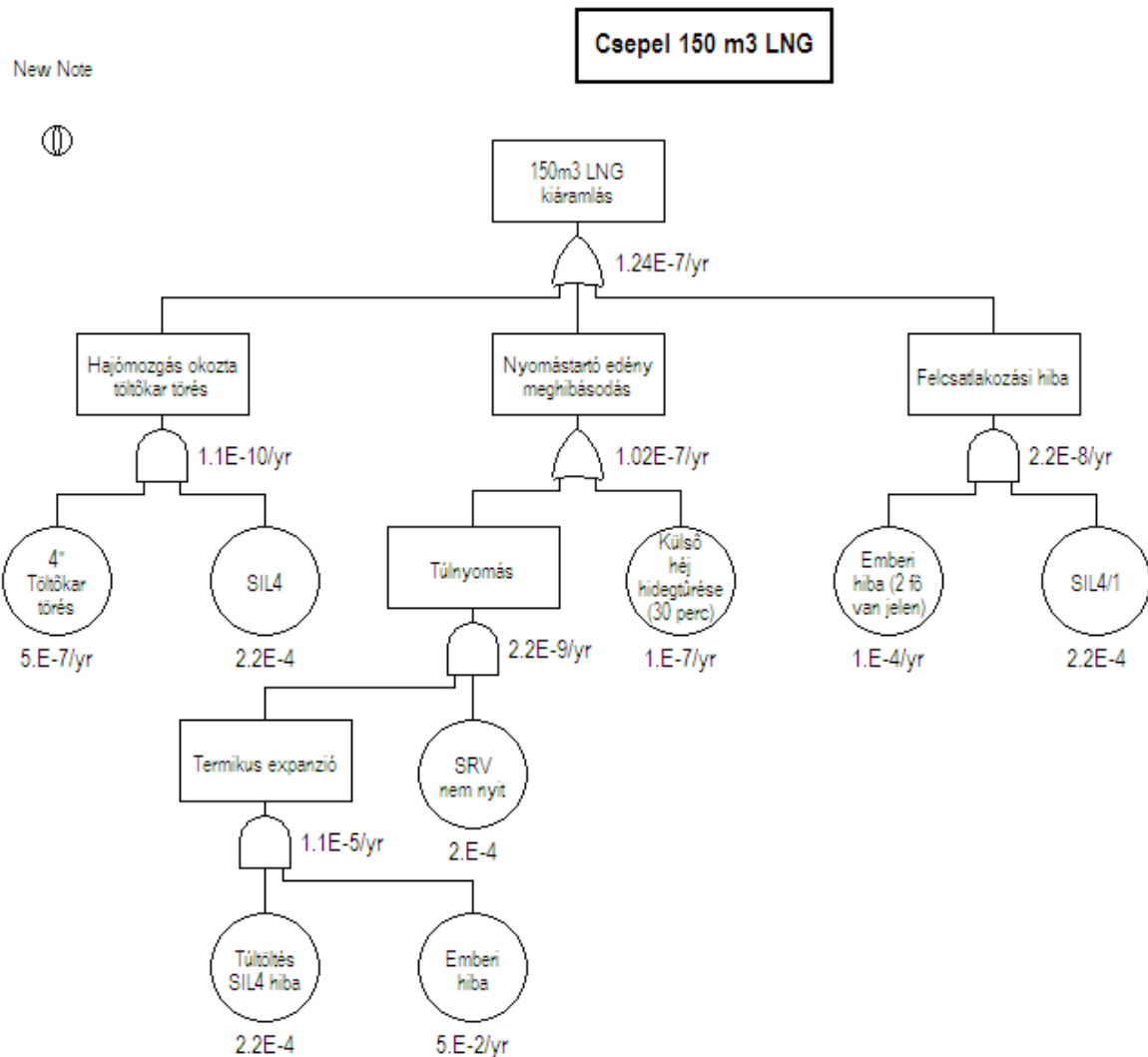
A megbízhatóságra való tervezés egy szisztematikus és multidiszciplináris megközelítés, amely a korai koncepció kialakítása során játszik alapvetően fontos szerepet. Cél, hogy jelentősen csökkentsük a potenciális hibaokok felbukkanását – amelyek kialakulásukkal hibaláncolathoz vezethetnek – és növeljük a termék hasznos élettartamát.

A megbízhatóság-menedzsment kölcsönös kapcsolat kialakítását segíti elő a termék életciklus-szakaszai és a termékhez kapcsolódó rendszer életciklus folyamatai között. A termék életciklus-szakaszait az ellátandó feladatokhoz (funkciókhoz) illesztik. A termék életciklus-szakaszai a következők: a termék koncepciójának kialakítása, tervezés és fejlesztés, gyártás, üzemeltetés, karbantartás és selejtezés. Ezekhez a szakaszokhoz kapcsolják és ezekbe a szakaszokba építik be a rendszer megbízhatósági programjának feladatait, amelyek felölelik többek között a beszerzést, a szállítást, a tervezést és szabályozást (ellenőrzést), az értékelést.

A koncepció fázisában végrehajtott vizsgálatok és alkalmazott módszerek csökkentik a műszaki kockázatot a termékfejlesztés során és jobb minőségű termék előállítását teszik lehetővé kevesebb tervezési, gyártási és kiegészítő költséggel. Előfordul, hogy programhibának titulálnak elégtelen analízist, de ez inkább a még szükséges és ajánlott elemzések kiválasztására és az olyan fogalmak tisztázására világít rá, mint a legrosszabb eset vizsgálata.

A vezetés által meghatározott elemzések mélysége mindig opcionális, amelyhez azonban előfordulhat, hogy a fejlesztőnek nem megfelelő eszközök állnak rendelkezésére, sőt, a végrehajtást sem feltétlenül ő végzi, hanem csupán támogató funkcióként jelenik meg a vizsgálat az elemzés során. A megbízhatósági vizsgálat felelősség, amelyet pontosan tisztázni kell és részt vesz benne a fejlesztő. Egy koncepció, amely nem felelt meg minden vizsgálatnak és tesztnek nem tekinthető megfelelőnek és nem hozható forgalomba. Bár bizonyos vizsgálatok (pl.: hő, hibamód és -hatás, logisztikai, gyárthatósági elemzés) további mérnökök bevonását igénylik, a végső kialakítás alacsonyán tartott költségét – egyre később felfedezett hibák esetén – többszörösen fizeti meg a gyártó.

V.3.1.5 LNG SS Terminál Hibafa (FLT) vizsgálata



;;; This file was created by FaultrEASE Version 2.0
 ;;; the fault tree graphing and editing program
 ;;; by Gregory C. Wilcox.
 ;;; For technical assistance, please call (617) 498-5476
 ;;; or send email to wilcox.g@adlittle.com
 ;;; For current information, see our World Wide Web page at
 ;;; <http://www.adlittle.com> - keyword 'RiskWorks'
 ;;; FaultrEASE is copyright 1996 by:
 ;;;
 ;;; Arthur D. Little, Inc.
 ;;; Acorn Park
 ;;; Cambridge, MA 02140-2390

Event	Frequency or Probability	Source/Discussion
NIL 4" Töltőkar törés	5.00 x 10 ⁻⁷ /yr	
NIL SIL4	2.20 x 10 ⁻⁴	
NIL Túltöltés SIL4 hiba	2.20 x 10 ⁻⁴	
NIL Emberi hiba	5.00 x 10 ⁻² /yr	
NIL SRV nem nyit	2.00 x 10 ⁻⁴	
NIL Emberi hiba (2 fő van jelen)	1.00 x 10 ⁻⁴ /yr	
NIL SIL4/1	2.20 x 10 ⁻⁴	

NIL Külső héj hidegtűrése $1.00 \times 10^{-7}/\text{yr}$
(30 perc)

Cut sets, sorted by size:

Events are compared by: LABEL

Cut set number 1 (1 event)

Statistic type = FREQUENCY

Statistic = $1.0\text{E-}7/\text{yr}$

Type	Reference	Label
CIRCLE	NIL	Külső héj hidegtűrése (30 perc)

Cut set number 2 (2 events)

Statistic type = FREQUENCY

Statistic = $2.2\text{E-}8/\text{yr}$

Type	Reference	Label
CIRCLE	NIL	SIL4/1
CIRCLE	NIL	Emberi hiba (2 fő van jelen)

Cut set number 3 (2 events)

Statistic type = FREQUENCY

Statistic = $1.1\text{E-}10/\text{yr}$

Type	Reference	Label
CIRCLE	NIL	SIL4
CIRCLE	NIL	4" Töltőkar törés

Cut set number 4 (3 events)

Statistic type = FREQUENCY

Statistic = $2.2\text{E-}9/\text{yr}$

Type	Reference	Label
CIRCLE	NIL	Emberi hiba

CIRCLE NIL Töltés SIL4 hiba

CIRCLE NIL SRV nem nyit

<End of report>