



BELÜGYMINISZTERIUM
ORSZÁGOS KATASZTRÓFAVÉDELMI FŐIGAZGATÓSÁG

**Hatósági és mérnöki megközelítés a
veszélyes anyagok és technológiák
biztonságában**

DR. VASS GYULA tű. ezredes, főosztályvezető
BM OKF Veszélyes Üzemek Főosztály

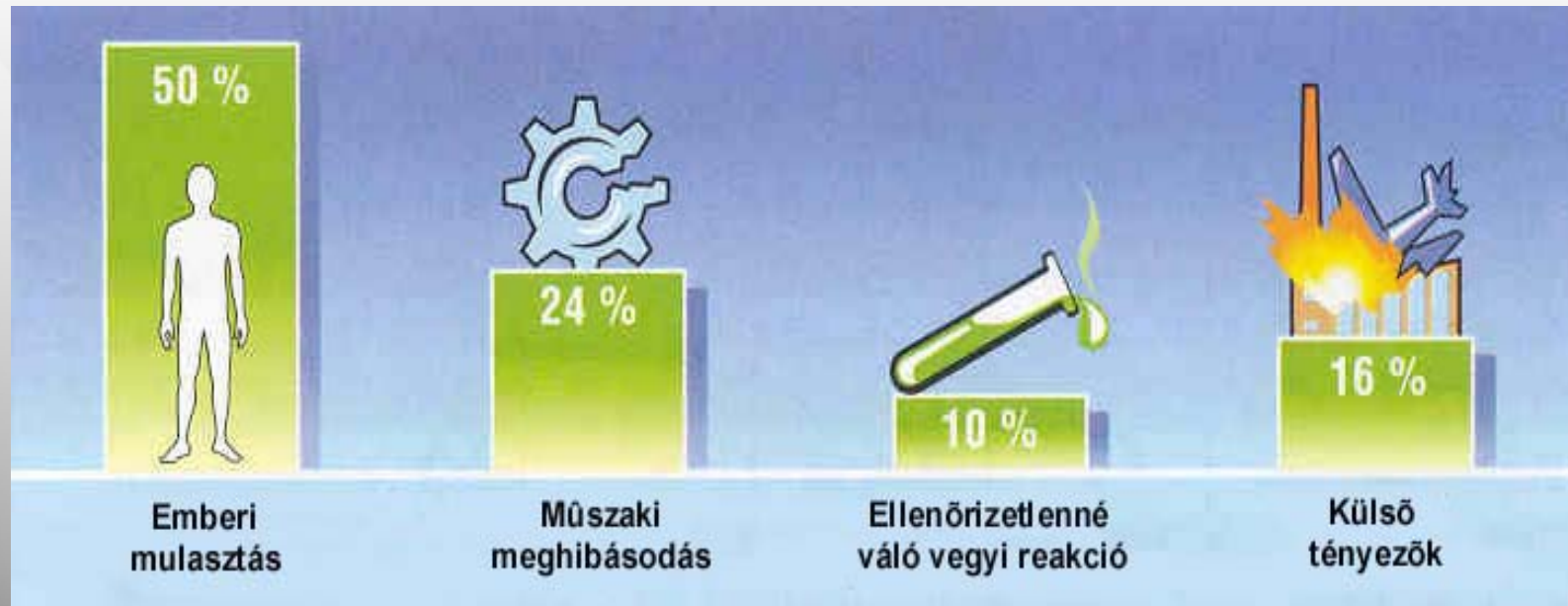
20 ÉVES A VÉDELEM-KATASZTRÓFAVÉDELMI SZEMLE
Jubileumi szakmai-tudományos konferencia
Budapest, 2013. február 14.

ELŐADÁS TARTALMA

- I. Súlyos ipari balesetek következményei és hatásai
- II. Jogi szabályozás követelményei
- III. Veszélyes ipari üzem által okozott veszélyeztetettség értékelési folyamatának bemutatása

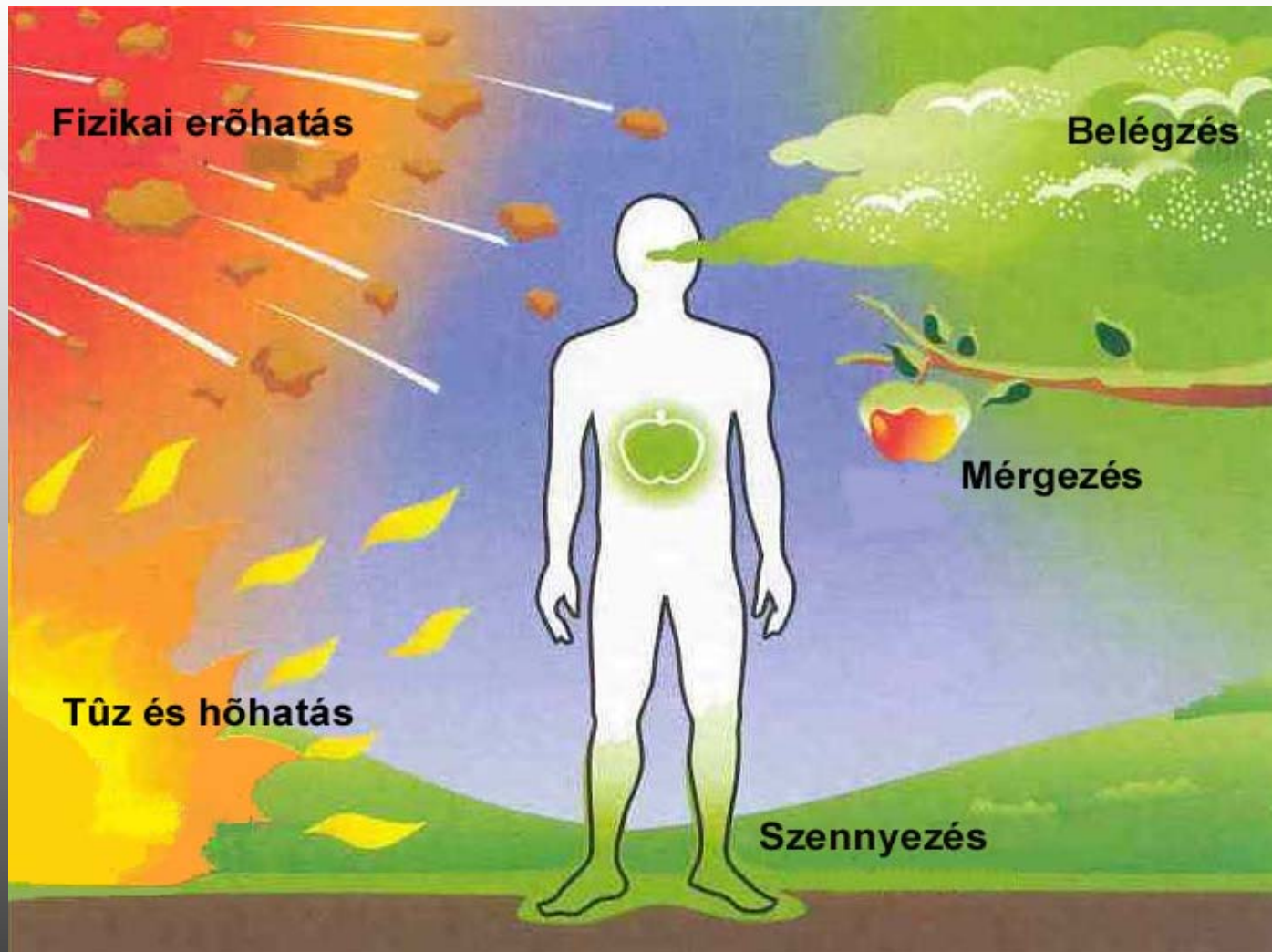
I. Súlyos ipari balesetek következményei és hatásai

A súlyos ipari balesetek kialakulásának okai



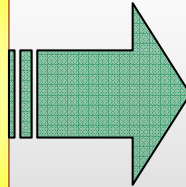
Az elmúlt évtizedben bekövetkezett súlyos balesetek okainak statisztikai értékelése

Ipari baleset hatásai



Hatások-1

MÉRGEZÉS



Szennyezett tárgyakkal való érintkezés

Közvetlen mérgezés

Szennyezett élelmiszer fogyasztása

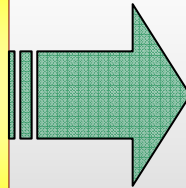


INDIA, Bhopal; 1984. dec. 3.

- 41 t metil-izocianát kikerülése
- 3598 halott
- 100000 ember mérgezése
- 200000 embert kitelepítése

Hatások-2

HŐSUGÁRZÁS



Építmény károsodás

Személyi sérülés

Első-, másod-, harmadfokú égési sérülés



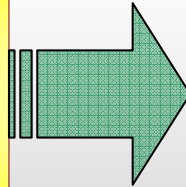
Buncefield; 2005. dec. 11.

- 44 fő könnyű sérült
- jelentős környezeti kár



Hatások-3

ROBBANÁS



Építmény károsodás

Személyi sérülés

Repszhatás: 100 Joule

Test, dobhártya, tüdő sérülés



HOLLANDIA, Enschede; 2000. máj. 13.

- 21 ember elhunyt
- 1000 ember megsérült

- 400 m-es sugarú körön belül az
összes épület megsemmisült



Hatások-4

KÖRNYEZETI
HATÁSOK

Levegőszennyezés

Talajszennyezés

Vízszennyezés

Személyi sérülés

Nagybánya;
2001. jan. 30.

- 100 000 m³ nehézfém
koncentrációval szennyezett
víz
- a szennyezés elérte a Dunát

- nagyszámú növény-
és állatfaj elpusztulása
- 6 hónapos halászati
tilalom



II. A jogi szabályozás követelményei

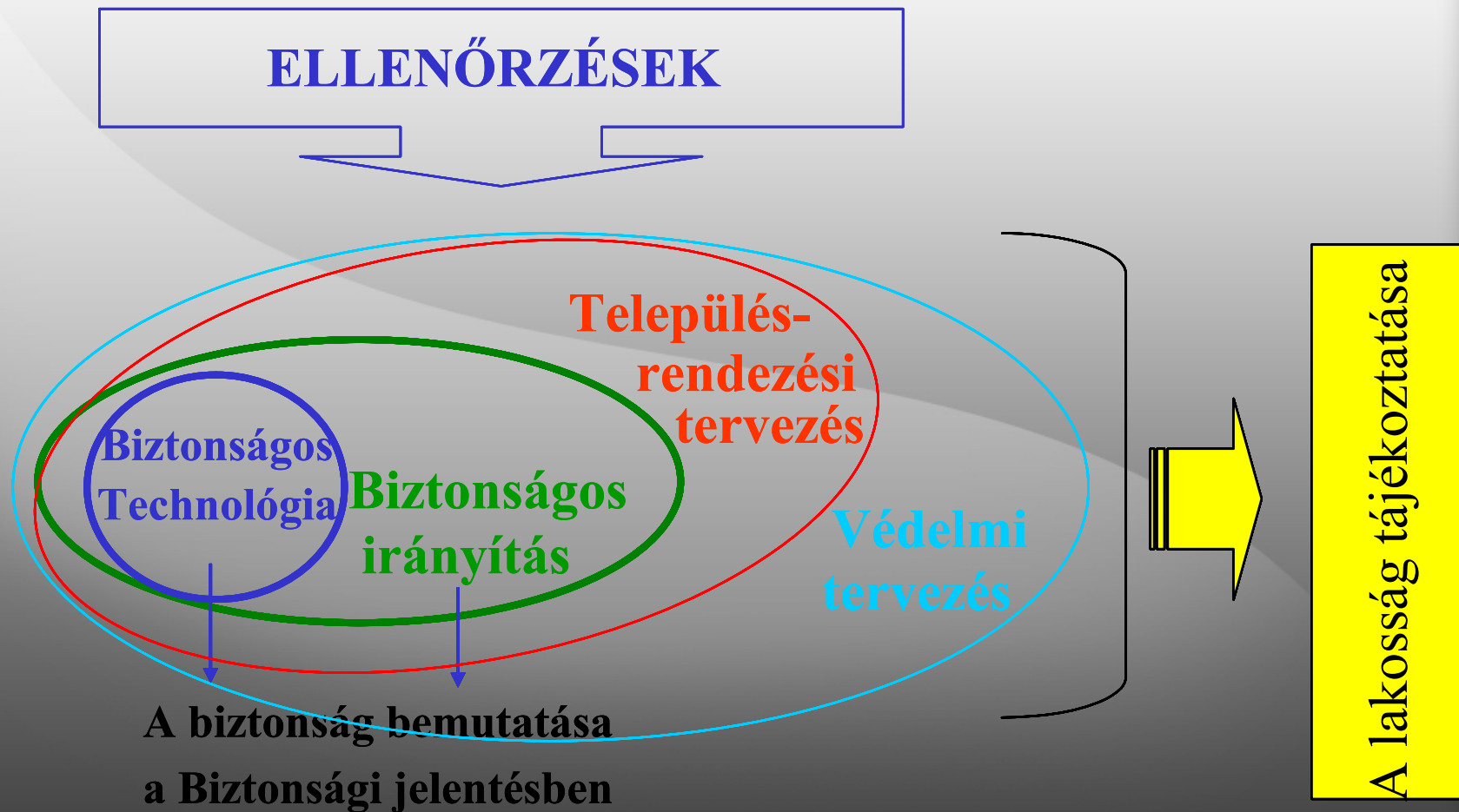
Veszélyes ipari üzemek – Seveso II.



- Seveso II. Irányelv (Seveso III. Irányelv)
- a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény
- a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről szóló 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet
- 141 alsó és 94 felső küszöbértékű üzem, 556 küszöbérték alatti üzem



A súlyos balesetek elleni védekezést szolgáló jogintézmények kapcsolata



Hatósági engedélyezési és felügyeleti ellenőrzési rendszer működtetése

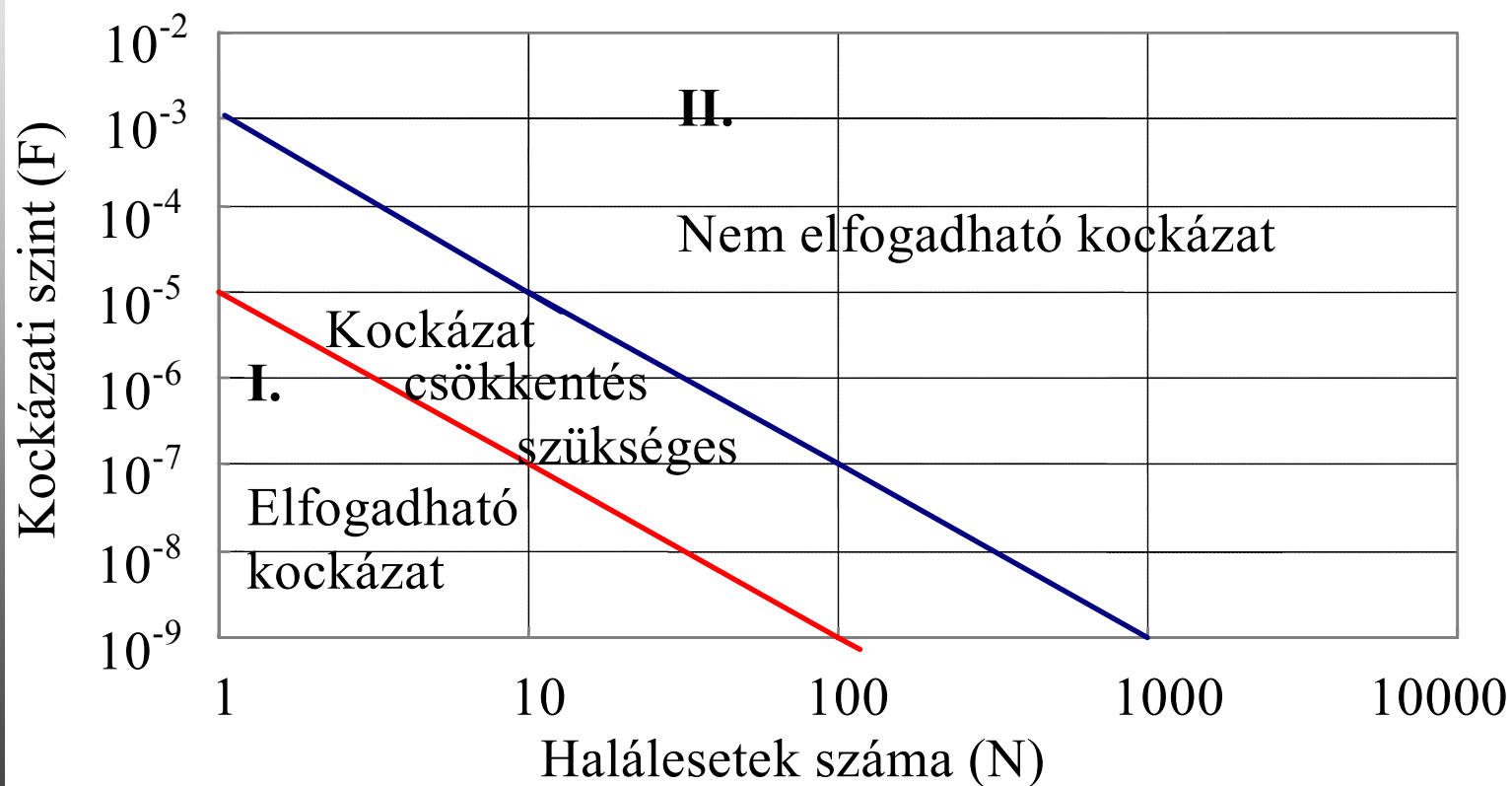
- a veszélyes üzem azonosítása és a veszélyes tevékenység végzése,
- a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek veszélyének azonosítása és kockázatuk elemzése,
- a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek megelőzését, hatásainak csökkentését biztosító irányítási rendszer, illetőleg biztonsági irányítási rendszer,
- a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek káros hatásainak értékelése, a lehetséges dominóhatás,
- a belső, illetve külső védelmi tervezés, a tervek végrehajtási feltételeinek megléte,
- a településrendezési tervezés,
- a lakossági tájékoztatás és a nyilvánosság biztosítása.

A veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem által okozott veszélyeztetettség minősítése

Az egyéni kockázat elfogadhatóságának feltétele

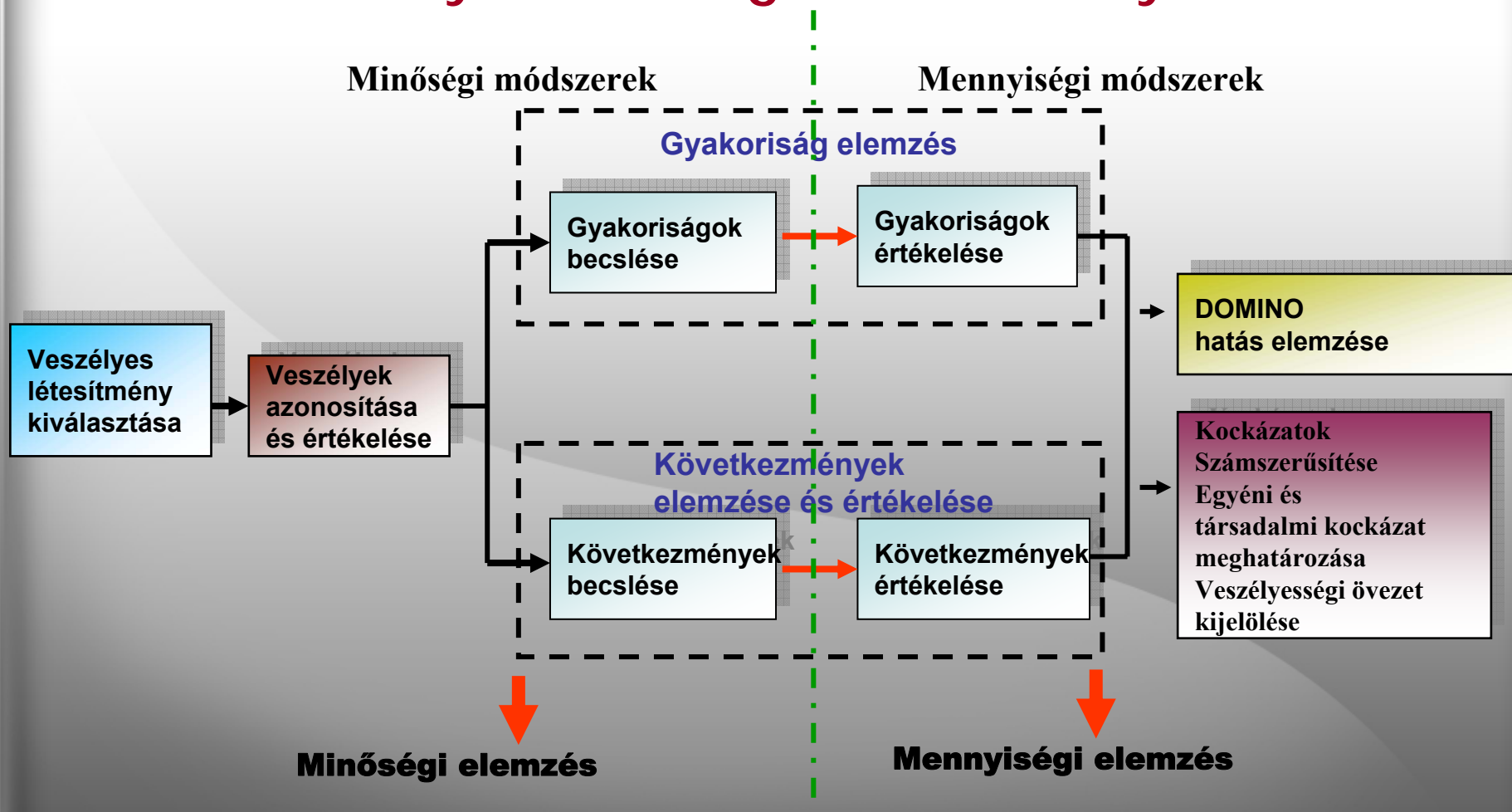
- **Elfogadható szintű veszélyeztetettséget jelent,**
 - ha a lakóterület olyan övezetben fekszik,
 - ahol a baleset következtében történő halálozás egyéni kockázata
 - nem éri el a 10-6 esemény/év értéket.
- **Feltételekkel elfogadható szintű veszélyeztetettséget jelent, ha a**
 - lakóterületen a halálozás egyéni kockázata
 - 10-6 esemény/év és 10-5 esemény/év között van.
 - Ekkor a hatóság kötelezi az üzemeltetőt, hogy hozzon intézkedést a tevékenység kockázatának ésszerűen kivitelezhető mértékű csökkentésére, illetőleg olyan biztonsági intézkedések (riasztás, egyéni védelem, elzárkózás stb.) feltételeinek biztosítására, amelyek a kockázat szintjét csökkentik.
- **Nem elfogadható szintű veszélyeztetettséget jelent, ha a**
 - lakóterületen a halálozás egyéni kockázata meghaladja a 10-5 esemény/év értéket.
 - Ha a kockázat a településrendezési eljárás keretein belül nem csökkenthető,
 - a hatóság kötelezi az üzemeltetőt a tevékenység korlátozására vagy megszüntetésére.

A veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem által okozott
veszélyeztetettség minősítése
A társadalmi kockázat elfogadhatóságának feltétele



III. Veszélyes ipari üzem által okozott veszélyeztetettség értékelése

Veszélyeztetettség értékelés folyamata



Alkalmazott elemzési módszerek és eszközök (QRA)

- **Veszélyes létesítmények/technológiák kiválasztása:**
Létesítmény kiválasztás (CPR 18, Purple book)
- **Veszély azonosítása és értékelése:** Kiválasztott források
HAZOP, What if.. elemzése, CPR 18, Purple book
- **Meghibásodások gyakoriságainak meghatározása:** Hibafa
(Fault tree), Risk Spectrum
- **Események gyakoriságainak megállapítása:**
Eseményfa (Event tree), PHAST
- **Következmények és hatások értékelése – hőhatások,
nyomáshatások, mérgezés, PHAST**
- **Kockázat számszerűsítése - (egyéni, társadalmi, sérülés
kockázat) SAFETI (PHAST RISK)**

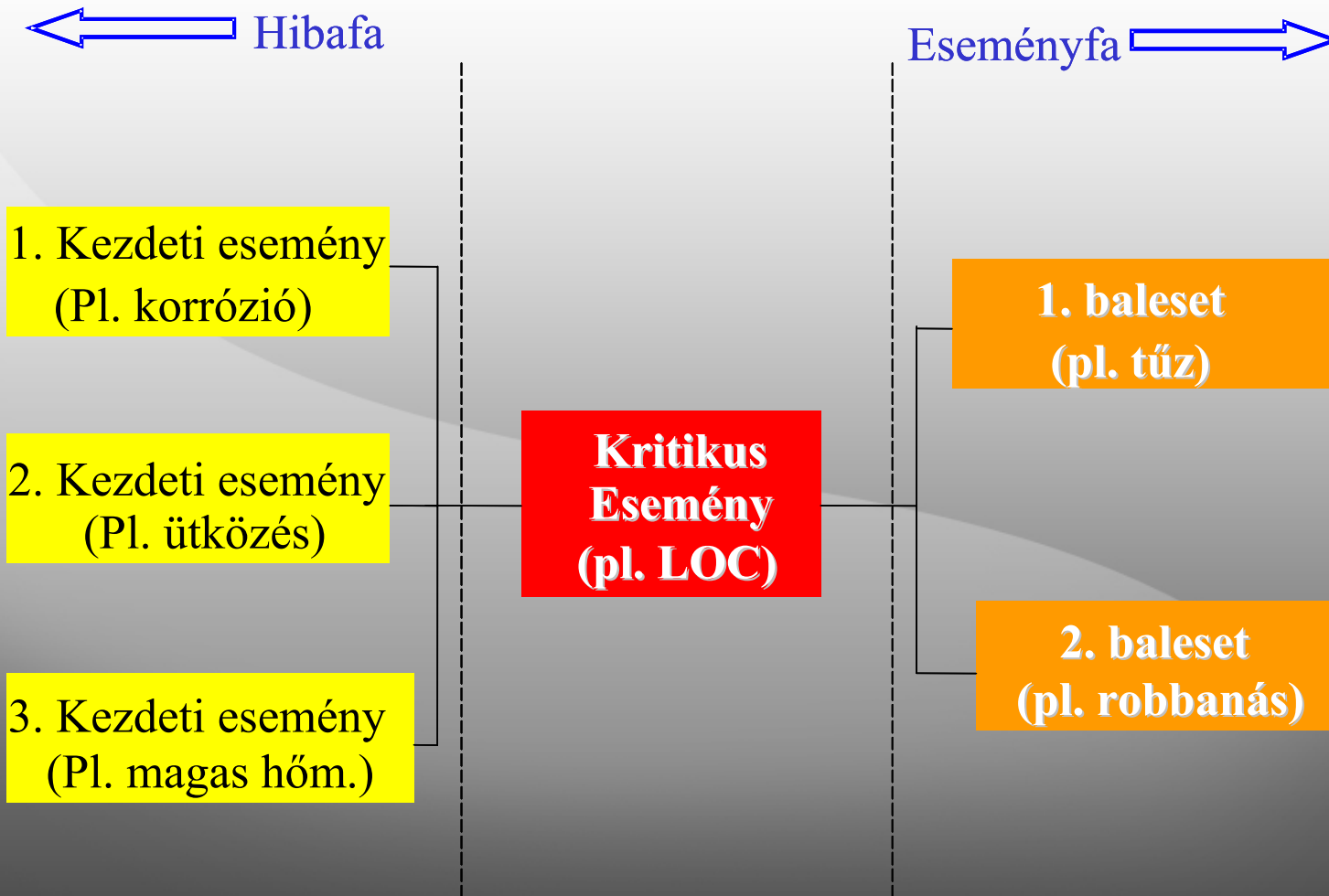
Veszélyeztetés szoftveres értékelése

- Nemzetközi szinten validált és verifikált szoftverek használata
- PHAST (DNV Technica Ltd.), SUPERCHEMS (iMosaic), TRACE/SAFER (SAFER), SAFETI Professional (DNV), PHAST UK HSE (RISKAT), SAVE II.

Veszélyek azonosítása és értékelése alkalmazott elemzési módszerek

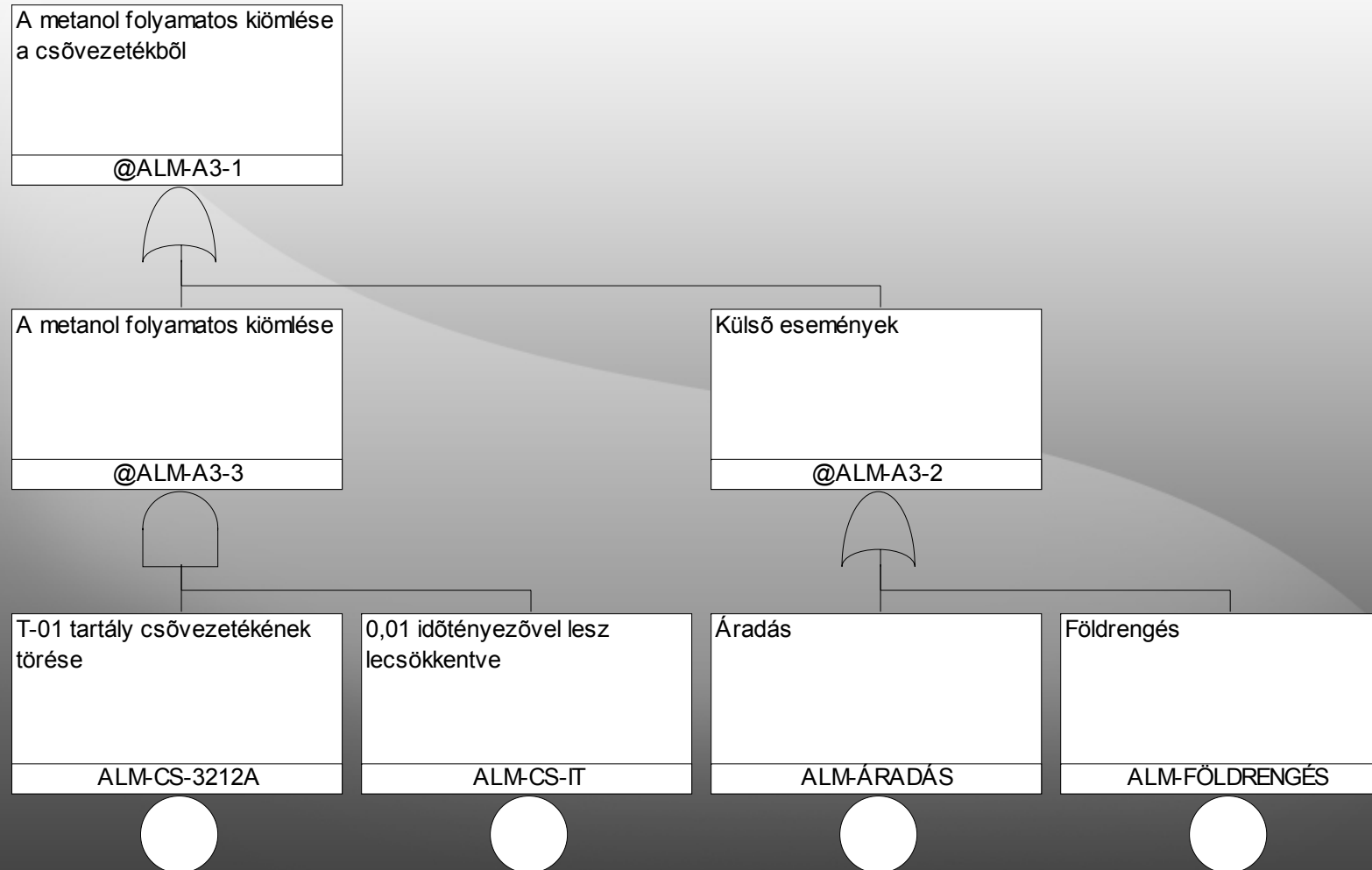
- Előzetes veszélyelemzés - PHA;
- Folyamatok veszélyességük szerinti relatív rangsorolása (Relative ranking);
- Veszélyességi indexek felhasználása („fél mennyiségi” módszerek);
- Hibafa-elemzés – FTA;
- Eseményfa-elemzés - ETA;
- Hibamód és hatáselemzés – FMEA
- Cselekvési hibaelemzés - AEA;
- Veszély és működéskéesség vizsgálat - HAZOP;

A meghibásodások és események gyakoriságának értékelése (összefoglaló ábra)



Meghibásodások gyakoriságának értékelése (példa) Hibafa - Fault Tree Analysis (FTA)

- FTA a csúcsesemény gyakoriságát határozza meg



Események gyakoriságának értékelése (példa)

Event Tree Analysis - ETA

- ETA a következmények egyes eseménysorainak a gyakoriságát határozza meg
 - az azonnali begyulladás és a kései gyújtás valószínűségei
 - az egyes következmények valószínűségei

ALM_A3 A metanol folyamatos kiömlése a védőgödrön kívülre	Azonnali begyulladás	Késői gyújtás	Jettűz / Tócsatűz / Gőztűz / VCE	Következmény	Eseménysorok kódja	Gyakoriság [1/év]	
2,60E-07	I		0,01	Jettűz + azonnali tócsatűz	ALM_A3_Jet+ATócsa	1,69E-10	
				Azonnali tócsatűz	ALM_A3_ATócsa	1,67E-08	
	N	I	0,99	Gőztűz + kései tócsatűz	ALM_A3_Góz+KTócsa	7,29E-09	
				Kései VCE + kései tócsatűz	ALM_A3_KVCE+KTócsa	4,86E-09	
	0,935	0,1		0,3	Kései tócsatűz	ALM_A3_KTócsa	1,22E-08
					0,2	N	0,5
	0,9						

Eseményfák (ETA) – események típusai

VCE	<i>Vapour cloud explosion</i> – Gőzfelhőrobbanás . Gőzfelhőrobbanás (gázfelhő-) akkor keletkezik, ha a felhőben lévő robbanóképes anyag koncentrációja eléri az alsó robbanási határt és a környezetében elegendő nagyságú gyújtási energiával rendelkező kiváltó forrás található. A veszélyt a légnyomás jelenti.
Jet fire Jettűz	Lángcsóva – Robbanóképes gőzök meggyulladásakor keletkezik, melyek nyomás alatti tartályból kis nyíláson keresztül áramlanak ki. A gőzök általában magukkal rántják a folyadék egy részét is. A szivárgó anyag leégése viszonylag gyors.
Flash Fire Gőztűz	A láng fellobbanása – Fellobbanás (robbanóképes gőzfelhő égése) a gőzök meggyulladásakor keletkezik a robbanási határokon belül. A felhő meggyulladhat távolabb is a szivárgás helyétől, és azután lobbanhat vissza. Gőztűz gyakran vált ki jettűzet vagy tócsatűzet sokkal komolyabb következményekkel, mint amilyenek a lobbanásnak lettek volna.
Pool Fire Tócsatűz	Tócsa égése – A horizontális tócsa felszíne felett keletkezett tűzveszélyes folyadék gőzei meggyújtásakor keletkezik. A tócsa lehet korlátolt (a felszíne nem növekszik) vagy nem korlátolt felületű. A láng hőszugárzása támogatja a párolgást a tócsa felszínéről, és ezzel fenntartja az égési folyamatot.
Fireball Tűzgolyó	Tűzgömb . A BLEVE jelenség következménye.
BLEVE	Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion – forrásban lévő folyadék táguló gőzrobbanása . Külső tüzeset következményeként keletkezik.
Diszperzió	Diszperzió – A robbanóképes gőzfelhő terjedése a szél irányában és az azt követő koncentráció hígulása az ARH alá. Abban az esetben, ha a felhő nem gyullad meg, eloszlik minden veszélyes következmény nélkül. Mérgező anyagok esetében a környezet veszélyeztetése a mérgező hatások által.
ARH (LEL)	Alsó robbanási határ – A tűzveszélyes anyag koncentrációjának alsó határértéke a levegőben, amelynél már bekövetkezhethet robbanás.
FRH (UEL)	Felső robbanási határ – A tűzveszélyes anyag koncentrációjának felső határértéke a levegőben, amelynél még bekövetkezhethet robbanás.

Következmény és hatáselemzés folyamata

Kiáramlás számítások

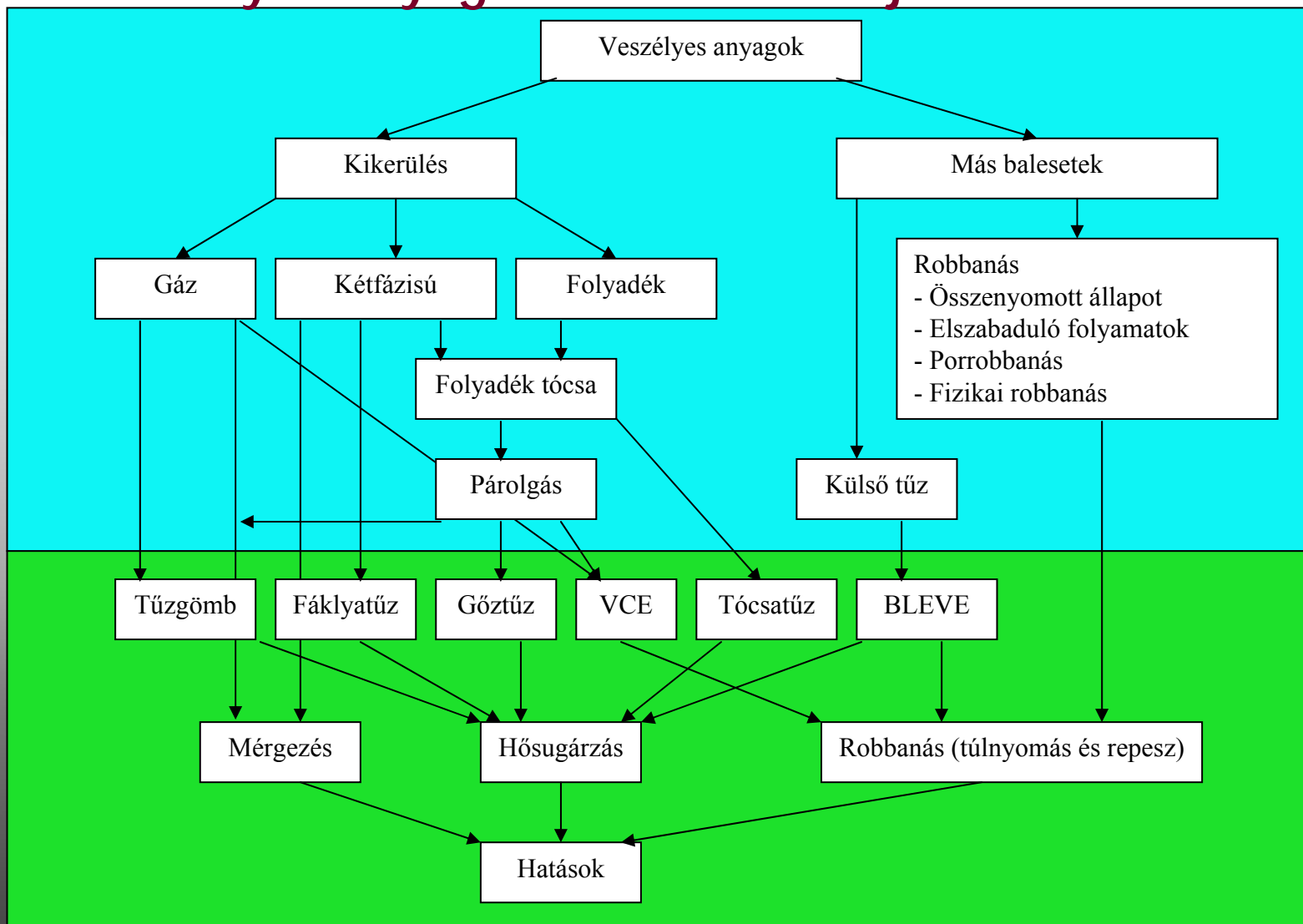


Terjedés számítások



Tűz-, robbanás- és
mérgező hatások
számítása

Veszélyes anyag kiáramlás és terjedés – hatások

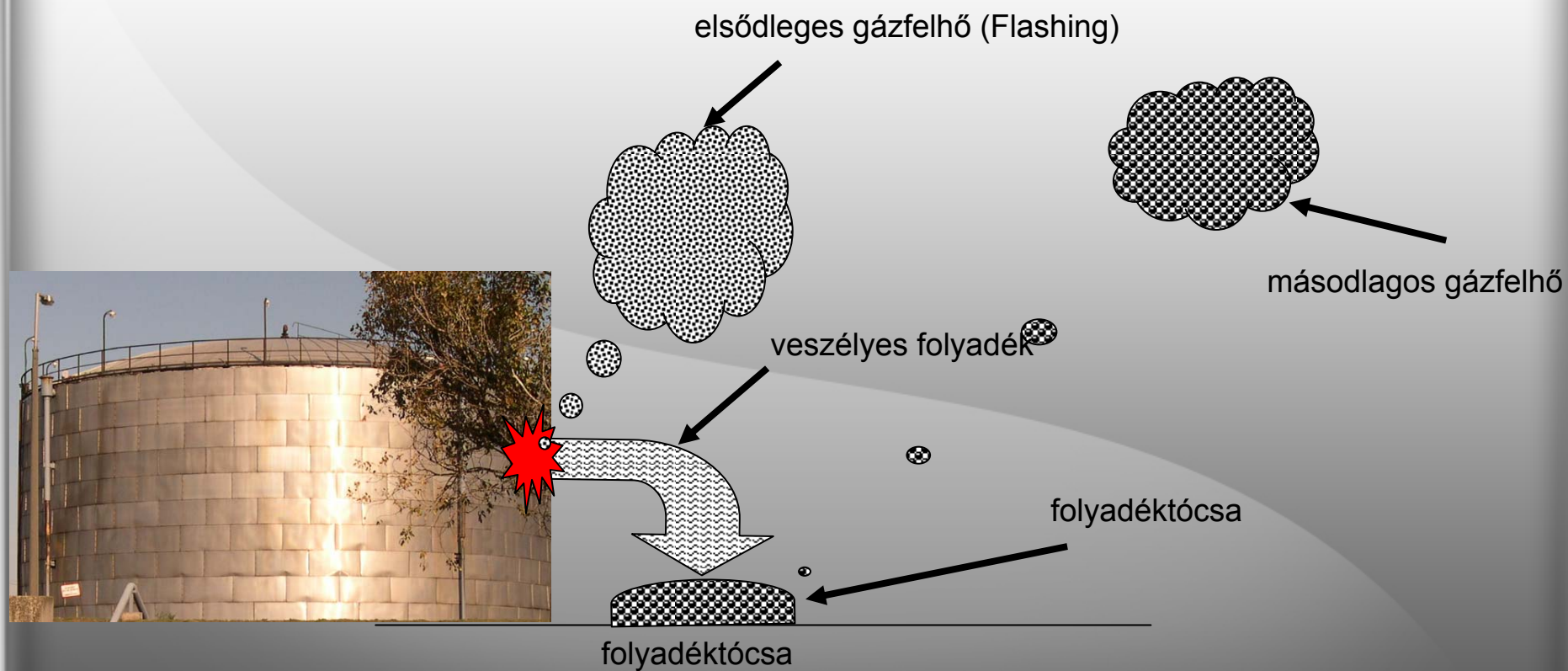


Tipikus kibocsátási folyamatok

A veszélyes anyag tároló edényből való kiszabadulása:

- Folyadék kiáramlása atmoszferikus nyomás alatt lévő tartályból;
- Gáz és/vagy folyadék kiáramlása nyomás alatti tartályból, technológiai berendezésből;
- Gáz és/vagy folyadék kiáramlása nyomás alatti csővezetékéből.

Veszélyes anyag kibocsátás

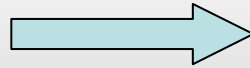


Kibocsátási és terjedési modellek (összefoglaló táblázat)

	Nyomás alatti gáz	Nyomás alatti cseppfolyósított gáz	Mélyhűtött folyadék	Folyadék	Por	Más szilárd anyag
Veszélyes anyag kibocsátás	Egy fázisú gázsugár (Single-Phase Gas Jet)	Két fázisú gázsugár (Two-Phase Jet)	Folyadékkiömlés (Liquid Outflow)	Folyadékkiömlés (Liquid Outflow)	Tartálytörés (Container Rupture)	-
		Azonnali két fázisú kiömlés (Instantaneous Two-Phase Release)	Forrásban lévő tócsa párolgás (Boiling-Pool Evaporation)	Forrásban nem lévő tócsa párolgás (Non-Boiling-Pool Evaporation)		
Terjedés	Gázfelhő vagy csóva (Gas Cloud or Plume)	Gázfelhő vagy csóva (párolgó aerosolokkal) Gas Cloud or Plume (With Evaporating Aerosols)	Gáz csóva (Gas Plume)	Gőz csóva (Vapour Plume)	Porfelhő vagy csóva (Dust Cloud or Plume)	-
Tűz	Fáklyatűz (Jet Fire), Gőz-tűz (Flash Fire)	Két fázisú fáklyatűz (Two-Phase Jet Fire) Gőz-tűz (Flash Fire)	Tócsatűz (Pool Fire) Gőztűz (Flash Fire)	Tócsatűz (Pool Fire)	Tűz (Fire)	
Robbanás	Gázfelhő robbanás (Gas Cloud Explosion)	Gázfelhő robbanás (Gas Cloud Explosion)	Gázfelhő robbanás (Gas Cloud Explosion)	Gőzfelhő robbanás (Vapour Cloud Explosion)	Porrobbanás (Dust Explosion)	Repszhatás (Fragmentation)
	Robbanás (Physical Explosion)	Robbanás (Physical Explosion) BLEVE				Szilárd robbanás (Solid Detonation)

Hatások súlyosságának meghatározása

Lökéshullám
Hősugárzás
Mérgező hatás



Emberi egészségkárosodás
(Környezeti károk)
(Anyagi károk)

Probit-görbe:

időben változó helyzetek kezelése
inkább a kockázatok számszerűsítésekor

Rögzített küszöbérték: konzervatívabb

védelmi intézkedések tervezésénél

mérgezés:

IDLH, ERPG, stb.

gőztűz:

ARH, ARH/2

tűzhatás:

másodfokú égés, stb.

túlnyomás:

dobhártya sérülés, stb.

Hőhatások mennyiségi határértékei

kW/m²	KÖVETKEZMÉNYEK LEÍRÁSA
1,6	Hosszabb időn keresztül elviselhető
4,0	20 s-es kitettség esetén másodfokú égési sérülések
6,3	Személy 1 percig kibírhatja védelem nélkül, de megfelelő öltözékben
9,5	Expozíció korlátozása csak néhány másodpercre, csak kimenekülésre, már 8 másodperc után fájdalmas égési sérülések
12,5	Fa irányított meggyújtásához szükséges minimális energia (100 %-os halálozás)
17,5	Tűzoltók megközelíthetik védőöltözetben
25	Fa meggyújtásához szükséges minimális energia (nem irányított)
37,5	Berendezések, vasbeton szerkezetek megsemmisülése

A robbanás károsító hatása

Robbanási túlnyomásból származó károsodások	
Hatások	Túlnyomás (mbar)
Erős hanghatás	2.7
Ablak törése, becsapódása, erős szél következtében	20
Házak részleges megsemmisülése	69
Sérülés határa	100
Dobhártya beszakadás	200
Károk épületben	275
Teli vasúti tartálykocsik felborulnak	483
Teli vasúti kocsik megsemmisülése, épületek teljes pusztulása	620
Épületek lehetséges teljes pusztulása, nehéz berendezések súlyos sérülése	690
Tüdő károsodása	1000

Feltételezett baleset hatásai - példa

(tűzveszélyes anyag kibocsátása és következményei)

- Anyag: aceton
- Mennyiség: 1000 l
- Csomagolóeszköz: IBC

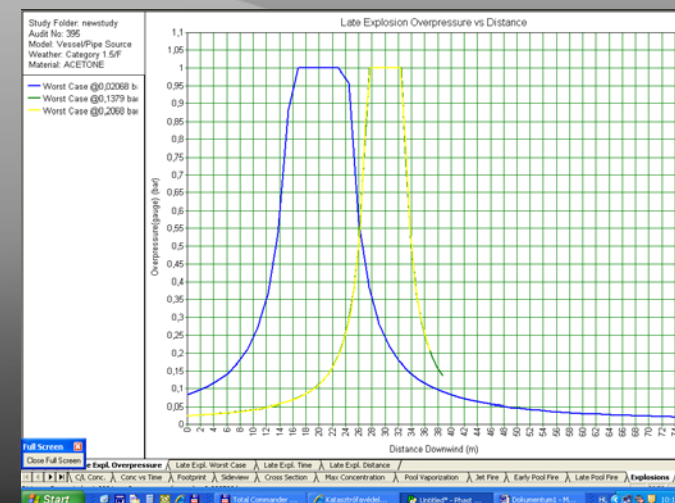
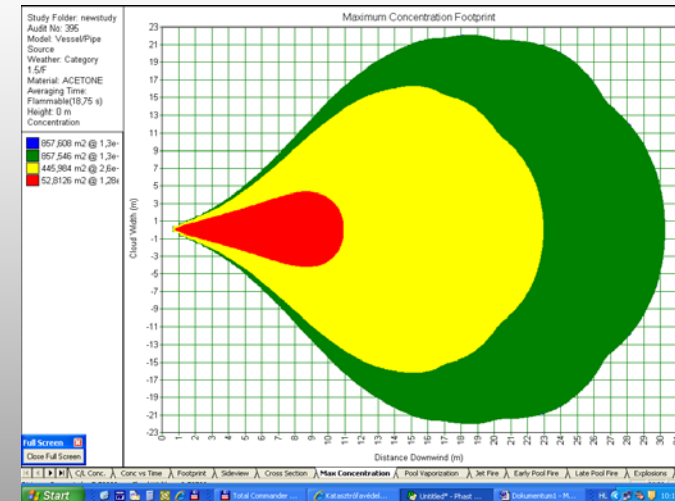
Hatások:

- Tűz és robbanásveszély

- $ARH/2=31$ m
- $ARH=23$ m
- $FRH=11$ m

- Gőzfelhő robbanás

- Ablaküveg sérülések: 80m
- Épületek rongálódása: 40m
- dobhártyasérülések: 32m



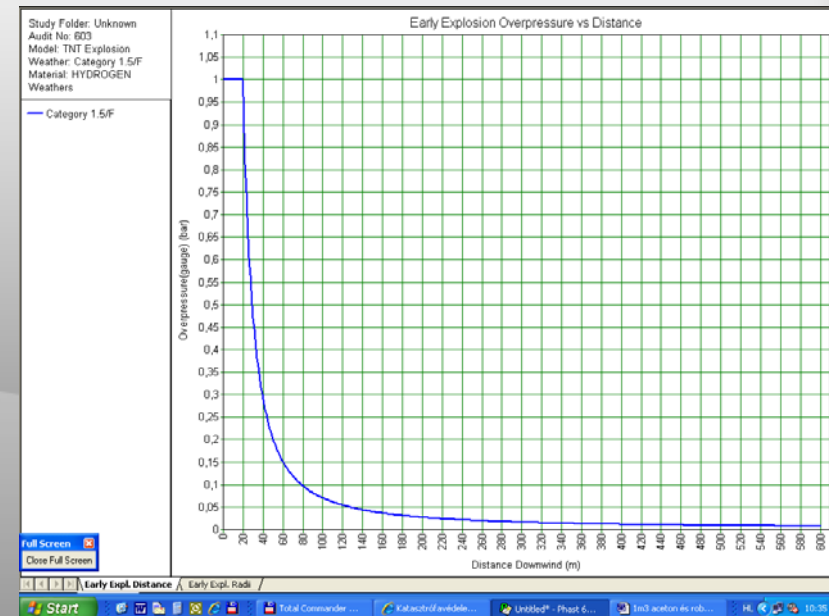
Feltételezett baleset hatásai - példa

(pirotechnikai anyag robbanása)

- Anyag: pirotechnikai termékek (bombák)
- Mennyiség: 200 kg

Hatások:

- **Robbanás:**
 - Ablaküveg sérülések: 400 m
 - Épületek rongálódása: 100 m
 - dobhártyasérülések: 50 m

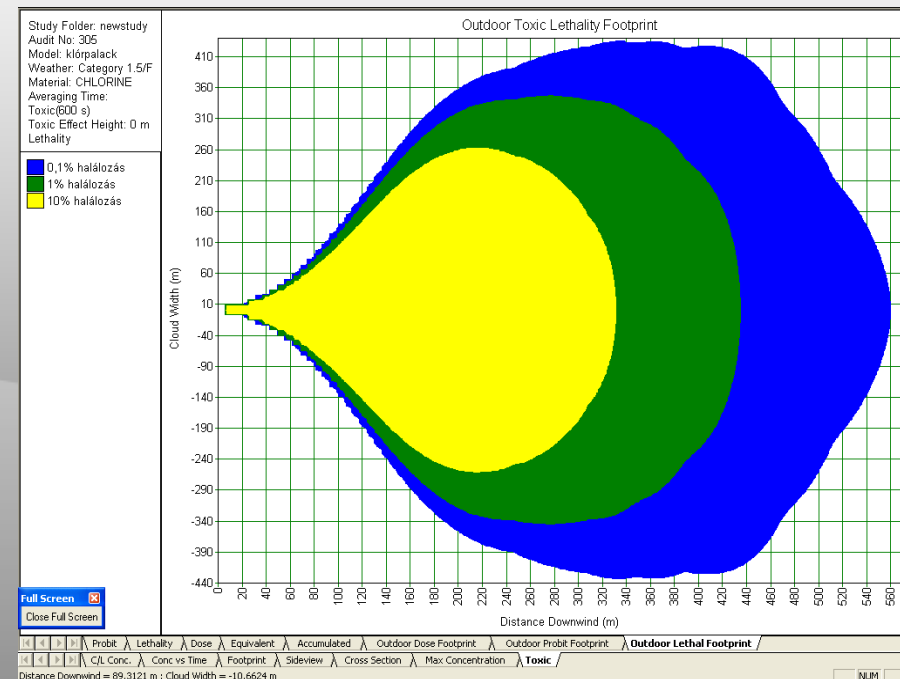


Feltételezett baleset hatása - példa (mérgező anyag kiszabadulása és terjedése)

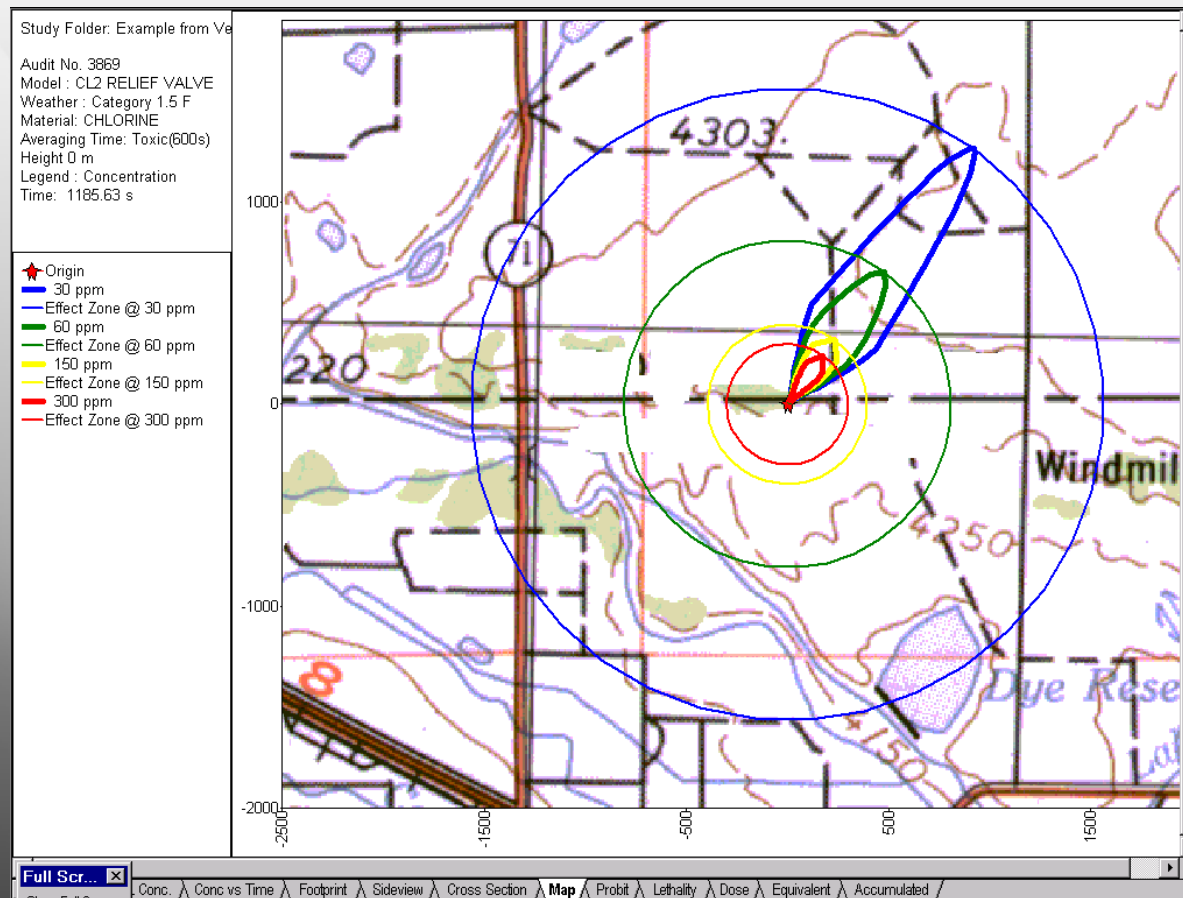
- Anyag: klór
- Mennyiség: 50 l
- 20 mm-es lyukadás

Hatások:

- mérgezés
 - 10%-os halálozás: 320 méteres távolságig
 - 1%-os halálozás: 420 méterig
 - 0,1%-os halálozás: 550 méterig



Mérgező anyag terjedésnek térképi megjelenítése



Felülnézeti
kép -
térképre
rajzolva

Eseménysorok hatásainak összevetése a távolság függvényében

Referencia eseménysor	Súlyos baleset hatása			
	Hősugárzás	Túlnyomás	Repeszhatás	Mérgező hatás
Tócsatűz	< 500 m			
Tartálytűz	< 500 m			
Fáklyatűz	< 500 m			
Tűzgömb	< 500 m			
Gőztűz	< 500 m			
Porrobbanás		< 1 km	< 1 km	
VCE (gázfelhő robbanás)	< 1 km	< 3 km	< 3 km	
BLEVE	< 1 km	< 5 km	< 5 km	
Mérgező felhő				< 15 km
Környezeti hatás (felszíni víz és levegő szennyezés)				< 500 km

Kockázatok számszerűsítése (összefoglaló)

■ Kockázati elfogadhatósági műszaki követelmények

- Halálozás egyéni kockázata. A veszélyeztetett területen élő lakosság veszélyeztetettségének megítélésére az egyéni kockázati szintek állandó mértékét veszi alapul. Térképen kerül ábrázolásra szintvonalakkal. $F < 10^{-6}$ lakóövezetben
- Társadalmi kockázat. A veszélyeztetett területen élő lakosság és az időszakosan ott tartózkodók figyelembevételével a társadalmi kockázati szint a halálos áldozatok várható számának függvényeként kerül meghatározásra. A társadalmi kockázat F-N görbe formájában van szemléltetve, ahol
 - N – halálozások száma
 - F – N személy halálával járó balesetek összegzett gyakorisága
 - Elfogadható szint $F < (10^{-5} \times N^2)$, ahol $N \geq 1$

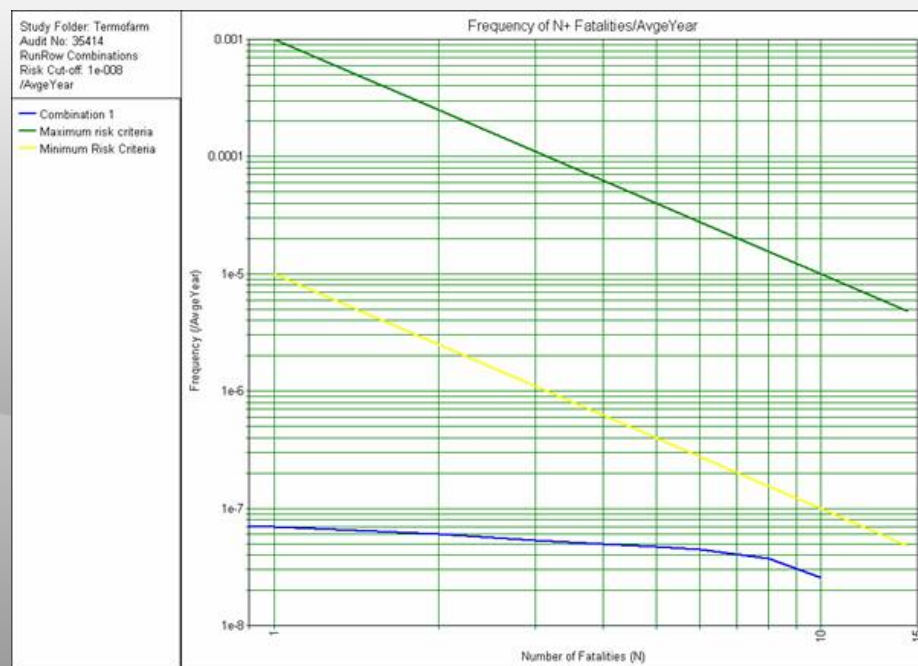
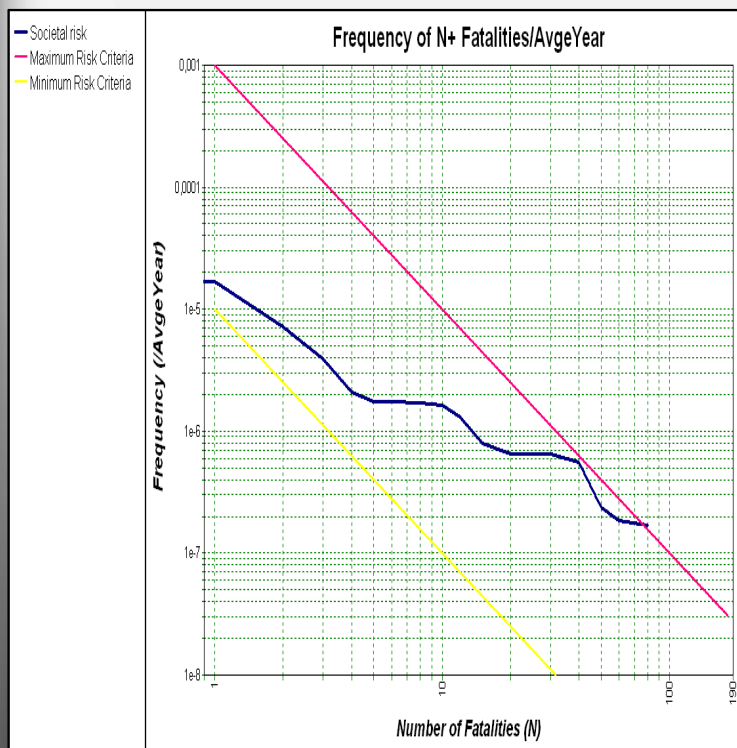
■ Veszélyességi övezetek – sérülés egyéni kockázata

- A személyek sérülésének gyakoriságát ábrázolja a veszélyeztetett terület minden pontjára..
 - Belső zóna – sérülés egyéni kockázata - 10^{-5} esemény/év
 - Középső zóna – sérülés egyéni kockázata - 10^{-5} és 10^{-6} esemény/év
 - Külső zóna- sérülés egyéni kockázata - nagyobb mint 3×10^{-7} esemény/év

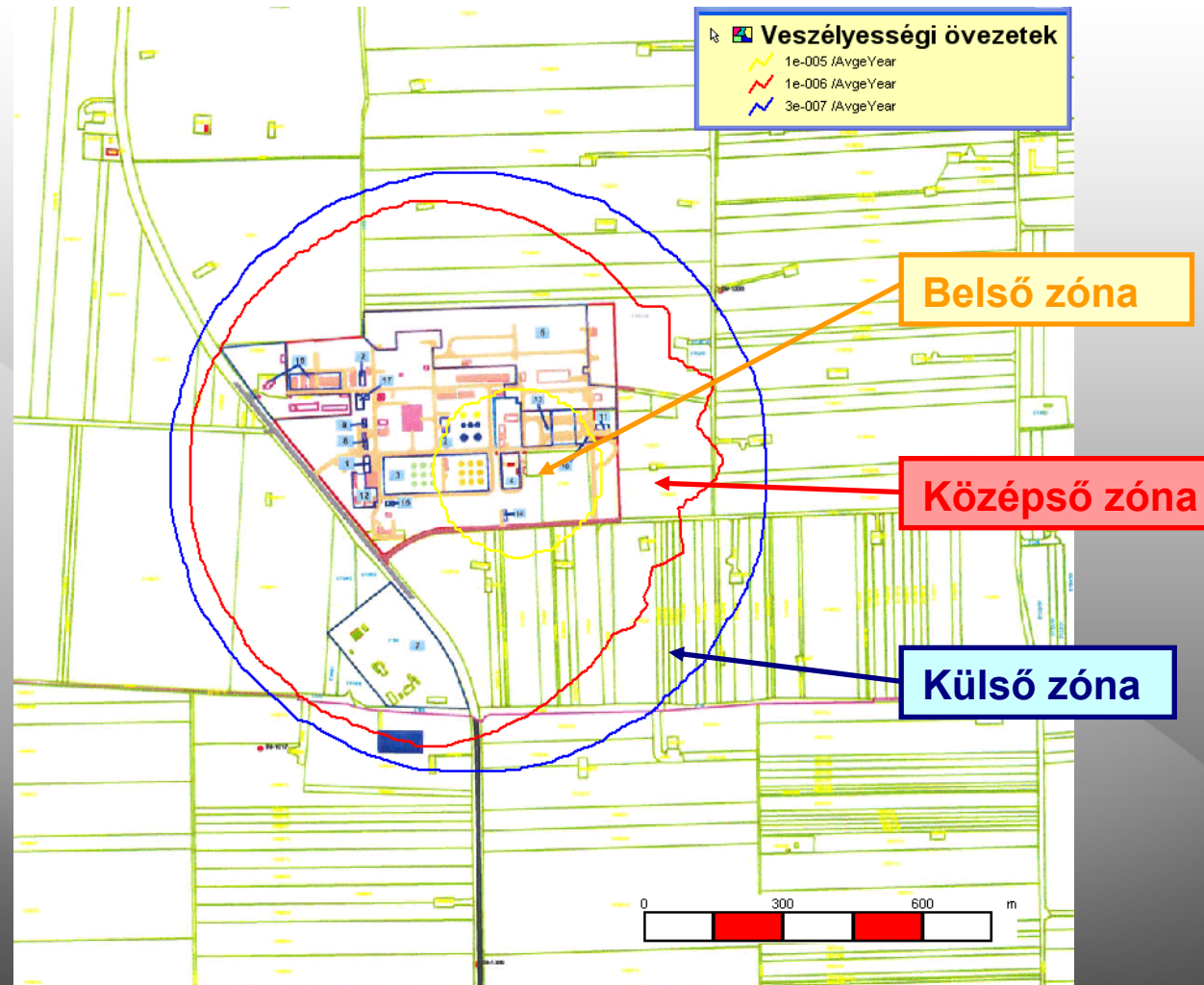
Egyéni kockázat ábrázolása



Társadalmi kockázat



Veszélyességi övezetek kijelölése



Köszönöm a megtisztelő figyelmet!

