



**Súlyos Iparibaleset-elhárítási Védekezési Munkabizottság,  
KKB Veszélyhelyzeti Központ Közös Gyakorlása  
Budapest, 2006. december 13.**

**Súlyos ipari baleseti eseménysorok, lehetséges  
hatások és következmények bemutatása**

**Dr. Vass Gyula t. ezredes**

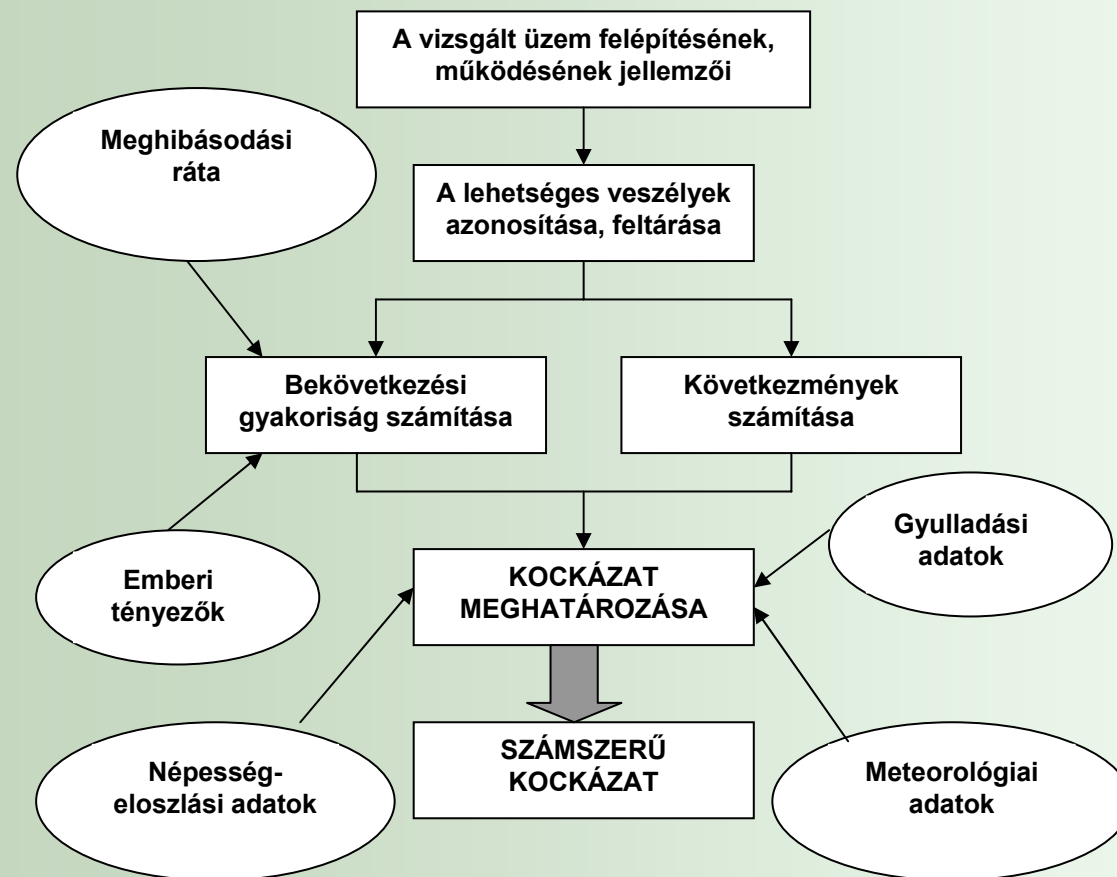
**főosztályvezető**

**Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság**

**Ipari Baleset-megelőzési és Felügyeleti Főosztály**



# A kockázatelemzés megvalósításának lépései





# FOLYAMAT

**Veszély  
azonosítás**

**Csúcsesemények  
meghatározása  
(okok,  
gyakoriságok)**

**Következmény  
elemzés**

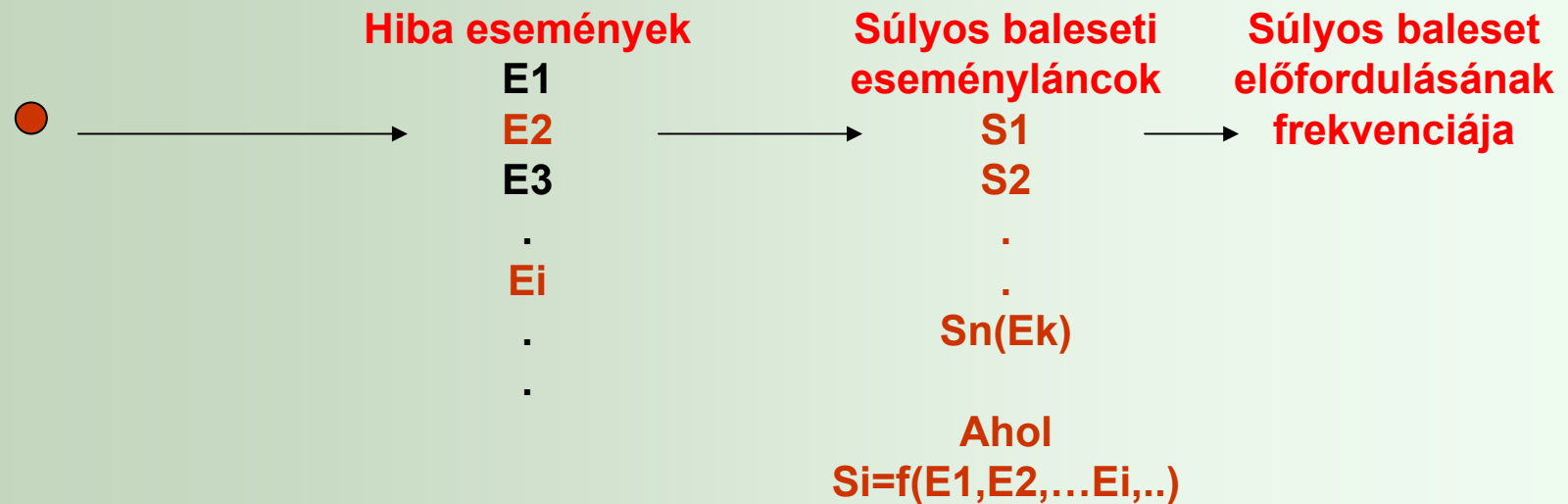
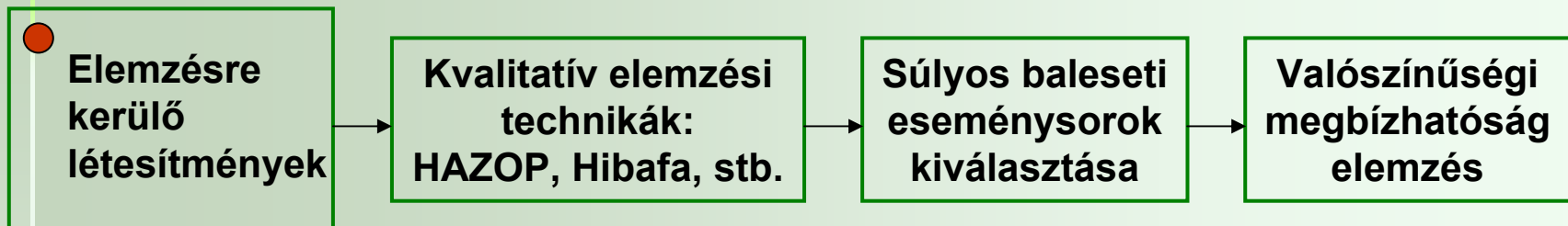
**Hatás  
elemzés**

**Kockázat  
meghatározása**

**KOCKÁZAT ELEMZÉS**



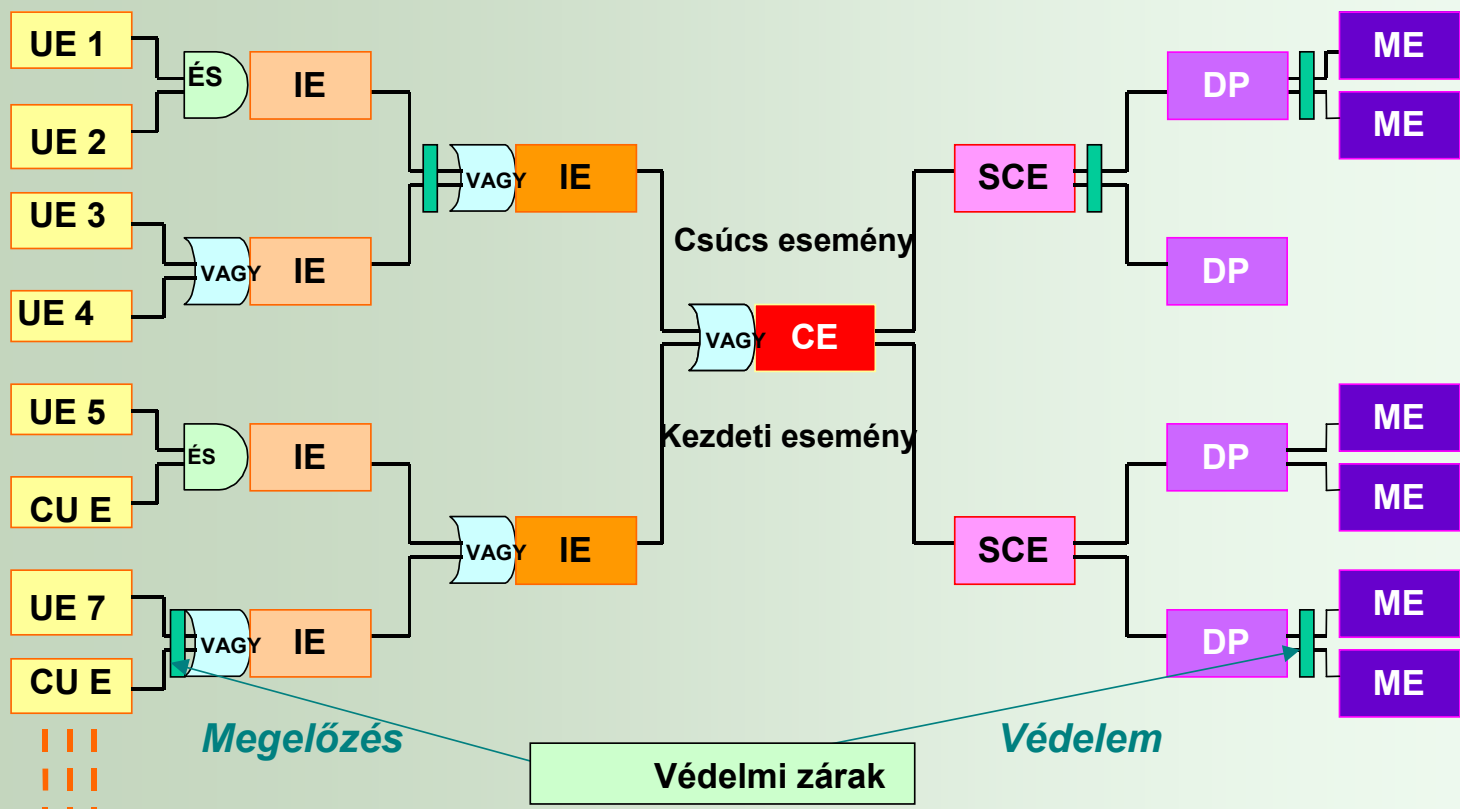
# Veszély azonosítás





# Veszély azonosítás - módszerek

Elemi hiba események



Lehetséges kimenetek

Hibafa

Eseményfa



# FOLYAMAT

**Veszély  
azonosítás**

**Csúcsesemények  
meghatározása  
(okok,  
gyakoriságok)**

**Következmény  
elemzés,  
értékelés**

**Hatás  
elemzés**

**Kockázat  
meghatározása**

**KOCKÁZAT ELEMZÉS**



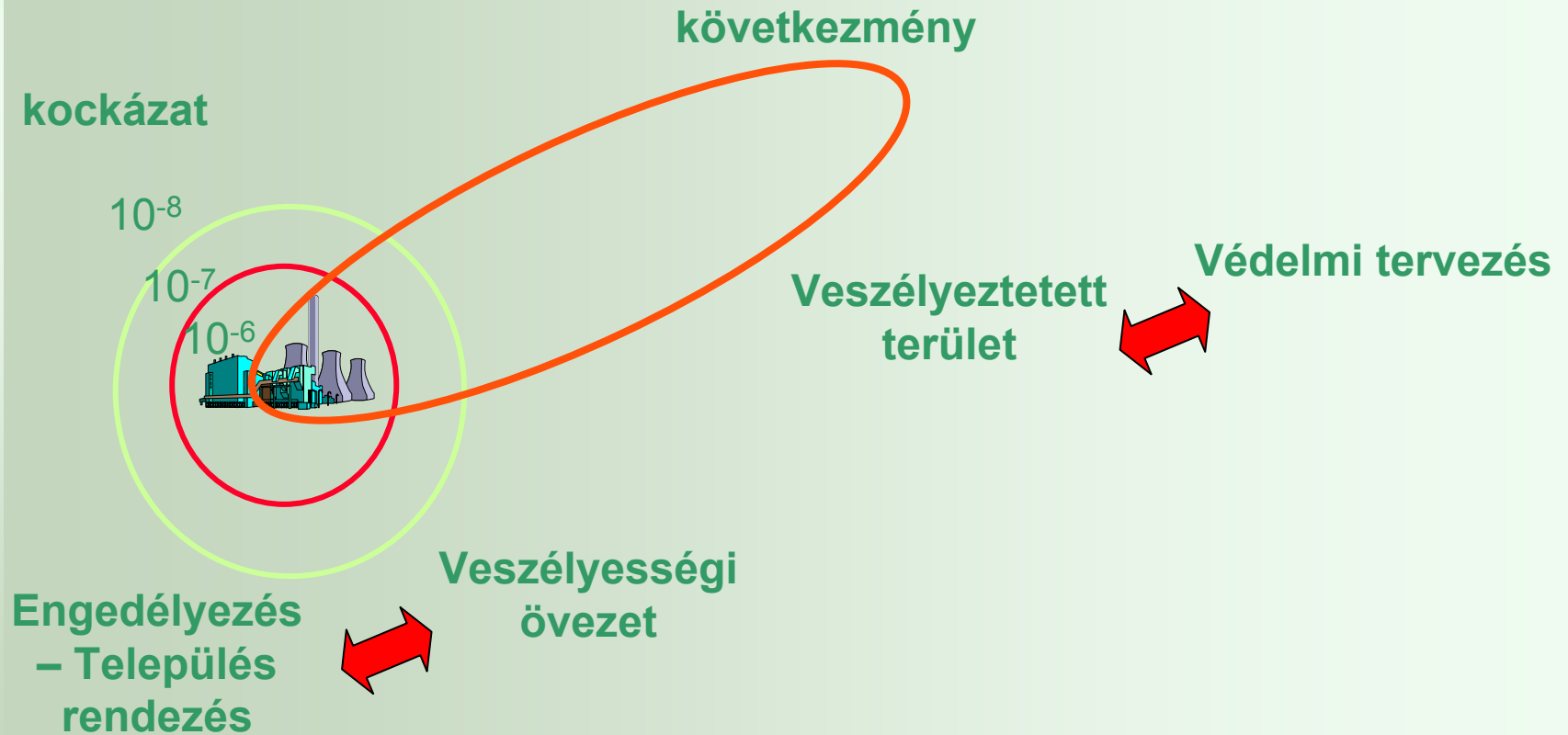
## A következmények értékelése

**A következmények értékelése azt jelenti, hogy meghatározzuk:**

- a terjedési távolságot, hatásterületet
- a lehetséges következményeket
- a károsító hatások mértékét a lakosságra és az anyagi javakra



# Következmények - kockázatok







# A következmények értékelésének rendje

## Meghatározzuk:

- **Mérgező anyagok** esetében különböző jellegű koncentrációkhoz kötve meghatározzuk a felhő terjedési mélységét, a szélességét, a magasságát, a felhő átvonulás idejét (expozíció).
- **Éghető gázok** esetében a robbanási koncentrációk határértékek terjedési távolságait, FRH, ARH, ARH/2 értékeket vesszük a számítás alapjául.
- **Robbanás** esetén a túlnyomási értékeket.
- **Éghető folyadékok** égésekor a hősugárzás különböző értékeihez kötött távolságokat.
- Meghatározzuk végül a vizsgált ponton az **elhalálózás valószínűségét, sérülés, rombolódás mértékét.**



A forrásban levő  
folyadék kigyullad

## Kiömlés

Kiömlési seb. és  
időtartam meghat.

Kifolyás

Gőz/gáz kiáramlás

A folyadék (gáz) nem gyullad ki  
azonnal

**BLEVE  
hatásainak  
szám.**

Tócsa felület  
számítása

A tócsa kigyullad

A tócsa párolog

A gáz közvetlen  
légtérbe jutó  
részének meghat.

Lángcsóva alakul ki

**A tócsatűz káros  
hatásának meghat**

Tócsapárologás  
meghatározása

**Lángcsóva káros  
hatásának meghat.**

Az éghető anyag  $\Delta T$   
idő múlva gyullad ki

Mérgező anyag

**Mérgező  
égéstermékek  
veszélyének meghat.**

**Deflagráció és  
detonáció  
veszély meghat**

**Mérgező gőzfelhő  
káros hatásának  
meghat**



# Következmények modellezése

- A kibocsátás modellezése
- Terjedés modellezése
- Következmények, veszélyeztető hatások számítása
- A hatások súlyosságának meghatározása

Szoftver szükséges



# Modellezés menete

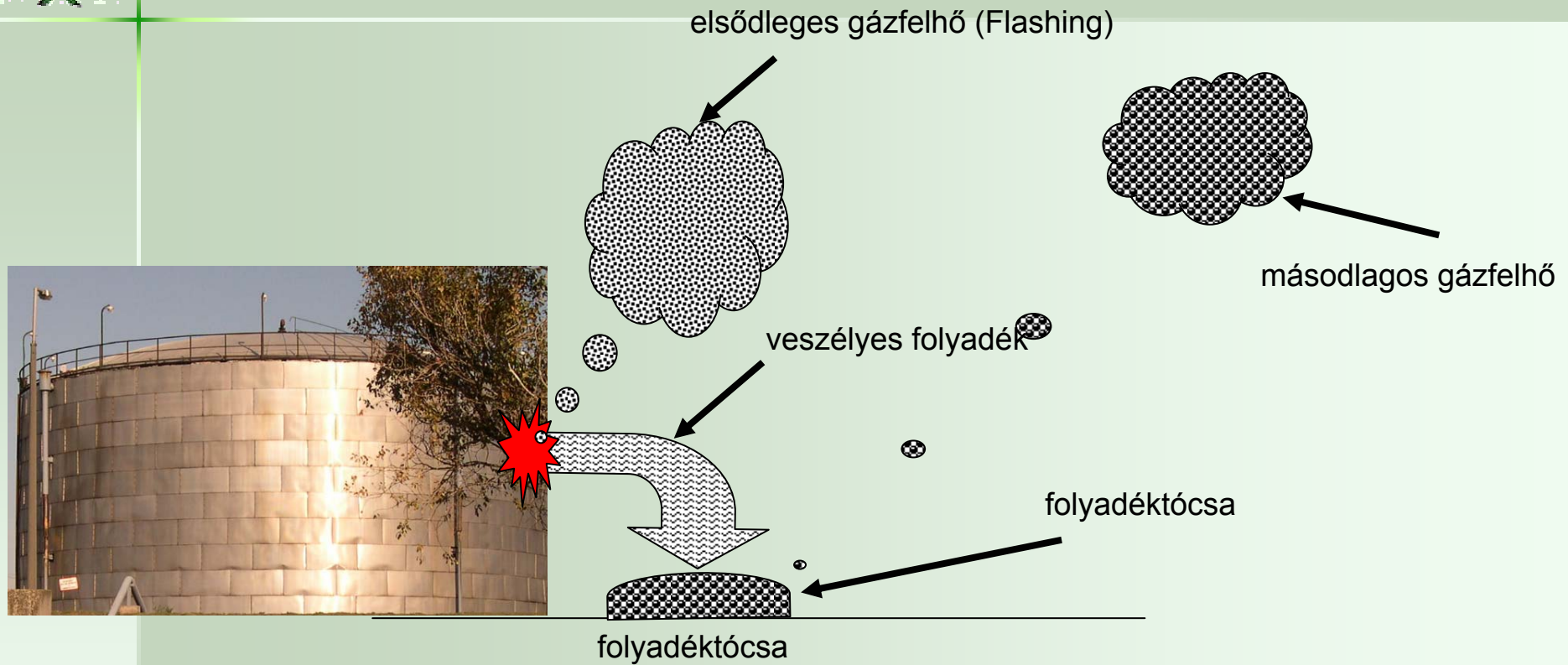
Kibocsátás számítások

Terjedés számítások

Tűz-, robbanás- és  
mérgező hatások  
számítása



# Kibocsátás





# Modellezés menete

Kibocsátás számítások

Terjedés számítások

Tűz-, robbanás- és  
mérgező hatások  
számítása





# Terjedés modellezés

- Levegő elragadás  
(turbulens/sűrű/szétterülő/Gauss)
- Felhő terjedési sebesség,
- Folyadék-tócsa képződés
- Tócsa elpárolgás és elragadás
- Felhő mozgása



# Modellezés menete

Kibocsátás számítások



Terjedés számítások



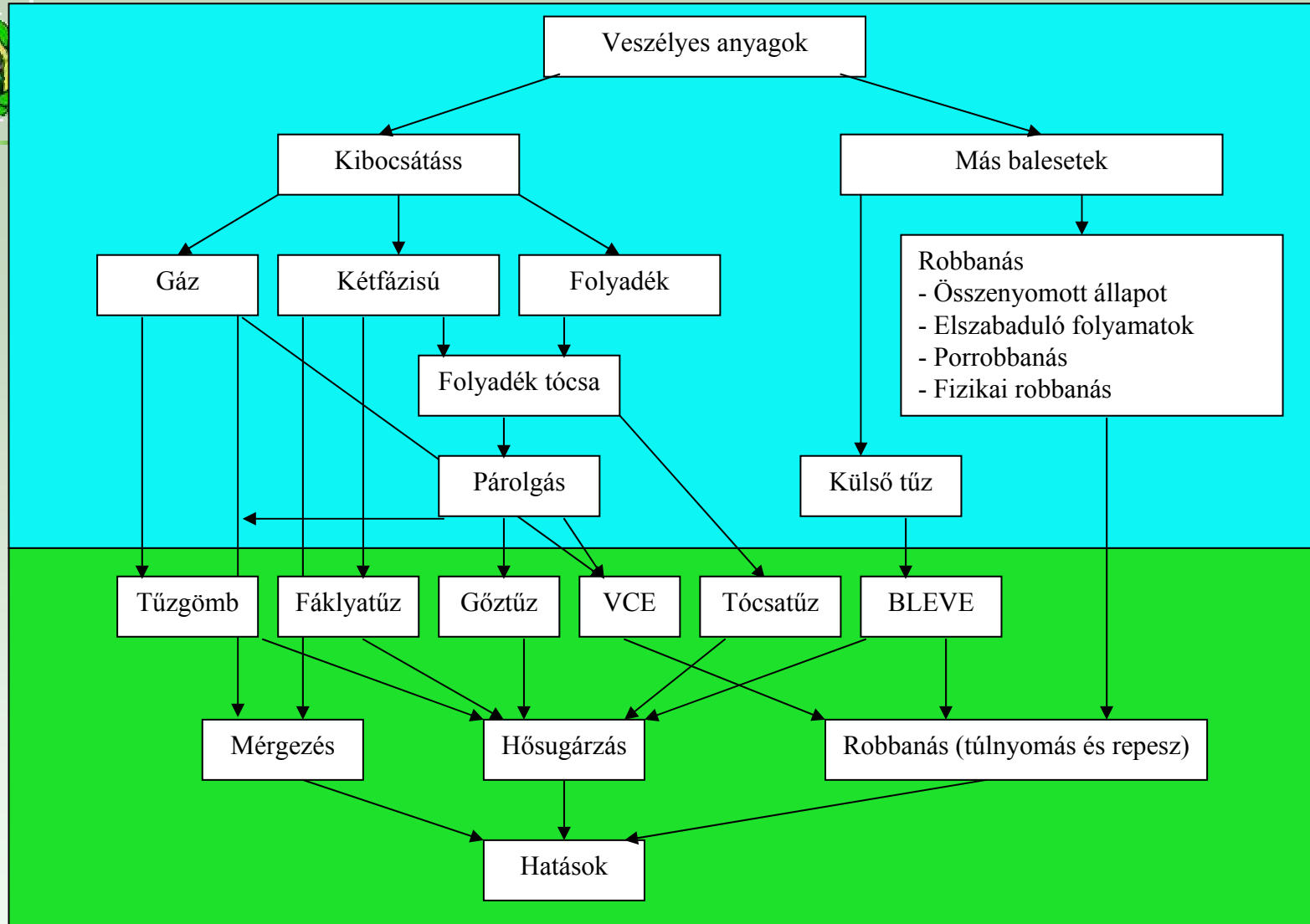
Tűz-, robbanás- és  
mérgező hatások  
számítása



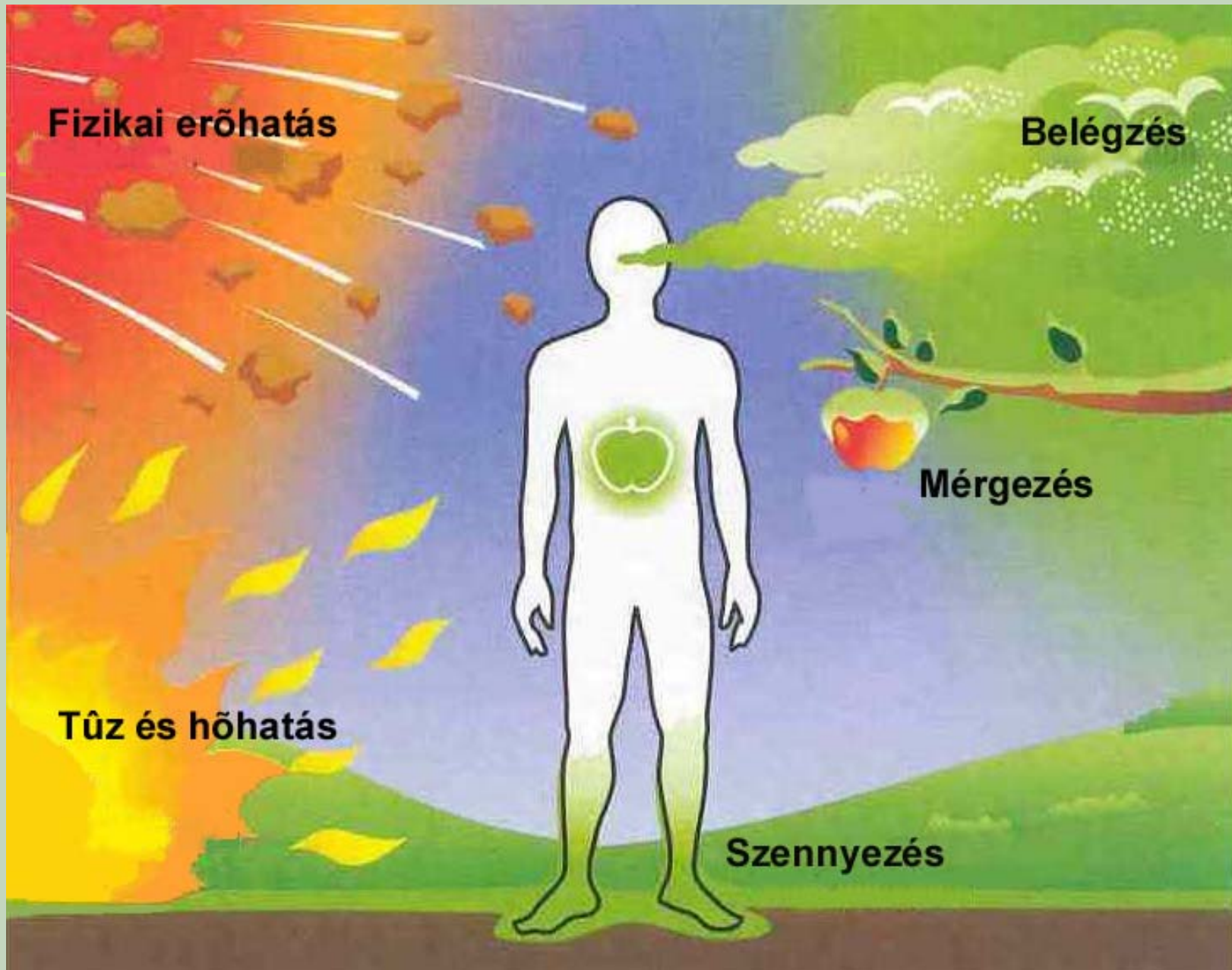


<b>Eseménysor</b>	<b>Oka</b>
<b>Sugárláng (jet fire)</b>	A nyomás alatt kiáramló éghető gőz/gáz azonnal begyullad.
<b>Gőz/gáz felhő-robbanás (UVCE)</b>	A nyomás alatt kiáramló éghető gőz/gáz késéssel gyullad be.
<b>Gőz/gáz felhőtűz (deflagráció)</b>	A éghető gőz/gáz felhő távoli gyújtóforrástól gyullad be.
<b>Tócsatűz (korlátolt és nem korlátolt felületű)</b>	A felszínen az éghető folyadék szétterül.
<b>Forrásban lévő folyadék gőzrobbanása (BLEVE)</b>	A gőz/gázrobbanást forrásban lévő folyadék okozza.
<b>Mérgezőanyag (elsődleges, másodlagos) felhőjének terjedése</b>	Gőz/gáz kiáramlása a tartályból, vagy folyadék tócsa párolgása.
<b>Robbanóanyag egészének felrobbanása</b>	Robbanás feltételeinek létrejötte (iniciálás).

# Kibocsátás – terjedés – hatások



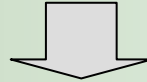
# Hatások súlyosságának meghatározása



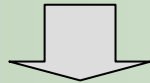


# Fizikai erőhatás

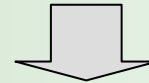
**Robbanás**



**Lökés hullám**

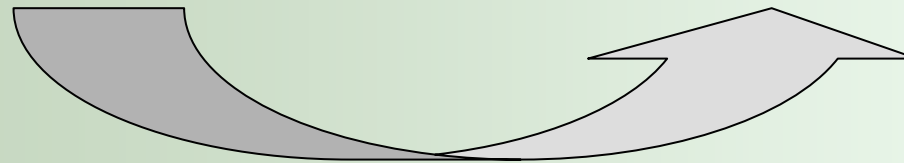


**Építmény  
károsodás**



**Személyi sérülés:**

- Repeszhatás - 100 Joule
- Test, dobhártya, tüdő sérülés





# 2000. május 13. Enschede, Hollandia



21 ember meghalt  
1000 ember megsebesült  
400 m - es sugarú körön  
belül az összes épület  
megsemmisült.





## 2001. szeptember 21. Toulouse, Franciaország



29 ember meghalt (22 dolgozó)  
több, mint 500 ház lakhatatlanná vált

2442 ember megsérült  
több, mint 11 000 otthon megsérült

A teljes költség 10 - 15 milliárd FF

# Pyro-Technic Kft. Törökbálint 2004. Augusztus 05.

3 FŐ ELHUNYT  
10 FŐ MEGSÉRÜLT  
70 épület károsodott  
Közúti balesetek  
8 gépkocsi károsodott





# Tűz hatásai





# PALOTA Környezetvédelmi Kft. 2004. 11. 01.



**300 m2 tűzfelület  
ismeretlen vegyi  
anyagok  
robbanások**



# Texas City, Texas BP

15 munkavállaló  
halt meg

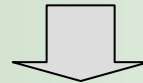


A tűz hőterhelése okozta a legtöbb kárt  
A kár 1 milliárd dollár



# Mérgezés hatásai

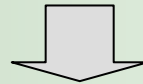
**Mérgező anyag szabadba kerülése**



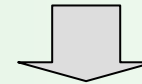
**Mérgezés**



**Szennyezett  
tárgyakkal való  
érintkezés**



**Közvetlen  
mérgezés**



**Szennyezett  
élelmiszer  
fogyasztása**



## 1984. december 3. Bhopal, India



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





## 1976. július 10. Seveso, Olaszország



2 kg dioxin kikerülése

600 embert kitelepítése

2000 ember dioxin mérgezése  
(37000 érintett)

Körülbelül 10 négyzetmérföld földterület és növényzet  
azonnal elszennyeződött

A helyben termesztett élelmiszer felhasználását több hónapra  
megtiltották és a felső talajréteget el kellett távolítani és  
elégetni

Állatállomány megsemmisítése (80.000 db)



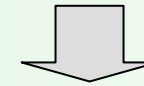
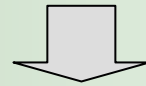
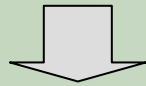
# 2005. december 11. Buncefield





# Környezeti hatások

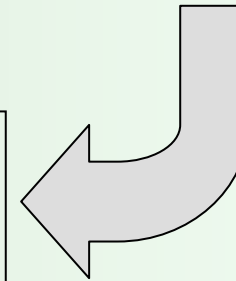
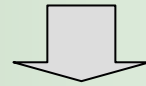
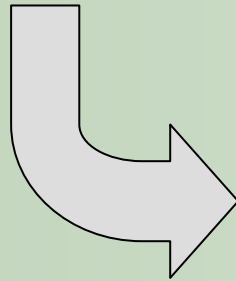
**Veszélyes anyagok szabadba kerülése**



**Levegő szennyezés**

**Talaj szennyezés**

**Víz szennyezés**

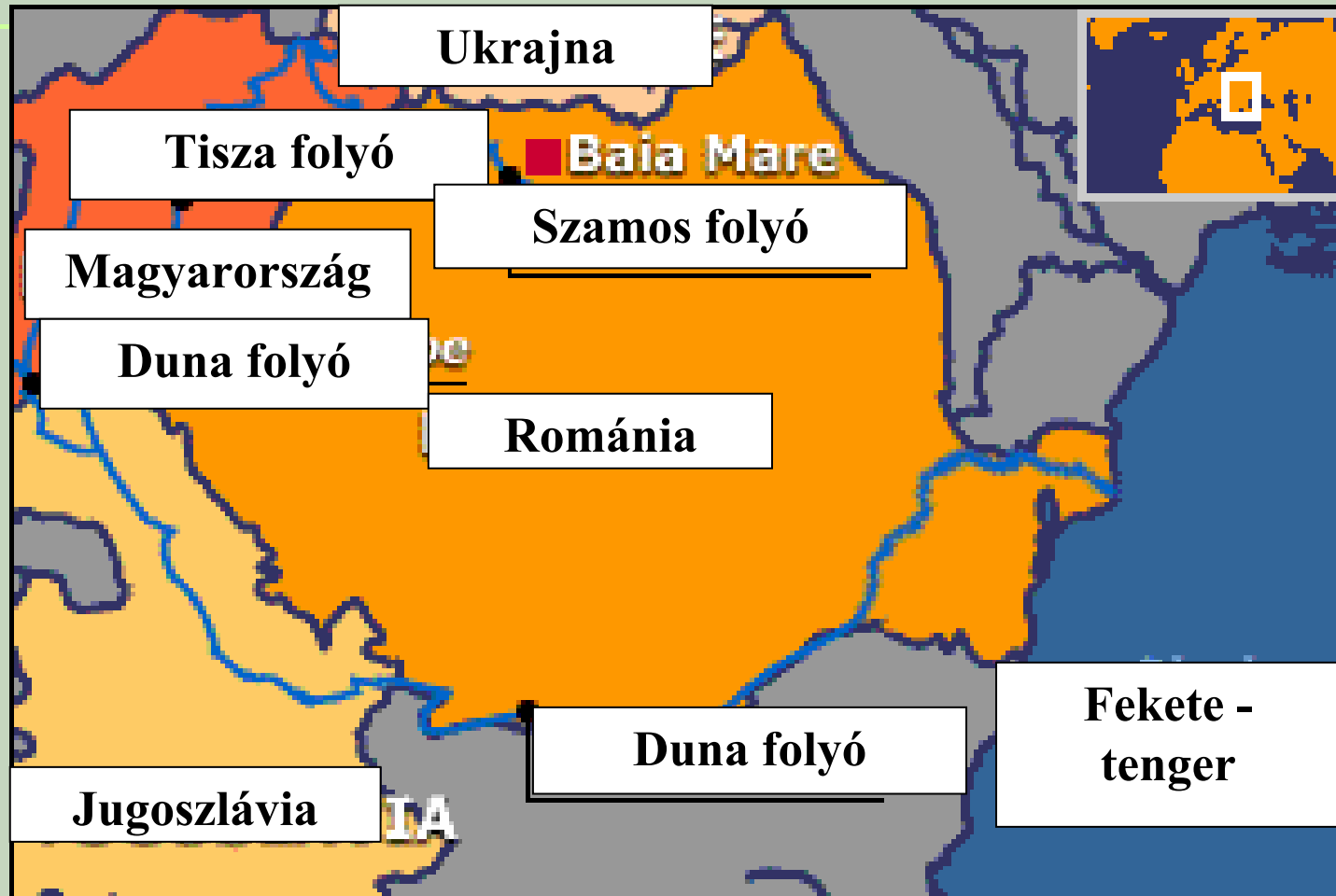


**Személyi sérülés**

(Ivóvíz szennyezés, bioakkumuláció!)



# 2000. január 30. Nagybánya, Románia







# Nagybánya - a baleset



Közel 100 000 m<sup>3</sup> magas cianid -, és nehézfém koncentrációval szennyezett víz ömlött ki egy vízgyűjtő medencéből

A szennyezés elérte a Zazar és a Lapos vízfolyásokat a Szamos/Somes folyó felső vízgyűjtő területén, és azt követően a Duna folyót.

A szennyezés nagyszámú növény - és állatfajt pusztított el a folyó rendszerekben.

Senki sem halt meg, vagy sérült meg súlyosan

A hatóságok gyors cselekvése megakadályozta a szennyeződés bejutását az ivóvízellátó hálózatba

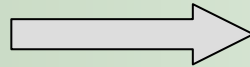
A 6 hónapos halászati tilalom súlyosan befolyásolta az ipart és a turizmust





# 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

mérgezés:

védelmi intézkedések tervezésénél

IDLH, ERPG, stb.

gőztűz:

ARH, ARH/2

tűzhatás:

másodfokú égés, stb.

túlnyomás:

dobhártya sérülés, stb.



# Eseménysorok hatásai

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



## Következmények szoftveres értékelése

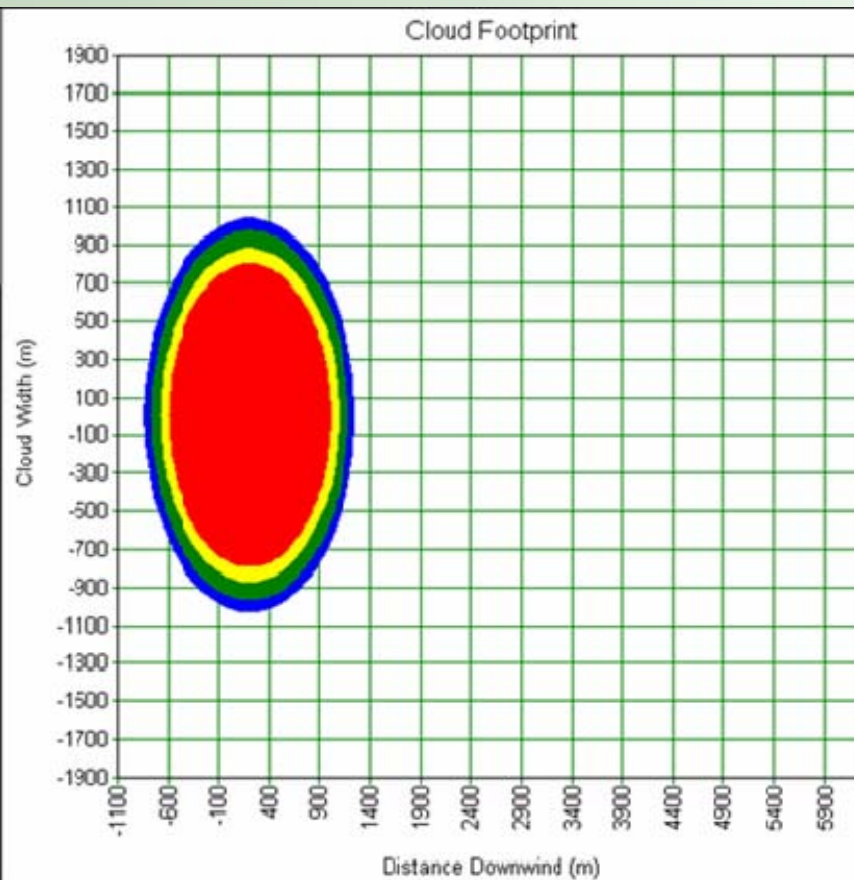
- Jelenlegi alkalmazások súlyos balesetek elemzéséhez
  - Nemzetközi szinten validált és verifikált szoftverek használata szükségszerű
  - Elvárás a kiáramlási modellek, levegőben való terjedés, tűz és robbanás eseteinek és hatásainak együttes kezelése, ugyanakkor a következmények mérőszámokkal történő együttes értékelésére történő alkalmazhatóság
- (CHARM (Radian corp.), PHAST (DNV Technica Ltd.), SUPERCHEMS (iMosaic), TRACE/SAFER (SAFER). SAFETI Professional (DNV) PHAST UK HSE (RISKAT))



# Eredmények (példa)

Study Folder: PHAST  
Example Study  
Audit No: 6367  
Model: Chlorine Rupture  
Weather: F 1.5m/s  
Material: CHLORINE  
Averaging Time: Toxic(600 s)  
Height: 0 m  
Concentration  
Time: 255.011 s

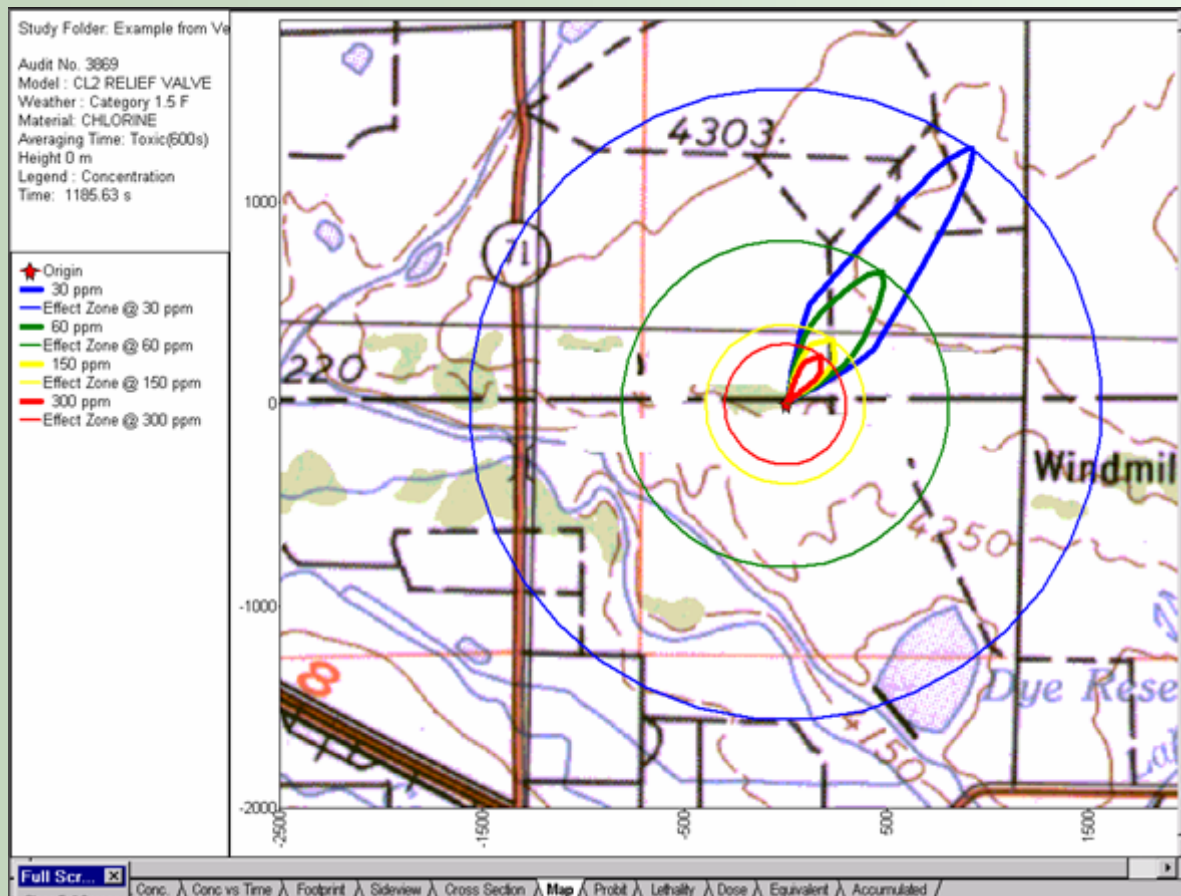
3.3945e+006m2 @ 30ppm  
2.97815e+006m2 @ 60ppm  
2.42703e+006m2 @ 150ppm  
2.00995e+006m2 @ 300ppm



Felhő felülnézet:  
A felhő szélessége  
és a felhő  
távolsága  
szélirányban,  
adott időnél.



# Eredmények (példa)

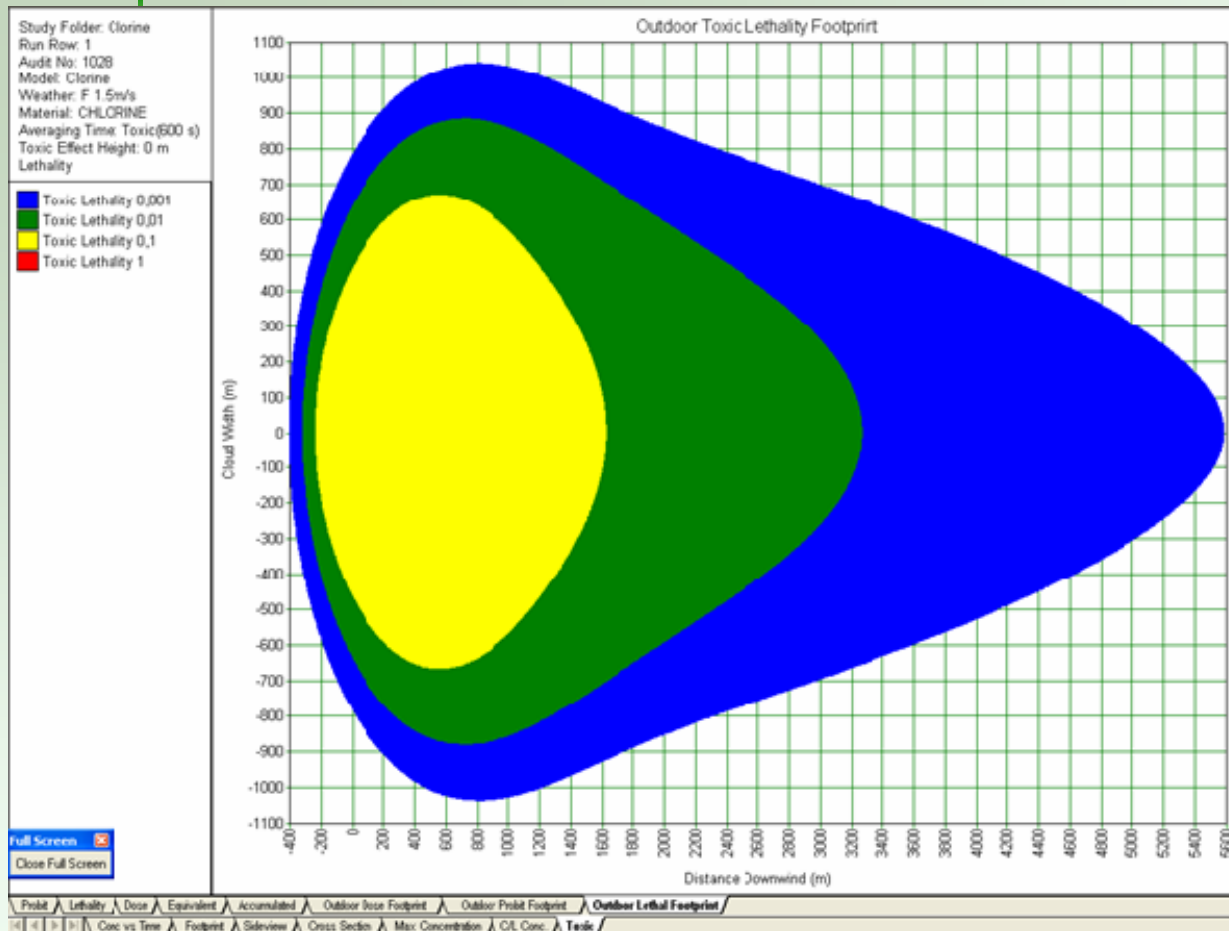


Felülnézeti  
kép -  
térképre  
rajzolva



# Eredmények (példa)

halálozási lenyomatok





# Hősugárzás

Hőterhelés (kW/m <sup>2</sup> )	Hatások
37,5	Elegendő ahhoz, hogy kárt okozzon a berendezésekben
12,5	Minimális energia, amely a fa meggyulladásához, a műanyag csövek olvadásához szükséges
9,5	8 s után fájdalomküszöb, 20 s után másodfokú égési sérülések
4.0	Fájdalom tűréshatárának elérése 20mp után.
1.6	Tűréshatár elérése 60mp után. A területen túl korlátozás nem szükséges.
0.7	A tűznek kitett bőr elvörösödik és hosszú kitettség esetén megég.

A hősugárzástól származó sérülések szintén elemezhetők Probit összefüggések használatával





# 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



# A mérgező gázfelhő károsító hatása

- Toxikus anyagi jellemzők - kitettség
- Mérgezési koncentráció határértékek kiterjedésének távolságai (ERPG szintek)
- Az időbeli átlagolás hatásainak figyelembevétele
- Számítással meghatározott Probit értékek  $\Rightarrow$  Elhalálozás valószínűsége
- Sérülés számítása – hatósági állásfoglalás alapján



# Környezeti hatások

- A következmény felmérés legkorszerűbb vegyi balesetekre kidolgozott modelljei a **légkörre** összpontosítanak (az emberi élet védelmére fordított kiemelt figyelem eredményeként)
- A környezeti károk egyéb területeket is magukba foglalnak:
  - Felszíni vizek (folyók)
  - Talajvíz
  - Termőtalaj
- Létezik pár modell, mely az ezen területekre bejutó vegyi anyagok sorsát részletezné, bár eredményeiket ritkán mérik fel



Köszönöm a megtisztelő figyelmüket!