

XXXII. Országos Tudományos Diákköri Konferencia
Had- és Rendészettudományi Szekció
Gödöllő, 2015. április 15-17.
Szent István Egyetem Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar
Nemzeti Közszerológati Egyetem

Veszélyes üzemekkel kapcsolatos kockázat és következményelemző
eszközök alkalmazása Magyarországon

Jelige: iparbiztonság, kockázat és következményelemzés

Pályamunka lezárásának időpontja: 2014. november

2015

Tartalomjegyzék

Bevezetés	4
Témaválasztás indoklása, aktualitása.....	4
Kutatás során vizsgált kérdések	4
A kutatómunka célkitűzései.....	4
Téma körülhatárolása	5
Kutatási módszerek	5
1. Súlyos ipari balesetek veszélyeztetettség elemzésének alapjai	6
1.1. Veszélyeztetettség elemzés	10
1.1.1. Veszélyeztetettség elemzés lépései	12
1.2. Egyéni kockázat	12
1.3. Társadalmi kockázat	14
1.4. Veszélyességi övezet, sérülés egyéni kockázata	14
1.4.1. Veszélyességi övezet.....	14
1.4.2. Sérülés egyéni kockázata	15
1.5. Belső és külső védelmi terv, súlyos káresemény elhárítási terv – veszélyeztetett terület számítása	16
1.6. Kibocsátási és terjedési modellek	17
1.7. Az iparbiztonsági hatóság által az alkalmazott szoftverrel szemben támasztott követelmények.....	17
RÉSZÖSSZEGZÉS.....	19
2. Hatóság által elfogadott szoftverek	20
2.1. ALOHA	21
2.1.1. Kezelése	22
2.1.2. „Threat Zone Plots and Threat at a Point”	23
2.1.3. Eredmények	24
2.2. DNV Phast kockázat és következményelemző program.....	24
2.2.1. Futtatás, mentés eredmények.....	31
2.3. HGSYSTEM	34
2.3.1. A HGSYSTEM leggyakrabban alkalmazott moduljai:.....	34
2.4. SAVE II.....	36
2.5. SuperChems	39
2.6. DEGADIS	40
2.7. CFAST.....	40

2.8. Breeze Incident Analyst	40
2.8.1. Meteorológiai adatok	41
2.8.2. Anyagra vonatkozó adatok	41
2.8.3. Forrásra vonatkozó adatok.....	42
2.8.4. Koncentráció.....	42
2.9. ISC2	43
2.10. Surfer	43
2.11. SLAB View	44
2.12. Risk Spectrum Professional.....	45
2.13. Risk Curves	46
2.14. Relex 7.7	46
2.15. FDS	46
2.16. Effects softwer	47
Részösszegzés	49
Pályamunka összegzése	50
Célkitűzések egybevetése a kutatási eredményeimmal	51
Javaslattétel.....	51
IRODALOMJEGYZÉK	53
Mellékletek	56
1. számú melléklet: Szoftverek	57
2. számú melléklet: Szakértő vállalkozások listája.....	58

BEVEZETÉS

Az elmúlt években nagy figyelmet kapott a veszélyes anyagokkal foglalkozó és a küszöbérték alatti üzem biztonsági dokumentációja, amely garantálja, hogy az üzemeltető a súlyos balesettel kapcsolatos veszélyeket azonosította, valamint a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek kockázatát elemezte és értékelte. A súlyos ipari balesetekkel kapcsolatos kockázat- és következmény elemzések olyan eljárások, amelyek a veszélyes anyagokkal foglalkozó létesítményekre, üzemekre vonatkozóan vizsgálja a kockázati szintjüket, valamint az esetleges veszélyes anyag kibocsátásának következményeit. Az elemzések foglalkoznak az üzem kockázatának, a környezetében élők veszélyeztetettségének megállapításával, illetve ha szükséges kockázatsökkentő intézkedések bevezetésére, akkor az azt megalapozó javaslatok kidolgozásával. Az elemzések elfogadható, feltételekkel elfogadható, vagy elfogadhatatlan kockázati szintet eredményezhetnek. A kockázat és következményelemzéseket végző programok képezik a pályamunkám középpontját.

Témaválasztás indoklása, aktualitása

A téma kiválasztása során ügyeltem arra, hogy jelenkori, aktuális problémákkal, kérdésekkel foglalkozzak. Ennek megfelelően esett a választás az iparbiztonság és azon belül a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek területére, hiszen egy súlyos baleset bekövetkezése érintheti az üzemben dolgozókat, illetve a lakókörnyezetben élőket, így fontosnak tartottam a lakosság biztonságát szolgáló és a létesítményekre vonatkozó kockázat és következmények elemzését végző eszközök vizsgálatát, bemutatását. Ezzel rávilágítva ezen eszközök jelentőségére és a biztonsági dokumentáció alapját képező elemzések szükségességére.

Kutatás során vizsgált kérdések

A következő kérdésekre szeretnék választ kapni a kutatómunkám során:

- Milyen eszközöket használ az iparbiztonsági hatóság?
- Melyek a hatóság által elfogadott szoftverek, mikor és milyen jellegű elemzések során használják a szoftvereket?
- Milyen lépésekből áll az elemzés lefolytatása?
- Szükséges e a hatóság által elfogadott szoftverek számát szűkíteni?

A kutatómunka célkitűzései

Az alábbi célkitűzéseim voltak a kutatómunkám során:

- Azonosítom és bemutatom, hogy milyen kockázat és következményelemző szoftvereket használ az iparbiztonsági hatóság.

- Megvizsgálom, milyen szoftvereket fogadott el az iparbiztonsági hatóság, és bemutatom a használatának lépéseit.
- Tanulmányozom, hogy a felhasználók a szoftvereket mikor és milyen célra alkalmazzák.
- Áttekintem a szoftverek alkalmazási eredményeit, és elemzem azokat.

Téma körülhatárolása

Az első fejezetben elsősorban a kockázat és következményelemzés alapjait, az üzemek biztonsági dokumentációját, a veszélyeztetettség elemzést, annak lépéseit, valamint a referencia eseménysorokat mutatom be. Ismertetem az egyéni és társadalmi halálozás kockázatát, a veszélyességi övezet meghatározásának hátterét, valamint a sérülés egyéni kockázatának kiszámítását három referencia eseményt alapul véve.

A második fejezetben megvizsgálom az iparbiztonsági hatóság által használt szoftvereket, a használatának lépéseit, és a kapott eredményeket is bemutatom. Ezt követően rátérek a hatóság által elfogadott eszközök tanulmányozására, hogy mire alkalmasak, és milyen modellek futtatására használhatóak. A használat során a különböző lépéseket képekkel mutatom be, hogy könnyebb legyen ismertetni az alkalmazását, és világos képet kapjak róla.

Kutatási módszerek

Kutatómunkám során törekedtem a tudományos megalapozottságra, az elméleti szempontok, szabályok gyakorlati perspektívával való alátámasztására. Kutatásaim során a témából, annak tudományos feldolgozottságából az alábbi módszereket részesítettem előnyben:

- Részt vettem a témával kapcsolatos előadásokon és felhasználtam azok anyagait.
- Megvizsgáltam az egyetem könyvtárában fellelhető szakdolgozatokat, diplomamunkákat, doktori értekezéseket, ezenfelül a témámmal kapcsolatos hazai és külföldi írott és elektronikus szakirodalmat.
- Tanulmányoztam a Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság hivatalos honlapját, és az iparbiztonsági hatóságnál fellelhető anyagokat.
- Megvizsgáltam a vizsgált szoftverek felhasználói adatlapjait, valamint honlapjait.

Kutatásomat 2014. november 10-én zártam le, az azóta történt jogszabályi változásokat, az iparbiztonsági adatokat, bekövetkezett fejlesztéseket a pályamunkám nem tartalmazza.

1. SÚLYOS IPARI BALESETEK VESZÉLYEZTETETTSÉG ELEMZÉSÉNEK ALAPJAI

A pályamunkám fő témakörét a kockázatelemzéssel és következményelemzéssel kapcsolatos eszközök teszik ki, ennek okán az első fejezetben lényeges, hogy bemutassam az engedélyezési kritériumokat, a halálozás egyéni és társadalmi kockázat meghatározásának folyamatát, veszélyeztetettségi övezet határainak kijelölését, a védelmi tervezéshez szükséges következmények elemzését, veszélyeztetettségi elemzés lépéseit, valamint a referencia eseménysorokat.

A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezést a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény szabályozza. A jogszabályi hierarchiában alatta helyezkedik el a kormány 219/2011. (X. 20.) rendelete a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről, amely tartalmazza a biztonsági elemzéssel és biztonsági jelentéssel, valamint a súlyos káresemény elhárítási tervvel kapcsolatos fontos információkat. [1]

A veszélyes anyagokkal foglalkozó és a küszöbérték alatti üzem az iparbiztonsági hatóság által kiadott veszélyes tevékenység végzésére vonatkozó engedély birtokában kezdheti meg tevékenységét, amelyhez szükséges a hatóság részére egy kérelem benyújtása a biztonsági dokumentációval együtt. *„Az üzemeltető bármely természetes vagy jogi személy vagy jogi személyiséggel nem rendelkező szervezet, aki vagy amely veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemet, veszélyes anyagokkal foglalkozó létesítményt vagy küszöbérték alatti üzemet működtet, vagy alapszabályban, alapító okirat, illetve szerződés alapján döntő befolyást gyakorol a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem, küszöbérték alatti üzem működésére.”*[2]

Az üzemeltetőnek garantálnia kell, hogy a biztonsági dokumentációban foglalt kockázatok nem haladják meg a jogszabályban meghatározott értékeket, továbbá mindent megtett a súlyos balesetek bekövetkezésének csökkentése, megelőzése érdekében. Az üzemeltető az üzemben bekövetkezett veszélyes anyagokkal kapcsolatos üzemzavarról, súlyos balesetről haladéktalanul köteles bejelentést tenni a hatóság felé. Ezen felül köteles adatot szolgáltatni a külső védelmi tervhez.[1]

Küszöbérték alatti üzem üzemeltetőjének bejelentési, súlyos káresemény elhárítási terv készítési, adatszolgáltatási, valamint veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleset, üzemzavar bejelentési és vizsgálati kötelezettsége van. Alsó küszöbértékű veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem a fent említett kötelezettségeken

túl biztonsági elemzést, annak részeként belső védelmi tervet készít, adatot szolgáltat a településrendezési tervezéshez, valamint súlyos baleset megelőzési célkitűzéseket fogalmaz meg. A felső küszöbértékű veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem a fentiekén túlmenően biztonsági jelentést készít, biztonsági irányítási rendszert működtet, továbbá adatot szolgáltat a külső védelmi terv elkészítéséhez.

Hatások	Hatások leírása
Robbanás	Lökéshullám és szétrepülő törmelék, magas hőmérséklet
Mérgezés	Mérgező anyagok szervezetbe kerülése légzéssel, bőrön keresztül
Tűz	Hőhatás, égési sérülések
Oxidáció	Az égés folyamatát felgyorsítja, égési sérüléseket okoz
Marás, irritáció	Gyenge savakkal és lúgokkal való érintkezés miatt a bőr, szem, nyálkahártya sérülhet
Fagyás	Mélyhűtött folyadékok, nagy nyomás alatti gázok szabadba jutása fagyást okozhat
Fertőzés	Szervezet megfertőződése
Fulladás	Füst, egyéb gázok miatt oxigénhiányos állapot alakul ki.
Környezetet érő veszélyek	Víz, talaj, levegő szennyeződésének veszélye

1. ábra: Veszélyek
Készítette: a Szerző, 2014 [1]

A biztonsági dokumentációk meghatározása a jogszabályok alapján a következők:

„Belső védelmi terv a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek kialakulásának megelőzését, a belesetek elhárítását, következményeinek mérséklését szolgáló intézkedések megtételét, az értesítési, riasztási, felkészítési feladatok veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemben, veszélyes anyagokkal foglalkozó létesítményen belüli végrehajtásának rendjét, feltételeit szabályzó üzemeltetői okmány.

Külső védelmi terv a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem, küszöbérték alatti üzem környezetében élő lakosság mentése, az anyagi javakban, a környezetben bekövetkező károk enyhítése érdekében a végrehajtó rendszabályok bevezetésére, a végrehajtó szervezetre, a

vezetésre, az adatszolgáltatásra vonatkozó terv, amely a települési veszélyelhárítási terv része.

Biztonsági elemzés az üzemeltető által készített dokumentum, amely tartalmazza a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem üzemeltetőjének a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek megelőzésére vonatkozó általános célkitűzéseit, továbbá annak az irányítási, vezetési és műszaki eszközrendszernek a bemutatása, amely biztosítja mind az ember, mind a környezet magas szintű védelmét, valamint annak bizonyítását, hogy az üzemeltető a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleseti veszélyeket azonosította, és a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek kockázatát elemezte és értékelte. A dokumentumnak elegendő információt kell szolgáltatnia a hatósági döntés kialakításához, A biztonsági elemzésben rögzített feladatoknak és intézkedéseknek arányosnak kell lenniük a biztonsági elemzésben leírt veszélyeztetéssel.

Biztonsági jelentés az üzemeltető által készített dokumentum, amely annak bizonyítására szolgál, hogy rendelkezik a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleseteket megelőző politikával és az annak végrehajtását szolgáló biztonsági irányítási rendszerrel, működőképes belső védelmi tervvel, a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleseti veszélyeket azonosította, és a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek kockázatát elemezte és értékelte, a megelőzésükre a szükséges intézkedéseket megtette, kellő mértékű a létesítményeinek biztonsága, megbízhatósága. A jelentések elegendő információt kell szolgáltatnia a külső védelmi tervek elkészítéséhez és a hatósági döntés kialakításához.

Súlyos káresemény elhárítási terv küszöbérték alatti üzem üzemeltetői okmánya, amely tartalmazza az üzem veszélyeztető hatásainak elemzését, valamint a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek megelőzését, elhárítását és hatásainak csökkentését szolgáló intézkedések végrehajtásának rendjét, feltételeit.” [2]

A katasztrófavédelem területi, helyi, valamint központi szerveire épül a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos ipari balesetek elleni védekezés hatósági tevékenysége. A katasztrófavédelem szervei megvizsgálják, hogy a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem, küszöbérték alatti üzem mennyire működik biztonságosan, valamint, hogy az üzem az elfogadható kockázati szinteknek megfelelően működik-e. A hatóság ezen tényezők meglétének vizsgálata érdekében a veszélyes anyagokkal foglalkozó és küszöbérték alatti üzemek felügyeletére létrehozott szervezet, ellenőrzi, hogy az üzemeltető rendelkezik-e a megfelelő infrastruktúrával, erővel és eszközzel annak érdekében, hogy a súlyos baleset

hatásait és következményeit hatékonyan csökkentse, vagy megelőzze a balesetet. Vizsgálja, hogy a biztonsági dokumentációban definiáltak megfelelnek-e a valóságnak, megfelelő-e a kidolgozott irányítási rendszer, és a havária szervezet.

A veszélyes tevékenység ellenőrzése és a tevékenység okán létrejött veszélyeztetési szint minősítése a tevékenység azonosítása után a bejelentésben és a súlyos káresemény elhárítási tervben lévő információk elemzése, értékelése alapján történik. Ezen minősítés alapja a küszöbérték alatti üzem okozta baleset potenciális következményeinek elemzése, súlyos káresemény elhárítási tervben ismertetett megelőző és következményeinek csökkentésére irányuló tevékenység tanulmányozása.

A hatóság értékeli a vizsgálat alatt, hogy a súlyos káresemény elhárítási tervben foglalt veszélyhelyzeti irányítás, a védekezéshez kapcsolódó infrastruktúra, továbbá a védekezést irányító szervezetek megfelelőek-e a tervben feltárt balesetből fakadó veszélyhelyzeti feladatok ellátására, továbbá hogy a felszerelése és a felkészítése a szervezeteknek eleget tesz-e a biztonsági követelményeknek. Ha a veszélyeztetési szint a jogszabályban meghatározott kritériumokat meghaladja, az üzemeltető által tervezett intézkedések nem elégségesek a súlyos baleset által kiváltott veszélyeztető hatás csökkentéséhez, baleset megelőzéséhez, abban az esetben az üzemeltetőt kötelezi a hatóság kiegészítő intézkedések bevezetésére, ezáltal a veszélyeztetési szint elfogadható kritérium alá csökken. Ezen intézkedések érintik a súlyos káresemény elhárítási terv tartalmát és az abban foglalt feladatok megvalósításának követelményeit. Az üzemeltető kockázatértékelést végezhet annak érdekében, hogy bizonyítsa a biztonságos működést. Az értékelést a súlyos káresemény elhárítási tervvel együtt nyújtja be a hatóság számára. Az értékelés és minősítés vizsgálatakor a Rendelet 7. melléklet 1. pontjában foglaltakat kell figyelembe venni. Abban az esetben, ha a kockázati, veszélyeztetési szint nem csökkenthető a hatóság által elfogadható szintre, a hatóság dönt a veszélyes tevékenység korlátozásáról, vagy megszüntetéséről.

A belső védelmi tervezés és a külső védelmi tervezés során a kockázatelemzés eredményeinek figyelembevétele mellett következményelemzést kell végezni.

A fent említett veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek biztonsági dokumentációjának elkészítéséhez elengedhetetlen a kockázat- és következményelemző eszközök használata, a pontos értékek megállapításához. Az eszközök bővebb kifejtését a következő fejezetben fogom tárgyalni. Ahhoz, hogy teljes képet kapjunk a kockázat- és következményelemző eszközök alkalmazásáról, előbb értelmeznünk kell a halálozás egyéni és társadalmi

kockázatot, veszélyességi övezetet, meg kell határozni a referencia eseménysorokat, továbbá a veszélyeztetettség elemzés lépéseit.

1.1.Veszélyeztetettség elemzés

A veszélyeztetettség elemzést a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleset által a 219/2011. Korm. rendelet 3. melléklet 1.6.1. bekezdése a következőképpen határozza meg:

„Az üzemeltető a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem által okozott veszélyeztetést, a kockázatot és a következmények értékelését együttesen figyelembe vevő módszerrel értékeli. E módszer szerint az értékelés a következő szakaszokra osztható:

- *a veszély meghatározása (a súlyos baleset lehetőségének azonosítása),*
- *a lehetséges veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetet eredményező események előfordulási gyakoriságának, valószínűségének meghatározása,*
- *az azonosított veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleset következményeinek értékelése, valamint a lehetséges dominóhatások és azok következményeinek bemutatása és értékelése,*
- *az egyéni és társadalmi kockázat meghatározása céljából a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleset valószínűségének és következményeinek integrálása a hatások által érintett területre,*
- *az előző lépés eredményeképpen kapott veszélyeztetési mutatók összevetése az engedélyezési kritériumokkal.” [3]*

Az üzemeltető a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek valószínűségét, kialakulásának okait és következményeit elemzi. Azaz ismerteti azon okokat és következményeket, amelyeket a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek, üzemzavarok váltottak ki akár az üzemben belül, akár kívül, továbbá bemutatja a baleset, üzemzavar lefolyását. A veszély azonosítását és a kockázat értékelését a nemzetközileg elfogadott, a gyakorlatban használt módszerrel végzi. Ezt követően értelmezi és értékeli a kapott eredményeket a következményekre vonatkozóan, valamint valamely eseménysorhoz kapcsolódóan prezentálja azon területeket, melyeket elérhet az üzemben bekövetkező baleset hatásai. A területet vizuálisan szemléltetve, térképen, fényképen jelölik, ha ez nem lehetséges, akkor részletes és pontos leírással jellemzik. A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek következményeinek értékelését az üzemeltető végzi el, azon eszközzel, amely az adott fajtájú súlyos balesetre alkalmas, valamint nemzetközileg elfogadott. Az értékelésnek ki kell terjednie minden, az adott üzemben azonosított technológiában feltárt balesetre. Abban az

esetben, ha biztonsági elemzésről vagy biztonsági jelentésről van szó, akkor csak a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem egészére vonatkozó veszélyeztetést, legnagyobb mértékű kockázatnak számító várható baleseti eseménysorokat szükséges értékelni és ismertetni szövegesen. Az azonosított veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek következményeinek és gyakoriságának alapján az üzemeltető a mérgező anyagok terjedésére, hőre és minden ismert eseménysort figyelembe véve meghatározza a sérülés egyéni kockázatának meghatározását követően az üzem veszélyességi övezetét. A kockázat mértékének a meghatározásakor szem előtt kell tartani az emberi sérülést okozó eseménysorok, hatások mellett, az üzem környezetét és a környezetre vonatkozó különböző természeti értékeket is. Tehát egy elemzés, értékelés során nem csak a belső környezetet kell figyelembe venni, hanem a külső környezetet, a lakosságot, és természetet egyaránt.

Eseménysor	Oka	Következménye
Sugárláng(Jetfire)	A nyomás alatt kiáramló éghető gőz/gáz azonnal begyullad	A környezet hőterhelése
Gőz/gáz felhő robbanás (UVCE)	A nyomás alatt kiáramló éghető gőz/gáz késéssel gyullad be	Lökési hullám
Gőz/gáz felhőtűz (deflagáció)	Az éghető gőz/gáz felhő távoli gyújtóforrástól gyullad be	A környezet hőterhelése, visszaégése a kiszabadulás forrásáig
Tócsatűz	Az éghető folyadék szétterül a felszínen	A környezet hőterhelése
Forrásban lévő folyadék gőz/robbanás (BLEVE)	A gőz/gázrobbanást forrásban lévő folyadék okozza	A környezet hőterhelése, léglökési hullám, tűzgömb
Mérgező anyag felhőjének szétterjedése	Gőz/gáz kiáramlása a tartályból vagy folyadék tócsa párolgása	Emberek és a környezet mérgezése
Robbanóanyag egészének felrobbanása	Robbanás feltételeinek létrejötte, iniciálása	Léglökési hullám.

2. ábra: lehetséges következmények
Készítette: a Szerző, 2014. [1]

1.1.1. Veszélyeztetettség elemzés lépései

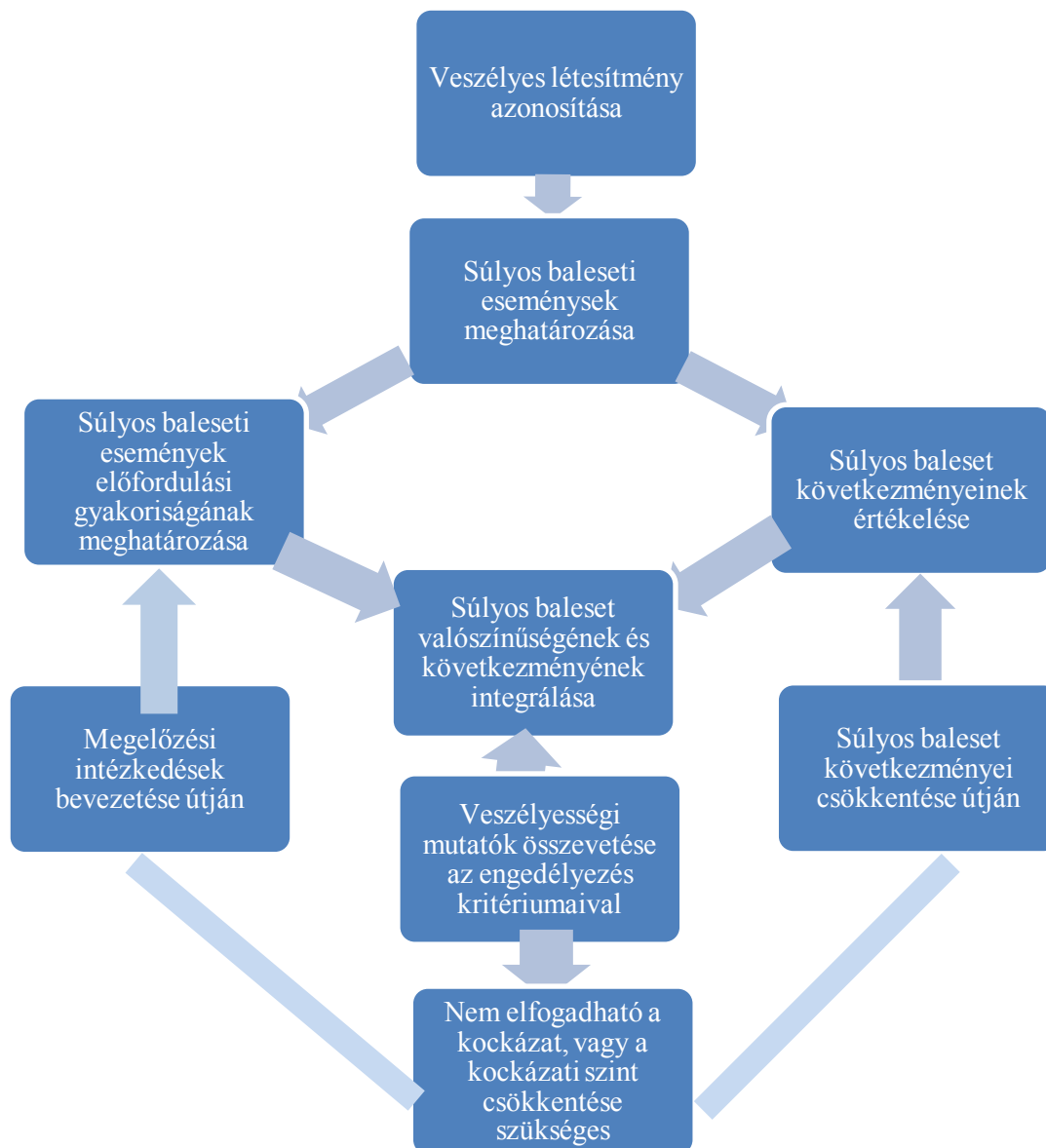
Az üzemeltetővel szemben elvárt, miszerint be kell bizonyítania, hogy az üzemen végzett tevékenység kockázata kisebb, mint a Kormányrendeletben meghatározott kritériumok, értéke. Ezen elemzés lépései a következők:

- Üzemazonosítás,
- Létesítmény rangsorolása,
- Veszély azonosítása,
- Bekövetkezés gyakoriságának elemzése,
- Következmény elemzés,
- Egyéni, társadalmi kockázat azonosítása. [2]

1.2. Egyéni kockázat

Az egyéni kockázat az elhalálozás gyakoriságát jelenti az üzemen belül és kívül, ami a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem tevékenysége eredményeképpen alakul ki. Meghatározásakor figyelembe kell venni az üzem területén a lehetségesen kialakuló összes súlyos baleseti eseménysort, valamint a káros hatások terjedését érintő és befolyásoló tényezők egészét. Figyelmen kívül kell hagyni az egyéb, ár vagy belvíz, által jelentkező veszélyeztető hatásokat. A veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem okozta veszélyeztetést, valamint az ebből következő következményt és kockázatot az üzemeltető mennyiségi kockázatelemző módszerre értékeli. Az értékelés szakaszai a következők:

- Veszély meghatározása: súlyos baleseti eseménysorok feltárása direkt vagy indirekt módszerekkel, baleseti csúcsesemény, közvetlen halálos hatás figyelembevétele.
- Potenciális veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetet okozó előfordulási gyakoriságának, bekövetkezési valószínűségének megállapítása: üzemeltető ok-okozati elemzése, csúcsesemény gyakoriságának, valószínűségének meghatározása.
- Az előzőleg azonosított veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetet előidéző események előfordulási gyakoriságának, bekövetkezésének gyakorisága, következmények értékelése, az ezt követő dominóhatások és következmények ismertetése, értékelése: elhalálozás valószínűségének meghatározása, károsító hatások terjedésének definiálása, belső és külső dominóhatások vizsgálata.

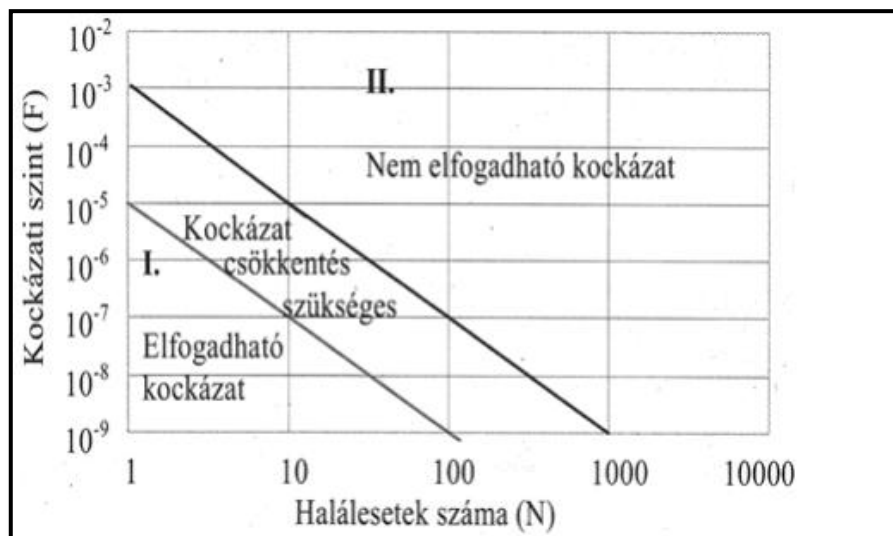


3. ábra: Kockázatelemzés struktúrája
Készítette: a Szerző, 2014. [1]

- Az egyéni és társadalmi kockázat meghatározása abból a célból, hogy a balesetek valószínűségének és következményeinek eredményeinek összevonásra kerüljenek azokra a területekre, amelyeket a hatások érintenek: egyéni kockázat összetevőjének majd az eredőjével annak meghatározása, szintvonalakkal való összekötése.
- A fent említett lépések végeredményeként az eredmények összehasonlítása az engedélyezési kritériumokkal: elfogadható a kockázat, ha lakóövezetben 10^{-6} halálos esemény/év, ha 10^{-5} és 10^{-6} között helyezkedik el, különböző kockázatsökkentő intézkedéssel elfogadhatóvá lehet tenni, ha azonban a kockázat 10^{-5} halálos esemény/év, akkor elfogadhatatlan a kockázat.

1.3. Társadalmi kockázat

Ezen kockázat számításakor a veszélyeztetett területen élő lakosságon túl figyelembe veszik a időszakosan ott tartózkodó embereket is. Példának okán említeném a bevásárlóközpontokat, iskolákat, szórakozóhelyeket. A halálos hatás embert érintő számának növekedésével arányosan csökken az elfogadhatóság. A társadalmi kockázat szintjét a halálos áldozatok számának függvényében lehetséges megszabni.



4. ábra: Társadalmi kockázat [4]

1.4. Veszélyességi övezet, sérülés egyéni kockázata

1.4.1. Veszélyességi övezet

„A veszélyességi övezet a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleset lehetséges következményeinek csökkentése érdekében a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem környezetében a hatóság által kijelölt, az egyéni sérülés kockázatához igazodó terület.” [1]

A hatóság jelöli ki a veszélyességi övezetet a biztonsági jelentés és biztonsági elemzés alapján, valamint az üzemeltető javaslatot tehet a veszélyességi övezetre, így ha a hatóság álláspontja megegyezik a javaslattal, az a hatóság álláspontjává válik. Az üzemeltető a terület pontjaira meghatározza a sérülés egyéni kockázatát, amelyet tartalmazhat a biztonsági elemzés és biztonsági jelentés. Ennek eredményeképp a hatóság a veszélyességi övezetet különböző zónákra osztja, amelyek a következők.

- A belső zóna az a területrész ahol a sérülés egyéni kockázata meghaladja a 10⁻⁵ esemény/év értékeket.

- A középső zóna az a területrész, ahol a sérülés egyéni kockázata 10^{-5} és 10^{-6} esemény/év értékek között van.
- A külső zóna az a területrész, ahol a sérülés egyéni kockázata nem éri el a 10^{-6} esemény/év értéket, viszont nagyobb mint 3szor 10^{-7} .

1.4.2. Sérülés egyéni kockázata

A sérülés egyéni kockázatának számítása három eseményhez köthető, mint a hőszugárzáshoz, a mérgezéshez, robbanáshoz.

Hőszugárzás esetében a sérülés jól meghatározható, amelyeket 4 csoportba sorolnak. Első, másod, harmad és halálos kimenetelű sérülés. A számítás tartalmazza az egy személyre kiterjedő elhalálozás valószínűségének kiszámítását. A személy hőszugárzásra való kitettségének okán létrejövő halálozás valószínűsége kiszámolható a probit függvény segítségével. A hőszugárzás alapján létrejövő elhalálozási jellemző probit függvény a következő:

$$Pr = A + B \times \ln (Q^{4/3} \times t)$$

A Pr jelenti azt a probitot, amely az elhalálozás valószínűségének megfelel. A Q jelöli a hőszugárzást, a t pedig az expozíciós időt. A sérülés egyéni kockázatának meghatározására a másodfokú égési sérülést kell alapul venni probit függvény használata esetén.

Mérgezőskor külső környezetben lévő mérgező gázok, gőzök, permet vagy por esetleges szervezetbe jutásáról beszélünk. Bőrfelület sérülése esetén gyorsabban felszívódhat a mérgező anyag, így azonnal a szervezetbe kerül. Mérgezőskor három csoportot határoznak meg. Az első, amikor az expozíció a bőrön keresztül történik, a második emésztőszervek útján, a harmadik esetében pedig a légutakon keresztül. Ennek függvényében a szervezet ellenálló képessége függ a bejutási úttól. Mérgezés esetében nehezen lehet meghatározni a sérülést. A sérülés egyéni kockázatának meghatározása a következő feltételezésen alapszik. A káros hatás fajtájától független a sérüléshez és halálozáshoz vezető probit érték. Mérgező anyagok esetében a következő probit függvény vonatkozik a halálozásra:

$$Pr_{hm} = a_h + b_h \times \ln (xC^n \times t)$$

A Pr_{hm} jelöli a halálozás valószínűségének megfelelő probitot mérgezés esetén, az a_h , b_h , és n , egy adott anyag mérgezőképességét leíró konstanst, a C a koncentrációt, valamint a t az expozíciós időt.

Robbanás esetében számos sérülés definiálható, de a dobhártya beszakadásra vonatkozó túlnyomás értékeit szükséges elsősorban figyelembe venni. A probit függvény által való megközelítés ebben az esetben nem lehetséges, a sérülés egyéni kockázata ilyen módon nem definiálható, ennek okán a túlnyomás és távolság függvényét veszik figyelembe, amelyet ábrán szemléltetnek. Ezen grafikonon jelzik a túlnyomás értékét, amely a halálozásra vonatkozik, a sérülésre vonatkozó túlnyomási értéket és jelölik, hogy az mely távolságban értelmezhető.

1.5. Belső és külső védelmi terv, súlyos káresemény elhárítási terv – veszélyeztetett terület számítása

„Veszélyeztetett terület: ahol a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem, küszöbérték alatti üzem tevékenysége során bekövetkező veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek, üzemzavarok által okozott mérgező, hőszugárzási, ökotoxikus vagy túlnyomási hatások az emberi egészséget, a környezetet vagy a természeti értékeket károsíthatják.” [3]

A súlyos káresemény elhárítási terv vizsgálatának, minősítésének és elfogadhatóságának követelményei a következők: A súlyos káresemény elhárítási terv benyújtása után a hatóság értékeli, valamint megvizsgálja a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek veszélyeinek és baleset hatásának, következményének az értékelését, amelyeket az üzemeltető feltárt. Ezt követően vizsgálja, hogy a tervben foglalt védelmi intézkedések egyenértékűek-e a veszélyeztető hatásokkal, valamint a tervezett intézkedésben kijelölt tevékenységeket végrehajtásának vannak-e feltételei, összességében vizsgálja, a tervben meghatározottak valóságát helyszíni ellenőrzéssel.

A veszélyeztetettségi vizsgálatnak a küszöbérték alatti üzem esetében több szempontja van. A hatóság felülvizsgálja a módszereket és kiindulási útmutatókat, amelyeket a veszélyeztetettség elemzés során alkalmaztak. Ezen belül azt, hogy helyesen alkalmazta-e az üzemeltető a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek feltételeihez, a hatások terjedéséhez, és a lakosság, környezet, természet hatásokkal szembeni érzékenységehez megfelelő mutatókat, számításokat. Megfelelő modelleket használt-e fel a következmény elemzésekor, továbbá, hogy ezek nem kedvezőbb eredményeket tükröznek-e. A veszélyeztetés minősítésének fő szempontja, hogy az üzemeltető bemutassa az általa azonosított veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek következményeit. A hatóság figyelmének középpontjában, a lakosság veszélyeztetettségének mértéke áll, amely során a következmények mértékét veszi

alapul. Elfogadható a veszélyeztetettség, ha a baleset kialakulása során halálos hatás nem várható a lakott területen, és ha a hatások nem érintik a tömegtartózkodásra alkalmas építményeket, közösségi létesítményeket. Halálos hatás tűznél a 8 kW/m² értéket elérő vagy meghaladó hőfluxus, gőztűz esetén az alsó robbanási határ felét elérő, vagy meghaladó koncentráció, és probit alapú 1 %-ot elérő, vagy meghaladó elhalálozási valószínűség. Mérgezés esetében az a veszélyes anyag koncentráció, amely visszafordíthatatlan egészségkárosodást okoz, vagy az ERPG 3 érték, valamint az 1%-ot elérő, vagy meghaladó probit alapú elhalálozási valószínűség. Túlnyomás esetében a 10 kPa értéket elérő, vagy azt meghaladó légköri hullám.

1.6.Kibocsátási és terjedési modellek

A szoftverek különböző modelleket használnak, a kibocsátások és terjedések meghatározására. A nyomás alatti gázok egyfázisú gázszugárként kerülnek ki a környezetbe, és gázfelhőként, vagy csóvaként terjednek tovább. Ebből fáklyatűz, vagy gőz-tűz alakulhat ki, legrosszabb esetben pedig gázfelhő robbanás, vagy robbanás alakul ki. Nyomás alatti cseppfolyósított gázok esetében kétfázisú gázszugár vagy azonnali kétfázisú kiömlés történhet, ami továbbterjedhet gázfelhőben vagy csóvaként. Ekkor kétfázisú fáklyatűz, gőz-tűz alakulhat ki, amelyet gázfelhő robbanás követhet. Mélyhűtött folyadék kikerülhet kiömlés, vagy forrásban lévő tócsa párolgás eredményeképpen, ami gáz csóvaként terjed tovább. Ebből tócsatűz vagy gőztűz alakulhat ki, gázfelhő robbanás előzményeként. Folyadék kiömléssel vagy forrásban nem lévő tócsa párolgással kikerül, gőz csóvaként továbbterjed, ebből tócsatűz alakulhat ki, ezt követően gőzfelhő robbanás jöhet létre. Por tartálytöréskor kerül a szabadba, porfelhőként vagy csóvaként beterítve a környezetet, tűz létrejötte után pedig por-robbanás alakulhat ki. Egyéb, szilárd anyag égésekor repeszhatással, szilárd robbanással kell számolni.

1.7.Az iparbiztonsági hatóság által az alkalmazott szoftverrel szemben támasztott követelmények

A modellezést követően ismertetem, hogy a Kormányrendeletben foglaltak szerint mely szempontok fontosak és elengedhetetlenek a szoftverekre való tekintettel. Fontos, hogy a program által használt modellek, eljárások nemzetközi szinten legyenek elfogadva, alkalmazva. A programokat a világon széles körben használják az ipari területen. Több nemzetközi hasonlítás során a legtöbb szoftver csak egymástól külön tudja alkalmazni az egyéni és társadalmi kockázat számszerűsítését, valamint a következményelemző modelleket. A programoknak tudniuk kell modellezni a tűz, robbanás és mérgező hatásokat. Minden következményelemző szoftvernek rendelkeznie kell nemzetközi viszonylatban elfogadott és

használt modellekkel, érvényesnek és ellenőrzöttnek kell lennie. A programba foglalt modellek és egyenletek felhasználhatósága több iparágra kell hogy kiterjedjen, összegezve tehát elfogadottnak, nemzetközinek és ellenőrzöttnek kell lennie.

A fent említett ismeretek bemutatását követően rátérek a kockázat és következményelemző szoftverek vizsgálatára.

RÉSZÖSSZEGZÉS

Az első fejezet során bemutattam a biztonsági dokumentációt: a biztonsági elemzést és jelentést, külső védelmi tervet és belső védelmi tervet, valamint a súlyos káresemény elhárítási tervet, amely elkészítéséhez a szoftverekkel készített kockázat és következményelemzés szükséges. A veszélyeztetettség elemzést, azok lépéseit, következmény elemzést, egyéni és társadalmi kockázatot. Részletesen foglalkoztam a veszélyességi övezetek meghatározásával, a társadalmi és egyéni kockázat definiálásával, mivel a további fejezetben ezekre az ismeretekre alapszik a szoftverek ismertetése és bemutatása. A kockázatok és következmények elemzésekor a végeredmények összehasonlítása során figyelembe kell venni az engedélyezési kritériumokat, amely meghatározza mely kockázat elfogadható, mely során kell bevezetni kockázatcsökkentő intézkedéseket, és melyiknél elfogadhatatlan a kockázati szint. Lakóövezetben elfogadható a 10^{-6} esemény/év értéket el nem érő kockázat, kockázatcsökkentő intézkedést kell bevezetni 10^{-5} és 10^{-6} közötti értékek esetében, elfogadhatatlan a kockázat abban az esetben, ha az meghaladja a 10^{-5} esemény/év értéket. A sérülés egyéni kockázatakor megvizsgáltam a mérgezésre, robbanásra és hősugárzásra vonatkozó számítási paramétereket.

Összegezve elmondható, hogy az első fejezetben sikerült minden olyan tényezőt és fontosabb alapismereteket bemutatni ahhoz, hogy a későbbiekben megfelelően tudjam tanulmányozni a kockázat és következményelemző szoftvereket, azok működését és a használatát. Ennél fogva rá is térnék a programok vizsgálatára.

2. HATÓSÁG ÁLTAL ELFOGADOTT SZOFTVEREK

Az alábbi fejezetben a kockázat és következményelemző szoftvereket fogom bemutatni. Az első fejezettel kívántam egy alapot teremteni a pályamunkámnak, amely segítségével a szoftverek ismertetését megkönnyíti. A következményelemzéshez használt számítógépes modellek, azaz a számítógépes alkalmazása a kibocsátási, terjedési és hatás modellezésnek a felhasználók részére hozzáférhetőek. Ezek ingyen is letölthetőek, valamint kereskedelmi forgalomban kaphatóak. Ingyenesen letölthető szoftverek között említeném az ALOHA és HGSYSTEM programokat, kereskedelmi forgalomban pedig a DNV, TNO és SUPERCHEM család tartozik. Némely szoftver alkalmazása csupán a következmény elemzés egyes részterületeire tejed ki. A katasztrófavédelem a DNV PhastRisk kockázat- és következményelemző modelljeit használja. A DNV magába foglalja a következmény elemzés során használt kibocsátási, terjedési és hatásértékelő modelleket is.

A következmény elemző programok a következőképpen alkalmazhatóak:

- A nemzetközi gyakorlatban is alkalmazhatóak a következményelemző modellek és szoftverek.
- A szoftvereknek elsősorban vertifikálnak és érvényesítettnek szükséges lenniük.
- A szoftverek modelljeinek, valamint számításainak alkalmasnak kell lennie különböző minták figyelembevételére, továbbá a nemzetközi fejlesztéseket be lehessen építeni.

A következmények értékelése során a terjedési távolságok és a sérülés, halálozás valószínűségét kell megállapítani. Mérgező gázok, gőzöknél a koncentráció figyelembevételével definiáljuk a mérgező anyagot tartalmazó felhő terjedését, mélységét, szélességét, magasságát, a kiválasztott pontra történő elérésének időtartalmát, azon való átvonulásának idejét. Éghető gázok, gőzök vizsgálatakor a terjedési távolságok mellett a számítás során alapul vesszük a robbanási koncentráció küszöbeit, azaz a felső és az alsó értékeket, valamint meghatározzuk a robbanás során kialakuló túlnyomás halálos, sérülést és rombolást okozó értékeit, és azok távolságát. Éghető anyagok égésekor, amelyek levegőben nem terjednek megállapítjuk a távolságokat a hőszugárzásra való tekintettel. Tetszőlegesen kiválasztott pont kiválasztásakor meghatározhatjuk a vizsgálat során, hogy a számított koncentrációt, túlnyomást, hőt, expozíciós időt alapul véve mekkora a halálozás, sérülés, rombolódás esélye. Az ehhez a ponthoz hozzárendelt hatások valószínűsége képezi a kiinduló adatokat a veszélyeztetettség elemzésnek. Ezeket áttekintve a következőekben rátérek az alkalmazott szoftverekre. [1]

Hatóság által elfogadott szoftverek listája a következő:

- ALOHA,
- Breeze Incident Analyst,
- CFAST,
- DEGADIS,
- DNV Phast MICRO 6.5,
- DNV PhastRick,
- Effect 8.1,9,
- FDS,
- HGSYSTEM,
- ISC2,
- RELEX 7.7,
- RiskCurves,
- RiskSpectrum Professional
- SAVE II.,
- SLAB View,
- SUPERCHEMS 3.0,
- SURFER. [5]

Mivel igen sok programról beszélünk, ezért a leggyakrabban alkalmazott szoftvereket kiemelten kezelve szeretném bemutatni.

2.1.ALOHA

Az ALOHA azaz Areal Locations of Hazardous Atmospheres, a veszélyes anyag levegőben való elhelyezkedését vizsgálja, amely a hatóság által elfogadott következményelemző számítógépes program. A kifejlesztését az Amerikai Környezetvédelmi Minisztérium és a Nemzeti Óceáni és Légköri Hivatal kezdeményezte és hajtotta végre. A programot folyamatosan fejlesztik. Több digitális térképi szoftverrel működik együtt, mint a MARPLOT, ArcGIS, és a GoogleEarth. Célja a kémiai anyagok kiszabadulása esetén a mérgező felhő, eloszlás, továbbá tüzek és robbanások forgatókönyvének meghatározása. Legfőbb célja azonban, hogy elfogadható és gyors eredményeket adjon a döntéshozók számára vészhelyzetben. Az ALOHA a gyorsasága miatt nem ad pontos adatokat, azonban a gyorsasága kifejlesztése érdekében számos funkcióval rendelkezik, amelyek a következők:

- Csökkentette az adat bevitele során a hibázás lehetőségét, figyelmezteti a felhasználót, ha a megadott érték nem valószínű, vagy fizikailag nem lehetséges.
- Adatbázisa tartalmaz hozzávetőleg 1000 veszélyes vegyi anyagot, fizikai tulajdonságot, jellemzőit, így a felhasználóknak nem kell beírni az adatokat.

„A program keretében kifejlesztett rendszerek több mint 6000 vegyi anyag elnevezését (és ezeknek kb. 80 000 szinonimáját) tartalmazzák, iránymutatást adnak az anyag fizikai, kémiai jellemzőire, a szükséges védőeszközök típusára, a mentesítő-közönbösítő anyagok fajtájára, a kiürítendő terület nagyságára, a szükséges lakosságvédelmi rendszabályok bevezetésére.” [6]

A program különböző forgatókönyveket generál, kiszámítja, hogy milyen gyorsan kerül ki a vegyi anyag, és az milyen kibocsátási modellben kerül ki a környezetbe, úgy mint a BLEVE, jetfire, gőzfelhő, robbanás, tócsatűz. Értékeli a különböző típusú veszélyeket, toxicitást, gyúlékonyság, hősugárzás, és túlnyomás alapján

2.1.1. Kezelése

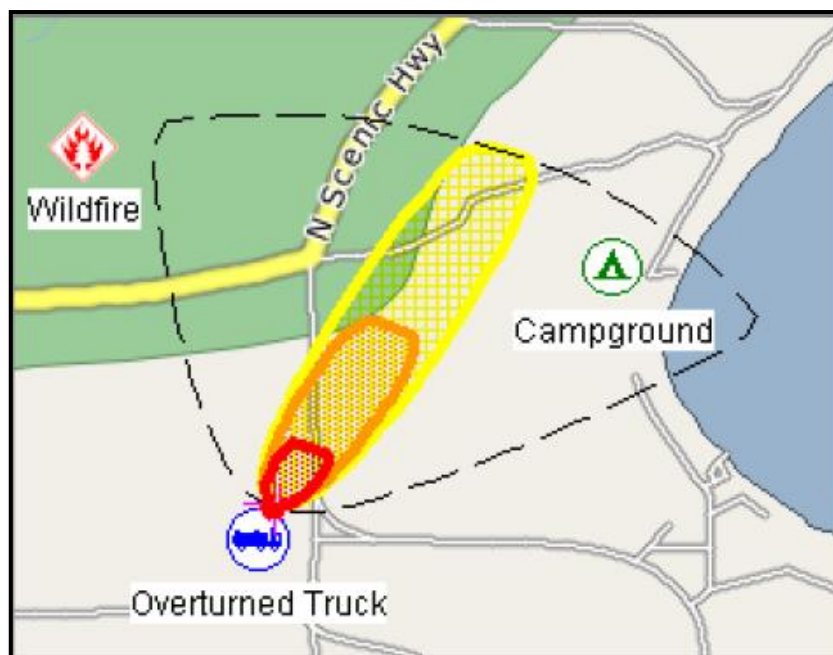
Az ALOH-át úgy tervezték, hogy könnyen kezelhető legyen, még a veszélyes helyzetekben, nyomás alatt is gyorsan lehessen használni. A program mindenki számára elérhető, ingyenesen letölthető. Letöltés után a párbeszédablak segítségével azonnal be lehet táplálni a kémiai paramétereket, időjárási viszonyokat és a kibocsátás fajtáját. A párbeszédablakok részletes segítséget nyújtanak, az eredmény nyomtatható verzióban gyorsan megjelenik egy dokumentumban. A felhasználó választhat, hogy a számítási adatok milyen grafikus ábrázolásban jelenjenek meg.[7]

A számítás során a program automatikusan azt feltételezi, hogy az anyag semmivel sem lép reakcióba, az adott területen nincs tűz, a kikerülés, kiömlés sík területen történik, és az emissziós feltételek állandóak. A program előnye, hogy gyors, az adatbevitel után rögtön megkapjuk a számunkra szükséges információkat, melyek alapján elkezdhető a beavatkozás.

Az elemzés során meg kell adni a meteorológiai adatokat, a szélirányt, szélsébséget, hőmérsékletet, levegő függőleges stabilitása, páratartalom, időjárási viszonyok (napsütés, borult, derült) környezet beépítettsége (erdő, város, sík, domb). Ezt követően be kell táplálni a tartályra és anyagra vonatkozó adatokat, azaz a veszélyes anyag paramétereit, a tartály alakját és méretét, anyag mennyiségét, töltöttségét, halmazállapotát, nyomást és hőmérsékletet mérő műszerek adatait, tartály sérülésének alakját, méretét, elhelyezkedését. [8]

2.1.2. „Threat Zone Plots and Threat at a Point”¹

A modellezés eredményeit összefoglalja egy térképen, amelyen három veszélyzónát jelenít meg. A piros zóna, fenyegetés zónáját jelenti, ez jelöli a legnagyobb kockázatot, az a terület amelyen belül a veszélyességi szint (toxicitás, gyúlékonyság, hőszugárzás vagy túlnyomás) az előrejelzések szerint meghaladja a „LOC”² a megengedett koncentrációs szintet. A három zónát a térképen pirossal, narancssal és citromsárgával jelölik. Értelmszerűen a piros a legveszélyesebb és a szín világosodásával csökken a kockázat. A veszélyzóna mindkét oldalán szaggatott vonallal jelöli a szélirányt. A különböző térképszoftverekkel, amelyeket fent említettem a fenyegetési zónánál a becslések is megjeleníthetők. A diagram részletes információkat tartalmaz az előre kiválasztott, számunkra legérdekesebb ponttal kapcsolatban, amely lehet egy iskola, vagy bevásárlóközpont. Az ALOHA megjeleníti vagy grafikonon vagy szöveges formátumban az adatokat. Példaként említeném a mérgező gáz kikerülését, amikor is a grafikon megjeleníti a koncentrációs időt. A forrás ablak megjeleníti a becsült sebességet, amikor a kémiai anyag belép a légkörbe, vagy az égési sebességet attól függően milyen modellt vizsgálunk. [8]



5. ábra: ALOHA terjedési modell képe [8]

¹ Threat Zone Plots and Threat at a Point: Veszélyeztetett terület diagrammja

² LOC: Olyan esemény, amely légkörbe történő anyagkibocsátást okoz.

2.1.3. *Eredmények*

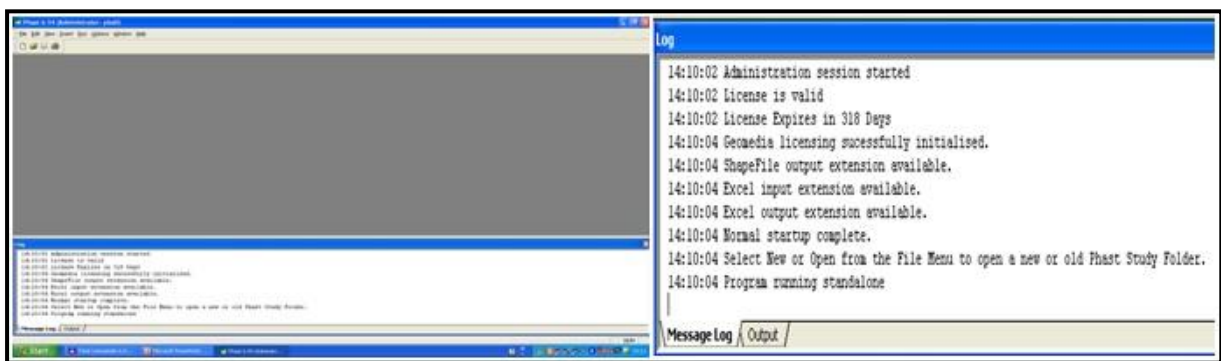
Az alapvetően drága térinformatikai szoftverre nincs szükség, mivel önállóan is használható a program, azonban a térinformatikai szoftverrel együtt többet nyújt.

Hátrány, hogy a szoftver ugyan gyors, azonban ez a pontosság rovására megy, és csak következményelemzésre képes. [8]

2.2. DNV Phast kockázat és következményelemző program

A DNV Phast programcsalád a Katasztrófavédelmi hatóság használja, amely a Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóságok számára is elérhető. A programcsaládhoz tartozik a:

- Következmény elemző:
 - Phast 6.54
 - Phast Admin 6.54
- Következmény és kockázat elemző:
 - Phast Risk 6.54
 - Phast Risk Admin 6.54



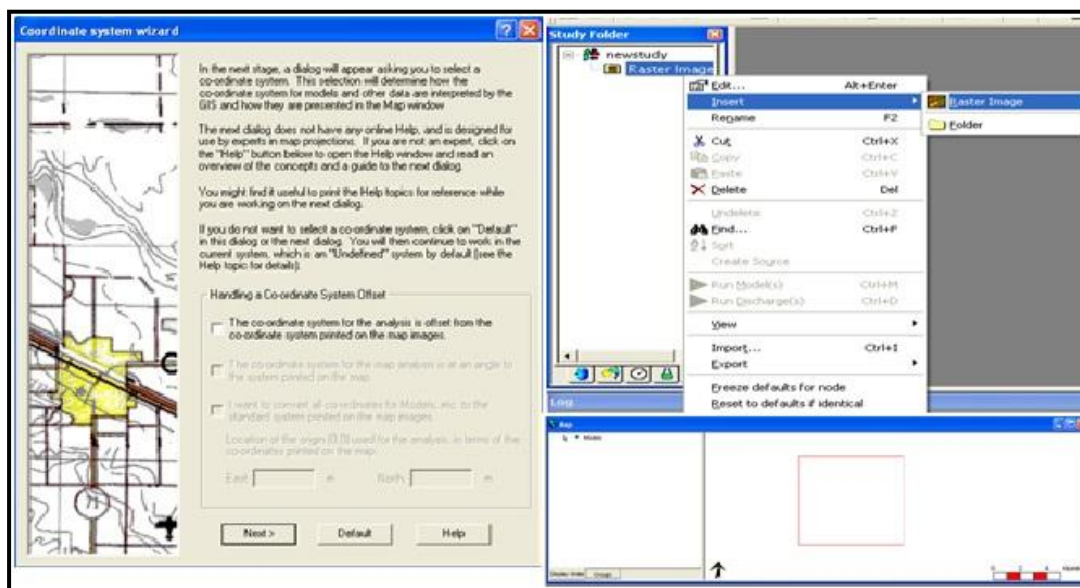
6. ábra: Napló [9]

Az elemzés során több lehetőségünk van különböző kibocsátások betáplálásában, úgy mint a folyadék, gáz vagy kétfázisú kifolyás, egy-vagy többkomponensű anyagok, időben állandó vagy időtől függő viselkedés, vagy épületen belüli kibocsátás. Ezt követően a számos terjedési modell közül választhatunk, mint az aeroszol kialakulása, lecsapódás, tócsaképződés, tócsa elpárolgása, légbeszívás és felhő szétoszlás, földet érés, felemelkedés, felhő sűrűsödés, felhő úszása, vagy passzív/Gauss-i felhő kialakulása. Tűz esetén kalkulálhatunk BLEVE és tűzlabda kialakulásával, fáklyatűzzel, tócsatűzzel és gőzfelhő

robbanásával. Az elemzés során a következő toxicitást vehetjük alapul: koncentráció-szél alatti távolság függvény, koncentráció-idő függvény, felhő mintázat, koncentráció épületen belül, probit értékek vagy toxikus hatás a felhőben. A program használata egyszerű és gyors. A program indítását követően az alul megjelenő napló területen a program jelzi azt, hogy mely parancsot mikor és milyen eredménnyel hajtott végre, valamint itt jelenik meg a licence lejáratának napja. Új modellezést a bal felső sarokban indíthatunk. [9]

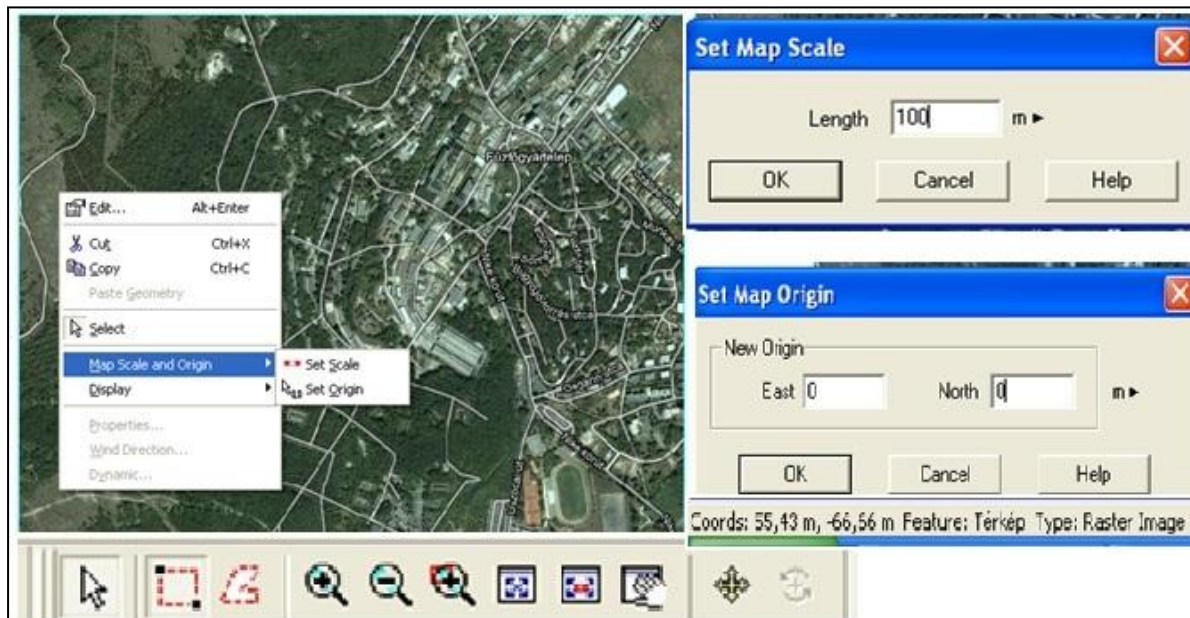
Az adatok betáplálásakor különböző színek jelennek meg a beviteli felületen, amelyek jelentése a következő:

- Szegély esetében:
 - a piros adatokat kell bevinni a számítások lefuttatása előtt, hiányos illetve hibás adat,
 - a zöld alapértékek vannak beállítva.
- Szöveg esetében:
 - fekete az a sorrész, amely aktuálisan futtatandó, de még nem volt futtatva,
 - kék amikor aktuálisan futtatandó sorrész, amit már sikeresen futtattuk,
 - szürke rész esetében még nem választottuk ki az aktuálisan futtatandó sorrészt,
 - piros jelzi, ha a számítás nem sikerült, nincs eredménye,
 - rózsaszín jelöli a lefuttatott számítást, de ekkor figyelmeztető üzenetet jelzett vissza.



7. ábra: Térkép megnyitásának első lépései[9]

Térkép megnyitásakor feltétel, hogy a helyi lemezen legyen, valamint a mérete ne legyen túl nagy. A térkép megnyitását követően fontos a skála és az origó bevitelének sorrendje. Előbb a skálát kell meghatározni, azt követően az origót.



8. ábra: Térkép szerkesztése, és az ikonok[9]

A fenti ikonok a következők: a nyíllal lehet a beállításokat módosítani. Tőle jobbra található a kijelölő négyzet, kijelölő pont, nagyítás, kicsinyítés, irányított nagyítás, irányított kicsinyítés, optimális nagyítás, eseményekhez viszonyított nagyítás, mozgatás, objektum mozgatása és frissítés.

Veszélyes anyagok tulajdonságait adminisztrátori felhasználásnál be kell írni a hiányos munkalapokra, azaz hogy általános, gyúlékony, mérgező. Helyettesíthető egy másik anyaggal is, ha annak tulajdonságai hasonlóak, és ha nem várható nagy eltérés. Akármelyik alapbeállítást, együtthatót, képletet át lehet állítani, erről azonban program a következő futtatás során figyelmeztető üzenetet küld. A keverékek megalkotása során a keverék fizikai, kémiai tűzveszélyességi, toxikus tulajdonságait a program matematikai függvények alapján számolja ki, nem veszi figyelembe a kémiai tulajdonságokat. Az alapbeállítások a következő fülön találhatóak meg, amelyek átállíthatóak, minden egyéb esetben a halálózást mutatja be a program. Átállíthatjuk a sérülési együtthatókat, valamint a mérgezési, hősugárzási együtthatókat is.



9. ábra: Megnyitás [9]

Az időjárás esetében megváltoztathatjuk a szélesebséget, pasquill stabilitást és a szélirányeloszlást (szélrózsát) is. Az alábbi modellek érhetőek el a programban:

- tartály vagy cső,
- felhasználói forrás modell,
- tócsatűz,
- tűzgömb,
- raktárbázis,
- fáklyatűz,
- tócsa párolgása,
- robbanási modellek.

Tartály, cső modell során meg kell adni az anyagot, eseménysort, a cső, tartály, és helyszín esetében a kikerülés módját a kármentőt, benti vagy kinti eseményről van e szó, éghető, mérgező e az adott anyag, a robbanási modelleket, kikerülési paramétereket, sugártűz, tócsatűz és tűzlabdára vonatkozó információkat. Az anyagra vonatkozó felületen meg kell adni az anyag tömegét, és tárolási feltételeit. A kiáramlás előtt meg kell határozni az anyag állapotát, azaz az opcionális eseménysorok nagymértékben függnnek az edények állapotától. Az állapot három fajta lehet. Telített folyadék és nyomás, hőmérséklet, ekkor a tárolóedényben az adott anyag telített gőznyomása regnál, ilyenkor meg kell adni a rendszer hőmérsékletét vagy a nyomást. A másik állapot, ha nyomás és hőmérsékletet vesszük, ekkor a tárolóedényben nem az anyag telített gőznyomása uralkodik, meg kell adni a hőmérsékletet és a nyomást is. A harmadik állapot, ha atmoszférikus nyomás és hőmérsékletéről beszélünk,

amely során a tárolóedény atmoszférikus nyomáson lévő veszélyes anyag alatt van, ekkor meg kell határozni a rendszer hőmérsékletét.

The screenshot shows the 'Vessel/Pipe : Vessel/Pipe Source' window with the following settings:

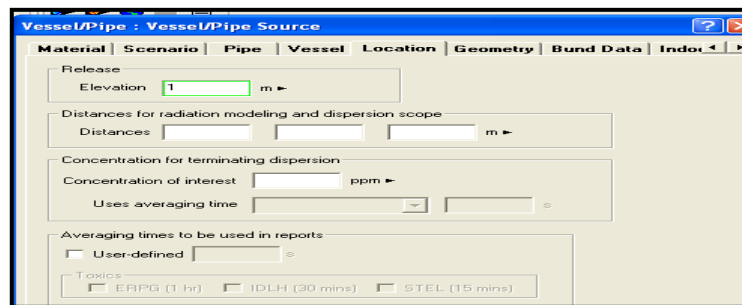
- Scenario Type:**
 - ☒ Catastrophic Rupture
 - ☐ Line Rupture
 - ☐ Disc Rupture
 - ☐ Leak
 - ☐ Fixed Duration
 - ☐ Relief Valve
 - ☐ Vent from Vapor Space
 - ☐ Long Pipeline
 - ☐ Tank Roof Failure
- Outdoor / In-Building Release:**
 - ☒ Outdoor Release
 - ☐ In-Building Release
 - Droplets:
 - Indoor Vapour Mass Modification Factor:
- Building Wake Effect:**
 - ☐ Roof / Lee Effect
 - ☐ Chimney Effect
- Phase to be Released:**
 - ☐ Vapor
 - ☒ Liquid
 - ☐ Two-Phase
- Tank Roof Effect:**
 - ☐ Roof Collapsed
 - ☐ Roof Removed
 - Model Effect:
- Basic scenario data:**
 - Hole Diameter: mm
 - Gas Volume Flow: m³/hr
 - ☐ Pump Head: m
 - Duration (for fixed duration releases): s
 - ☐ Supply Discharge Coefficient:
 - ☐ Vessel burst pressure used in fireball calculations(g): bar

10. ábra: Kiáramlási modellek [9]

Az eseménysorban a kiáramlás típusait adhatjuk meg, amely lehet katasztrofális törés, amikor a teljes tartalom kiürül, és minden irányban szétszóródik, folyás nyíláson, a nyílás kör alakú és éles, amely során az anyag irányított formában áramlik ki. Csőtörés az a kiáramlási modell, amely irányított kiáramlást eredményez. Hosszú csővezeték esetében időben változó a kiömlés. Fix idejű kiáramlás esetén megválasztott ideig, alapbeállításként 10 percig tart az anyag kiáramlása, amely alapján a lyuk mérete változtatható. Lefűvató szelep, hasadó tárcsa törésekor egy nyílás van, amit csővezeték követ, így egyensúlyi folyás léphet föl. Gőztérből való kifűvás tipikus a törési folyamatokhoz. Tartálytető meghibásodásakor az elszigetelt tartályból kiáramlik a gőz, szaturációs körülmények között. Lehet pillanatszerű kifűvás vagy folyamatos párolgás.

A kibocsátás történhet szabadban vagy épületben. Beltéren a kibocsátott cseppek szétterülnek vagy csapdázódnak. Meg kell adni az anyag halmazállapotát, lehet gáz, folyadék vagy kétfázisú, folyadéknál megadhatjuk a szivattyú szállítómagasságát, ha csőtörésről van szó, valamint az alap eseménysor adatait. Épület árnyékolási modell azt jelenti, hogy minden épület oldala sodrásos, turbulens zóna található, ahol a levegő mozog, körforgásban van és alacsony nyomású. Itt a kibocsátás lehet tetőről vagy szélárnyékos oldalról, a teljes anyagmennyiség az épült mögött ragadhat vagy kéményből amikor az anyagot az épületnél lehúzzhatják.

Cső meghibásodásakor meg kell adni annak hosszát, belső átmérőjét, érdességét, szelepek számát, törés távolságát, szivattyú teljesítményét, cső falának anyagát és vastagságát. Tartály esetében megadható a kibocsátási pont feletti folyadékszint magassága, az időben változó kiáramlás, azaz az értékelni kívánt időszak, tartály alakja és tartály méretei.



11. ábra: Elhelyezkedés [9]

Az elhelyezkedés fül segítségével betáplálhatjuk a kibocsátás helyét, távolság, addig ameddig szeretnénk modellezni (koncentráció, hőszugárzás és túlnyomási értékeket), valamint a koncentrációt, addig a távig ameddig modellezzük. A geometriai értékeknél a tartály, cső, vagy egyéb a kiindulási pontok elhelyezkedését adhatjuk meg a térképen. A kármentő felületen megadhatjuk, hogy van e kármentő, annak magasságát, területét, meghibásodott e, és a típusát, hogy az beton, száraz vagy nedves homok, mély vagy sekély víz, betonsziget, vagy a felhasználó állapítja meg. A bel és kültéri kiáramlás fül alatt definiálhatjuk a kibocsátás irányát, - függőleges, vízszintes, valamilyen szögben vagy lefelé történik – szellőzés intenzitását és az épület jellemzőit. A tűzhatás modellezése pontosabb eredményt alkot, valamint nagyobb flexibilitást ad a bemenő adatok megadásánál. A tűzhatás lehet tűzgömb, fáklyatűz, tócsatűz, BLEVE, vagy gőztűz. Tűzgömb esetében a modellezéshez szükséges a gőzhányad, kitettségi időtartam, láng sugárzási teljesítménye, és a gyúlékony tömeg vagy tűzlabda időtartama.

- Fáklyatűz modellezésekor folyamatosan áramlik ki a csőből, tartályból, vagy a definiált forrásból. A fáklyatűz modellezésekor kétfajta modellt közül választhatunk, majd a láng alakját is betáplálhatjuk.
- Tócsatűz modellezésekor szükséges a tócsa átmérőjét, felszín típusát vagy a láng hosszúságát és szögét megadni, a kitettség időtartalmát és a sugárzási teljesítményt. Két tócsatűz ábra van, az egyik a korai, amelynek a tömegsúlya állandó a tócsában, a másik amikor a tócsa eléri a legnagyobb méretet.

- Gőztűz modellezése akkor lehetséges, ha összekapcsoljuk egy másik elemzéssel. A hatászónák megállapításához legfeljebb tíz ellipszis alakú zónát vesz fel a program. A régebbi verziók azt feltételezték, hogy azok akik a hatászónán túl tartózkodnak életben maradnak, akik a hatászónán belül egészen a széléig meghalnak.
- Gőzfelhő robbanásának modellezése esetében használható a TNT, TNO Multienergia és a Baker-Strehlow modell. A modellezés során beállítható a túlnyomási szint és az impulzusszerű, egyszeri valamint időben változó kibocsátás.
 - TNT modell során megadhatjuk a robbanás típusát, hogy talajon vagy levegőben történt-e, valamint annak hatásfokát. Ha azonban a felszabaduló hő az anyag égésekor megegyezik adott tömegű TNT robbanás során létrejövő hővel, akkor a kihatás azonos.
 - TNT Multienergia modell azt vizsgálja, hogy milyen robbanások lehetnek egy kikerülés során. A felhőt hét részre lehet bontani, robbanási forrásra. Ezekre a részekre lehatárolási, lefojtási értékeket lehet megadni, amely 1-10-ig terjed. Itt az 1 jelenti a nem lehatárolt, azaz a nyílt teret a 10 pedig a mérsékelten lehatárolt teret, a technológiai berendezéseket. A robbanások modellezésekor definiálja a nyomást a távolságoktól függően, valamint meghatározza az adott helyen, hogy mennyi idő alatt halad át a lökéshullám. A túlnyomások nem adódnak össze abban az esetben, ha a veszélyzónák fedik egymást és a robbanások nem egy időben következnek be.
 - Baker-Strehlow modell az egy felhős robbanási modell. Ez a modellezés nem bontja fel a területeket alapterületekre. Előállítja a túlnyomási és impulzus eredményének végkifejletét. Megállapítja az átadott impulzust és a túlnyomás legnagyobb értékét a hely függvényében. A folyadék reakcióképességét, láng kiterjedését, akadály sűrűségét, talaj visszaverő képességét és a gyújtóforrást szükséges megadni.
 - Folyékony és szilárd anyagok robbanás esetében az égés hőmérsékletét alapul véve ekvivalens gázrobbanással számol. A TNT modell ezt követően megadja a túlnyomást a távolság függvényében.

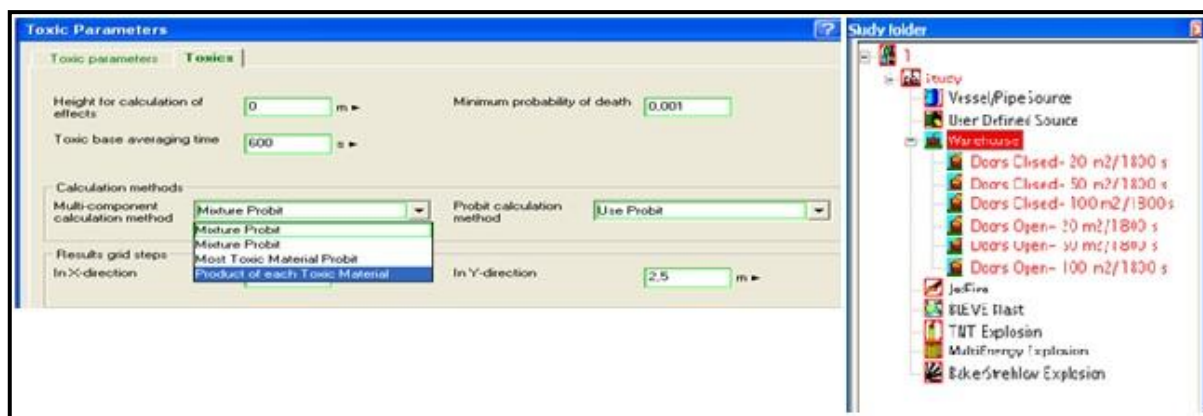
A robbanás hatászónáit a TNO modell határozza meg kockázatszámítás esetében.

- Toxikus hatás modellezésekor részletes számításokról beszélünk, amelyek tartalmazzák az ERPG szinteket³ és az épületen belüli dózist. Speciális modellként említhető a Warehouse, raktártűz modell. A program kiszámítja a mérgezés hatását szélirányban, széllel szemben, épületen kívül valamint belül tartózkodó személyekre. Épületen belül fontos az épület légcseréjét és késési időt betáplálni. Mérgező anyagokra vonatkozó eseménysor futtatásakor ajánlott átállítani a számítási metódust.
- Kikerülés és szétterülés modellezésekor a kiömlésre vonatkozó kezdeti adatokat szükséges megadni, azaz a kiömlés hőmérsékletét, nyomást, folyadék fázisát, milyen a kiáramlás sebessége és a tömeg kiáramlásának aránya. A szétterülésre vonatkozó végső adatok pedig a végső hőmérséklet, sebesség, atmoszferikus nyomás. Szétterülés és felhő esetében a kiáramlás lehet folyamatos, azonnali és pillanatszerű. Létrejöhét kiindulási turbulens táguló csóva, sűrű szétterülő és turbulens keverék, süllyedő sűrű felhő vagy passzív szétterülés.

2.2.1. Futtatás, mentés eredmények

A különféle modelleket külön-külön, valamint egyben is lehetséges futtatni, amennyiben a futtatandó modellek között nem jelenik meg piros színnel valamelyik, ahogy az a képen is látható.

-
- ³ ERPG-1 az a maximális koncentráció, amelynek feltételezhetően közel minden egyén kitehető 1 óráig anélkül, hogy enyhe egészségkárosító hatás kialakulása vagy egy jól meghatározható szag észlelhető lenne.
 - ERPG-2 az a maximális koncentráció, amelynek feltételezhetően közel minden egyén kitehető 1 óráig anélkül, hogy olyan irreverzibilis vagy más súlyos egészségkárosító hatás vagy tünet tapasztalható lenne, amely az egyén védekezőképességét gátolja.
 - ERPG-3 az a maximális koncentráció, amelynek feltételezhetően közel minden egyén kitehető 1 óráig anélkül, hogy életet veszélyeztető hatás tapasztalható lenne, vagy kifejlődhetne.

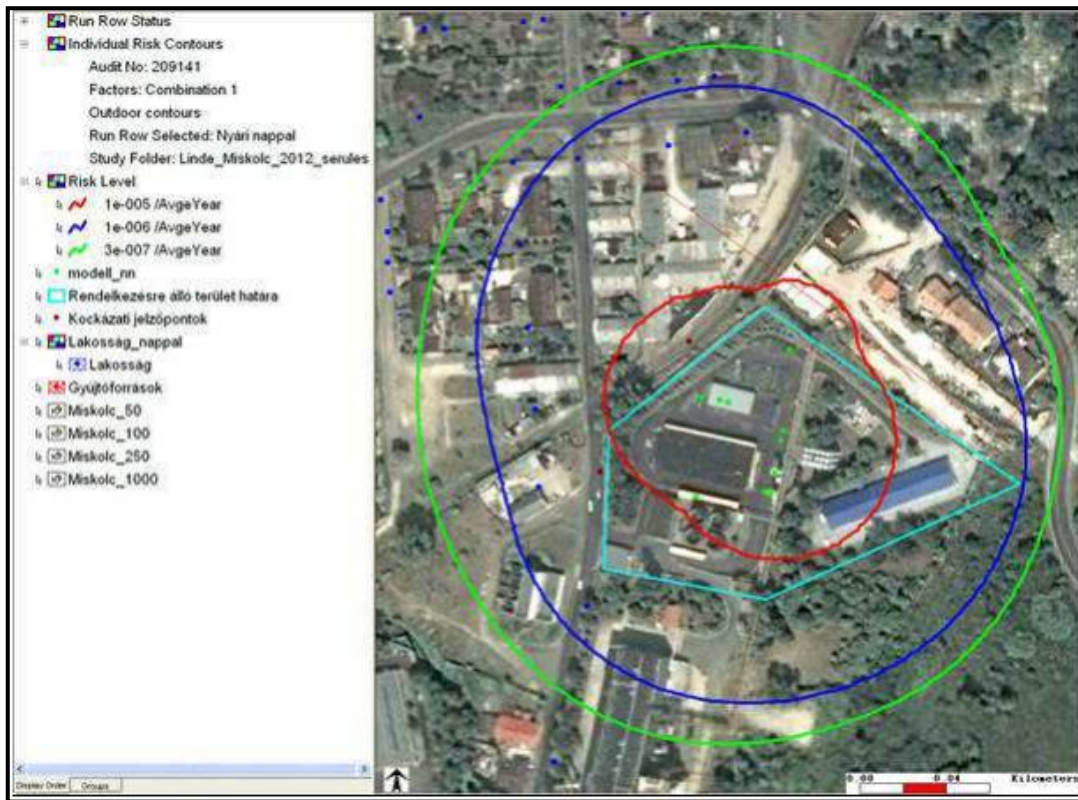


12. ábra: Mérgező anyagok [9]

A futtatás során az eredményeket szükséges menteni, amelyen nagy helyet foglalnak el, ezért célszerű a helyi lemezre is rámenteni. Az eredmények megtekintésekor, szöveges és grafikus megjelenítésre is lehetőségünk van. Grafikus eredmények vizsgálatakor szükséges kiválasztani azt az időjárási kategóriát, amelyet meg szeretnénk tekinteni. A grafikon paraméterei megváltoztathatóak, az folyamatos követésre alkalmas. Szöveges eredmény tartalmazza a bevitt adatokat, az összefoglalót és az ellenőrzőt.

- Mérgező anyagok esetében megjeleníti a koncentrációt a távolság függvényében, és az idő függvényében, a felhő méreteit, felül és oldalnézetben és a keresztmetszetet. A legnagyobb lehetséges koncentrációt, a térképet és a mérgezésre vonatkozó adatokat, a halálozást, probitot, dózist, egyenérték koncentrációt, felgyülemelés és felhalmozódást, szabadtéri dózist, probitot és a halálozás felülnézetét.
- Tócsapárolgáskor eredményekor megkapjuk a párolgási rátát, átmérő és az idő függvényét, a hőmérséklet és időét, valamint a mélység és időét, kiömlött tömeg és idő, elpárolgott tömeg és idő, fennmaradó tömeg és idő, oldódási ráta és idő, továbbá a feloldott tömeg és idő függvényét.
- Végezetül megkapjuk a tüzek grafikonjait, amely lehet sugártűz, tócsatűz, késleltetett tócsatűz, a hőszugárzás és távolság valamint a sugarak megjelenítésével. Ezen felül Megjelenhet a késleltetett robbanás a legrosszabb esetre vonatkozóan a túlnyomási értékekkel együtt, a késleltetett robbanás ideje a sugarak adott időpontban történő ábrázolásával, a késleltetett robbanás távolsága a sugarak megjelenítése az adott távolságban, a tűzgömb a hőszugárzással és távolsággal, és a villanó tűz.
- Robbanás grafikonja megjelenítheti a korai robbanást – túlnyomás és távolság -, a korai robbanás sugarát – adott túlnyomás és távolság – a térképet, a korai robbanás

időtartamát, amely a Multi Energia modellel lehetséges, és a korai robbanás impulzusát, amely csak a Baker Strehlow modellel lehetséges. [9]



13. ábra: A sérülés egyéni kockázati görbéi– piros: 1E-5/év, kék: 1E-6/év, zöld: 3E-7/év – a LINDE GÁZ Magyarország Zrt. Miskolc telephelye körül (mérgező és tűzhatások együtt a robbanást is beleértve) [10]

Láthattuk tehát, hogy a DNV PhastRisk egy igen komplex és mindenre kiterjedő program, pontos eredményeket készít számunkra sok kikerülési modellt alapul véve, mind grafikusán, mind szövegesen. A program előnye a gyors használata, valamint megmutatja, hogy mely esemény járul hozzá a kockázathoz, és melyiknél kell kockázatcsökkentő intézkedést bevezetni.

Ezzel az alfejezettel sikerült arra a kérdésre választ kapnom, miszerint milyen eszközöket használ a katasztrófavédelmi hatóság. Bemutattam a folyamat lépéseit, valamint, hogy milyen eredményt ad a szoftver.

A katasztrófavédelem által használt szoftvereket követően, amelyeket az előző alfejezetekben mutattam be, szeretnék rátérni a hatóság által elfogadott további szoftverek vizsgálatára, bemutatására.

2.3. HGSYSTEM

A HGSYSTEM egy terjedési modell, amely beletartozik a hat leggyakrabban használnak közé. A programot számos szoftver bevizsgálásához is felhasználták, mint a Phast, amelynek néhány modellje megegyezik a HGSYSTEM modelljével. A megbízhatósága több terepi kísérlet, valamint terjedési modell alapján bizonyították. A program diszperziós gőzök gázok folyadékok vagy kétfázisú kiáramlások, többkomponensű keverékek kikerülését vizsgálja. Azaz a veszélyes anyagok légköri kibocsátását vizsgálja, olyan anyagok légköri terjedésével, amelyet más program koránt sem biztos, hogy tud. Ilyen a hidrogén-fluorid, levegő, víz, aeroszol kibocsátás, kibocsátási és szórási keverékek, többkomponensű párolgás.

„A HGSYSTEM programcsomag a DEGADIS modell továbbfejlesztése. A gyakorlati számítások során számos esetben kellett a program használóinak azzal a ténnyel szembesülniük, hogy bizonyos körülmények között a levegőnél könnyebb gázok diszperziója is földközeli, tehát veszélyes. Klasszikus példája ennek a HF viselkedése, nevezetesen az, hogy a HF molekulák polimerizációja miatt a terjedés a nehéz gázokhoz hasonló. Ezt a problémát a HGSYSTEM tudja kezelni, továbbá modellezni tudja az úgynevezett neutrális gázok kiáramlását követő helyzetet is.” [11]

2.3.1. A HGSYSTEM leggyakrabban alkalmazott moduljai:

A következőkben ismertetem a HGSYSTEM alkalmazott moduljait.

2.3.1.1. Aeroplum modul

Szimulálja a forráshoz közeli, nagy impulzussal rendelkező jet állandósult terjedését. Lehetővé teszi a gőzök és a kétfázisú jet modellezését.

Nem alkalmas azonban olyan alacsony sebességű sugár modellezésére, amely alacsonyabb a környezeti sebességnél. Nem jó atmoszférikus kibocsátás elemzésére, ahol a sugár sebessége a környezeti sebességhez viszonyítva alacsony, ahol a talajjal való ütközés során a kezdeti impulzus eltűnik. Ezekben az esetekben a legalkalmasabb megoldás a tócsapárolgást alkalmazó modell használata. A meredek szögű, nagy sebességű sugár modellezésére sem alkalmazható. *„Nagyon fontos az AEROPLUME adatainak értékelésekor, hogy mindegyik számított paraméter (koncentráció, sűrűség, hőmérséklet, stb.) a felhő keresztmetszetére vetített átlag érték. Általában elmondható, hogy a tengely középvonalának koncentrációja (csúcs koncentráció) 1,3-1,4-szer nagyobb, mint az AEROPLUME által számított átlag koncentráció.” [11]*

A modul azt feltételezi, hogy a folyadék a sugárból nem kerül ki, mivel nincs olyan méretű csepp, amely kiválna belőle. Két lépésben történik a sérülés mellett kialakuló áramlási viszonyok megállapítása.

- Első a tárolóban elhelyezkedő fluidum adiabatikus és mentes a sűrűdéstől, gyorsuló áramlást lehet feltételezni a sérülés mellett. A gőz és a folyadék sebessége egyforma. A két fázis között nincs hőcsere.
- Aerosol algoritmust alkalmaz a keverék nyomáseséssel járó állapotának megállapítását, itt a légköri nyomási értékekre csökken a nyomás.

A program felhasználja a tároló és kiáramlás adatait a sérülésnél – A tároló hőmérsékletét, nyomását, a sérülés átmérőjét, magasságát – a meteorológiai adatokat – légköri nyomás, referencia magasság, környezeti hőmérséklet – az expanzió adatait – hőmérséklet, nyomás sugár sebessége, sűrűsége, átmérő – a felhő méretre vonatkozó adatait.



14. ábra: Egyéni halálozási kockázat görbéi[12]

Az alábbi modult nevezhetjük az anyag tulajdonságainak adatbázisának, így megfelelő a tulajdonságok hőmérséklettől függő meghatározására, valamint a keverékek tulajdonságainak megállapítására.

2.3.1.2.Spill modul

A modul fő feladata annak modellezése, hogy a nyomás alatt lévő edényből milyen módon történik a kibocsátás az idő függvényében. A kifelé áramló folyadék vagy gőz nagy impulzussal rendelkező sugár. A folyamat során a nyomás fokozottan csökken, a hőmérséklet, a keverék összetétele és a kiáramlás sebessége változik az idő függvényében. Ebben az esetben sugár, nem pedig tócsa alakul ki. A programba szükséges a tároló adatait – hőmérséklet, nyomás, tároló és anyag térfogata – a meteorológiai adatokat – nyomás, hőmérséklet – a sérülésre vonatkozó adatokat – átmérő, gáz és folyadék halmazállapotra vonatkozó kibocsátási tényező- betáplálni. Ezzel megkapjuk eredményként a kiáramlás megkezdése óta eltelt időt, a kibocsátási tömegáramot, a tároló hőmérsékletét és entalpiáját, átlagos tömeget mol-ban, a környezet által a tároló felé kibocsátott hőszugarat, a kiáramlás kezdete óta kialakult átlagos kiáramlási sebességet, a tárolt anyag tömegét, a tároló abszolút nyomását, tárolt elegy sűrűségét, tárolt folyadék fázis mol százalékát, tárolt folyadék sűrűségét és a tárolt fluidum fázisának állapotát, hogy az gáz fázisú vagy kétfázisú. „[13]

2.3.1.3.Lpool Modul

A modul szimulálja egy tócsa párolgását az idő függvényében. Eredményeképpen megkapjuk a vizsgált párolgási időt, a számítás befejezésének okát, a tócsa idő függvényében átlagosan számított hőmérsékletét, az átlagos párolgási hőmérsékletet, átlagos specifikus párolgási sebességet, a tócsa végső méretét, kiáramlott teljes mennyiséget, a tócsába került mennyiséget és a tócsában maradt anyag mennyiségét. Ezeket az adatokat a program idő függvényében jeleníti meg. „[14]

2.3.1.4.Hegadas Modul

A modul nehéz gázok terjedését modellezi. Két állapotot mutat be a két változata az egyik az állandósult a másik pedig a idő függő állapotot jeleníti meg. A program a levegőnél könnyebb anyagok, valamint a nagy mozgási energiájú anyagok terjedésének modellezésére nem alkalmas. Eredményként megkapjuk a forrástól mért távolságot, a felhő középtengelyének talajszinten mért koncentrációját, a függőleges és vízszintes terjedési koefficiens-t, a talajszinten mért hőmérsékletet a középvonalnak. a Richardson-számot, és a felhő középtengelyének talajszinten mért koncentrációját.

2.4.SAVE II.

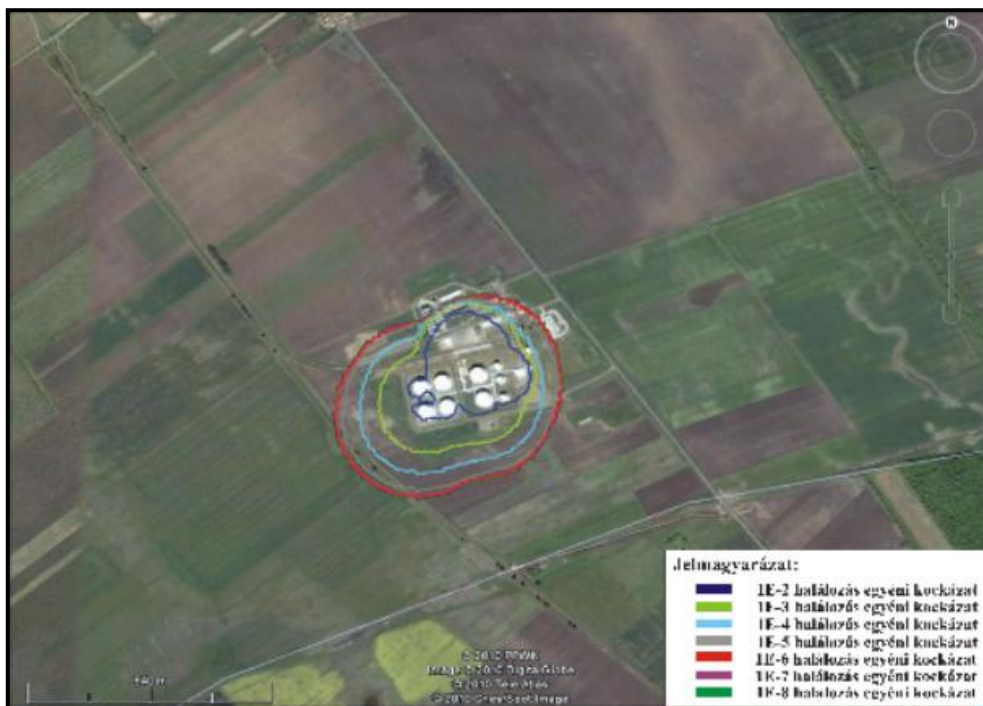
A programot a Holland Környezetvédelmi Minisztérium vizsgálta be. Arra szolgál, hogy kiszámítsa és megjelenítse az egyéni és társadalmi kockázatot. A kockázatot megállapítja a

kiáramlás, párolgás, gőz és gáz terjedése, tűz, hőszugárzás, túlnyomás és robbanás elemzése alapján, amelynek eredményeit megjeleníti grafikusán. A SAVE Consulting fejlesztette ki, elsősorban egyéni és társadalmi kockázat számítására és azok grafikus megjelenítésére. A program megállapítja a veszélyes anyag kiáramlását, párolgását, gőz és gáz halmazállapotú anyagok terjedésének modelljét, különféle tüzek kialakulása során kiszámítandó hőszugárzás, valamint a robbanáskor kialakuló túlnyomás és annak hatásai. A modellezés eredményeként konkrét esemény konzekvenciáit kapjuk meg. A kockázat elemzés modul, azaz a Risk Calculation Modul alkalmazásakor be kell táplálni a populációt, meteorológiai mátrixot, gyulladási valószínűségeket. Az Effect Modul algoritmusai a mátrixok minden egyes elemre vonatkozóan végrehajtásra kerülnek, emellett felhasználjuk a már ismert valószínűségét a veszélyes anyag kiszabadulásának, amely segítségével megkapjuk a kockázati értékeket. Ezek az értékek az egyéni kockázatra vonatkozóan zárt görbeként jelenik meg, a társadalmi kockázat pedig folytonos görbeként. Ezekre a számításokra és elemzésekre van szükség a biztonsági jelentés elkészítésekor. Az egyéni és társadalmi kockázatot a SAVE II. a következő adatok megadásával számolja ki: a hibafa csúcseseményének frekvenciája, kiáramlási jellemző, anyagjellemzők, populációs mátrix, meteorológiai mátrix, és következmény, a fent említett adatok alapján megkapjuk az egyéni és a társadalmi kockázat görbéjét. „[15]

15. ábra: Gázáramlás[15]

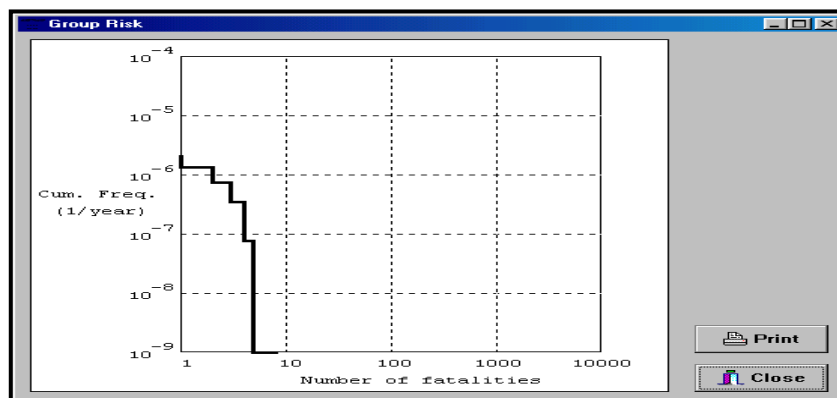
Az adatbázis négy adatszoportot foglal magában. Első a népességi adatok és a gyújtó forrásra vonatkozó adatok. Ezek elhelyezkedését és sűrűségét be lehet táplálni a felületre egy négyzetes hálózaton keresztül. A háló és rács méreteit égtáji kiterjedését a felhasználó változtathatja meg. A második a következményeket határozza meg a mérgező, gyúlékony anyagok kibocsátása esetén. A harmadik a meteorológiai adatok vihetőek be. A kilenc

időjárási osztály mellett a szélrózsa értékét és megoszlását. Az utolsó tartalmazza a veszélyes anyagok listáját, amelyeket ki lehet egészíteni más, újabb adatokkal.



16. ábra: Halálozás egyéni kockázat [16]

A program használata során vizsgálhatunk különböző kibocsátásokat, mint a gáz, pára, folyadék vagy sugár kiáramlás, valamint kétfázisú kiáramlás berendezésből vagy csővezetékéből. A programmal lehetséges a párolgás több esetének elemzése, mint a kezdeti hirtelen elpárolgás, szabadon szétterülő folyadék tócsa párolgása, folyadék tócsa párolgása kavicságyon, vagy védő gödörben, folyadék tócsa párolgása kör alakú védő gödörben a szél sebességétől függően és végezetül tócsa párolgása négyzet alakú védő gödörből szél sebességétől függően.



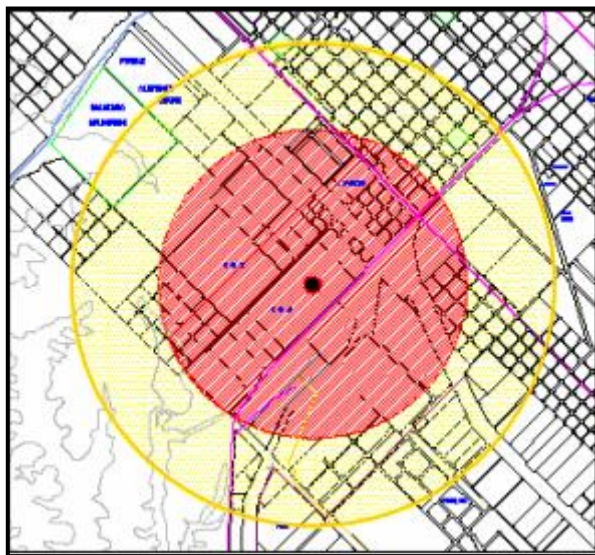
17. ábra: Társadalmi kockázat [15]

Lehetőségünk van különféle terjedések modellezését, úgy mint a folyamatos anyag kiáramlását követő terjedési modell, hirtelen, azonnali anyag kiáramlás követő modell vagy a turbulens jet terjedési modell. Hősugárzás elemzésekor vizsgálhatunk sugárlángot, tócsatűzet vagy BLEVE-t. Robbanáskor pedig nyomás modellt a csúcserőkre, korrelációs modellt a csúcserőkre és nyomást tartó edény felhasadásból származó túlnyomást értékeit.

2.5. SuperChems

Következmények számszerűsítésére képes, amelyek a tárolóedények, csővezetékek, mérgező, valamint robbanó anyagok kiszabadulásával jár. Számszerűsíti a kibocsátás értékeit, a kibocsátott anyag diszperziójának számítását, mérgezés, hőmérséklet, túlnyomás hatásait. A forgatókönyv alapú programba bevihető adatok több csoportra bonthatóak, amelyek a következők:

- időjárási paraméterek, földrajzi elhelyezkedés, valamint a telephely,
- az anyag tulajdonságai, jellemzői, a nyomástartó edény, a berendezés méretei,
- csővezeték, nyomástartó edény lefejtő vezetéke,
- az anyag vegyi összetétele,
- tűzgömb esetén a hőhatás övezetek számítása, TNT és UVCE modell esetében a lökéshullám által érintett területek számítása, mérgezés a diszperziós modell határértékeinek koncentrációit, és sérülési kritériumot adhatjuk meg.



18. ábra: Halálozás egyéni kockázata(sárga riasztási zóna, piros beavatkozási zóna) [17]

„A SuperChems következmény modellek sorozata magában foglalja a veszélyforrás fennállási időtartamának kiszámítására vonatkozó módszert, valamint a diszperzió, a tűz- és robbanás

veszélyességi modelleket. Ezek a modellek szigorúan összefüggőek, tekintettel arra, hogy a tömeg és energia megmaradás elvét követik. A következmény elemzés eszközeként a SuperChems képes számszerűsíteni a nyomástartó edények, csővezetékek potenciálisan mérgező, tűzveszélyes és/vagy robbanásveszélyes anyagkibocsátásából fakadó veszélyességi zónákat.”[5]

A diszperziós modellezés jellemzői tartalmazzák a lebegőképességű, pozitív, valamint semleges és nehéz gázok diszperzióját, a folyamatos és véges, pillanatnyi kibocsátás mellett. A hasonló Gauss féle kiáramlási modell segít kiszámítani az egy forrásból eredő egy időben változó forrás méretéből és erősségéből a diszperziót. A SuperChems programot folyamatosan ellenőrzik terepi kísérletekkel, azok mérési eredményeivel.

2.6.DEGADIS

A DEGADIS kiszámítja a gázok térbeli terjedését, amelyek pillanatszerűen, időben változó mennyiségben és folyamatosan áramlanak ki a környezetbe. Leginkább a levegőnél nehezebb gázok terjedésének vizsgálatokor alkalmazzák. A programot az Amerikai Parti Őrség fejlesztette ki. A szoftver a SHELL HEGADAS terjedési modelljét alkalmazza, így az alapja egy több gyakorlatban is tesztelt modellezés. A program a gáz koncentrációjának térbeli alakulását és kibocsátott gáz térbeli terjedését szimulálja. A fejlesztés során szem előtt tartották a passzív turbulencia okán létrejött terjedési eredményeket. A program az ALOHA programmal egyetemben felhasználja a nehéz gázok terjedési modelljét. A programot az EPA is használja. [5]

2.7. CFAST

CFAST kétszónás tűz modell kiszámításához használt, az épület tüzek vonatkozásában, modellezni a füsteloszlást tűz és gázok hőmérsékletét. Alkalmazható az egészen kis tárolóedényektől kezdve a nagy terekig. A program a múltbéli vagy esetleges tűz vagy füst kialakulását szimulálja. A szoftver a matematikai formába rendezi a kezdeti értékeket és differenciálegyenletekbe ülteti. Ezen egyenletek alkalmazásával származtatják a tömegmegmaradást, energia megmaradást, az sűrűséget és belső energiát. A számítások megjósolják az időmennyiséget, nyomást, hőmérsékletet. [18]

2.8.Breeze Incident Analyst

A BIA egy átfogó eszköz, amely a véletlen kémiai kibocsátásokat és következményeket modellezi. Az Amerikai Egyesült Államok fejlesztette ki, a mérgező diszperziós, tűz és

robbanás modellezésével értékelje a veszélyeket, amelyek a veszélyes anyagok véletlen kibocsátásakor keletkezik. Akár létesítmény tervezésekor, biztonságnövelő célzattal, akár következmények elemzésére, valós idejű értékelésre, illetve rekonstrukciókra alkalmas. Képes az időben változó meteorológiai adatok modellezésére, automatikusan kiszámítja a felhő magasságát, valamint a hátszél távolságát a kikerült anyagra való tekintettel. Tartalmaz új modellezési eseteket. Dokumentált, széles körben használt modelleket alkalmaz, megbízható eredményeket ad. Gáz,-gőz és kémiai párologtató medencék, mobil források, egyszerűbb kibocsátások jellemzőit, modellezi. A hőszugárzást, hőmérséklet emelkedést, tócsatűz, tűz, sugárláng és BLEVE modellezésére alkalmas, továbbá használja a már előbb említett Baker-Strehlow, TNO Multi-Energy, US Army TNT modelleket.[19]

A modell futtatásához szükséges az összes kritikus információ megadása. Kémiai, meteorológiai adatok, forrás jellemzői, következmény lehetőségei, koncentráció időtartalma.

2.8.1. Meteorológiai adatok

A meteorológiai adatok alapvetően fontos adatok sok modellezés során. A program el tudja fogadni a meteorológiai megfigyelési adatokat, vagy a felhasználó manuálisan adja meg az időjárási körülményeket. Az Incident Analyst egy adatlapot használ, amely összegyűjti az összes meteorológiai adatokat, amit a modellezés során kiválaszthatunk. Ezzel időt lehet megtakarítani növelve a használat gyorsaságát és leegyszerűsíti a használatot. „[20]

19. ábra: Meteorológiai adatok [20]

2.8.2. Anyagra vonatkozó adatok

Az anyagra vonatkozó adatok előhívásához először ki kell választani a keveréket vagy vegyszert, majd megtekinthetjük azok tulajdonságait, amelyeket könnyen módosíthatunk. Menet közben gyorsan módosíthatjuk a futtatásokat, anélkül, hogy állandóan a kémiai

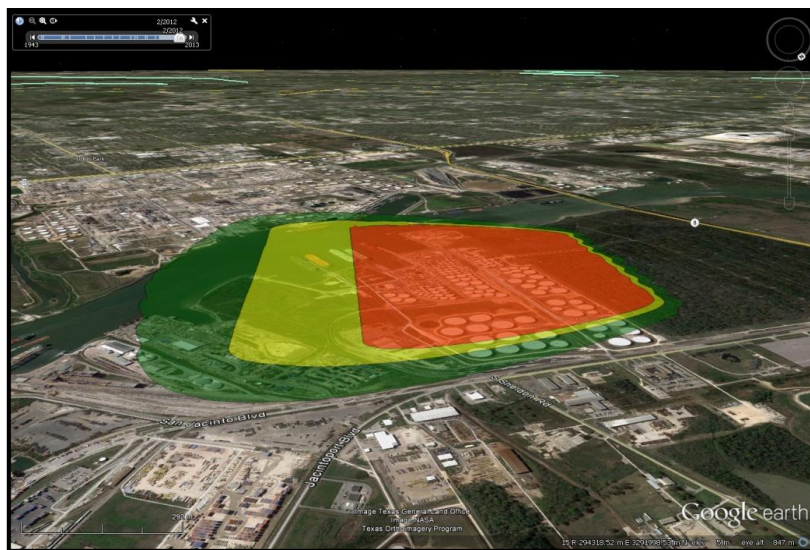
adatbázist használná. Erőssége, hogy vegyi anyagok, keverékek, kémiai paraméterek adatbázisával rendelkezik.

2.8.3. *Forrásra vonatkozó adatok*

Abban az esetben, ha kiválasztjuk azt a modellt, amelyet használni szeretnénk, és a paraméterek véletlenszerű kibocsátásra vonatkoztatjuk, csak a „Source” modellt kell kiválasztani és futtathatjuk. Abban az esetben, ha nem tudjuk kiszámítani a kibocsátási paramétereket használhatjuk a nagy teljesítményű „Source term” beállítást és telepíti a forgatókönyveket.

2.8.4. *Koncentráció*

Az Incident Analyst képes módosítani a kimeneteli paramétereket, hogy megfeleljen a felhasználó igényeinek. Megadhatóak a küszöbértékek, mint a IDLH⁴, és PEL⁵ vagy a felhasználó által megadott értékek, amely alapján meghatározza a veszélyességi övezetet.



20. ábra: BIA összesített végeredménye [20]

Láthatjuk tehát, hogy a BIA egy olyan szoftver, amely különös figyelmet fordít a meteorológiai viszonyoknak, könnyen kezelhető és nagy adatbázisa minden fontos anyagot, keveréket tartalmaz.

⁴ IDLH: Immediate Dangerous to Life and Health, Azonnali élet és egészségügyi veszély

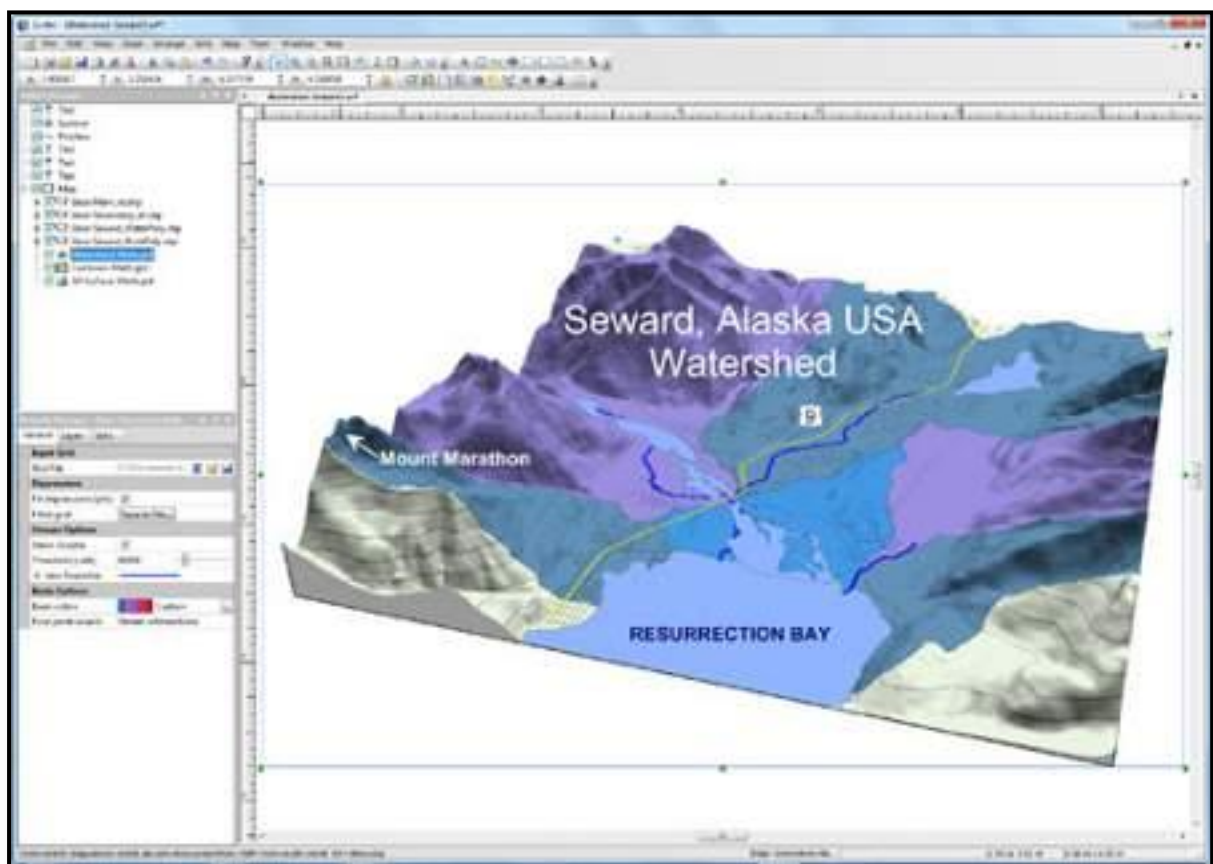
⁵ PEL: Permissible Exposure Limit: Megengedett expozíciós határérték

2.9.ISC2

Az Industrial Source Complex Short Therm 2/Long-Therm 2 egy állandósult Gauss terjedési modell, mely az üzemek végett kikerülő légszennyező anyagok koncentrációját határozza meg. Több forrás figyelembevételével is futtatható, valamint hosszú és rövid távú koncentrációk kialakulásának modellezésére alkalmas. [5]

2.10. Surfer

A Surfer egy teljes mértékben 3D-s megjelenítésű, kontúros, és felületi modellezés. Széles körben használják a terep modellezés, mélységmérő modellezés, táj megjelenítés, felületi analízis, kontúrképező, vízgyűjtők megjelenítése, modellezése során. A kifinomult interpolációs motorja átalakítja a XYZ adatokat, kiadvány minőségű térképeket hoz létre. Több gridding módszerrel rendelkezik és jobban kézben tartja a gridding paramétereket, a személyre szabott variogramokat, mint bármely másik szoftver. Az alaptérképek és egybeillesztett térkép típusok létrehozása is lehetséges. Használata gyors és egyszerű. [22]



21. ábra: Surfer Térkép megjelenítése[23]

A szoftver képes:

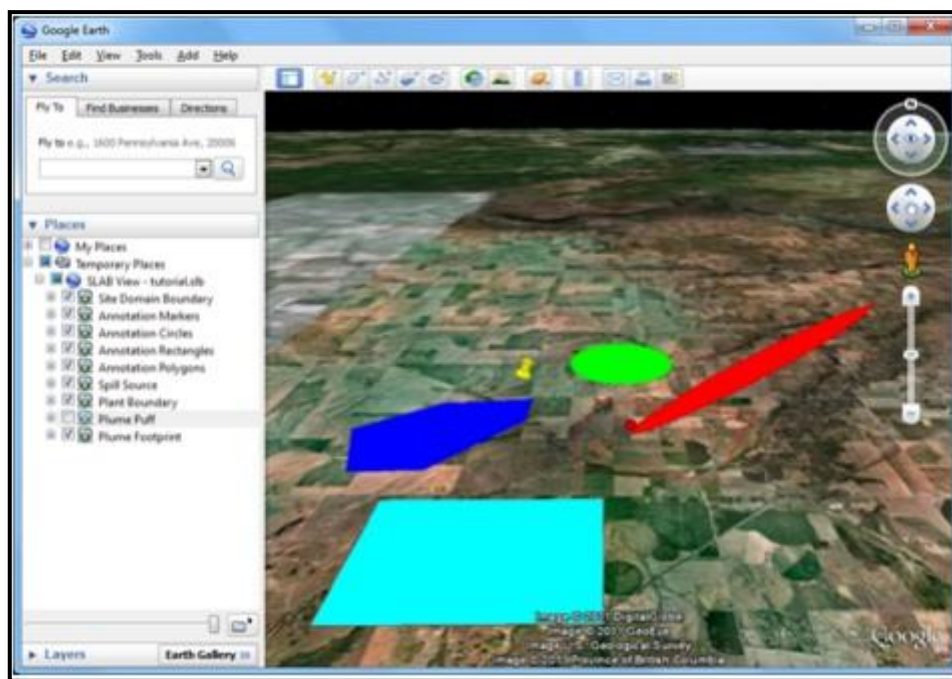
- fordított x és y tengely,

- Z logaritmus skála,
- online képek letöltése
- beillesztett térkép és rajzolt objektumok egy lépésben
- mértékegységek megváltoztatására
- vízgyűjtő medence vonal tulajdonságainak megváltoztatására
- exportált kontúrok és Z értékek mentése,
- nagyobb rácsok létrehozására és betöltésére.

Tehát láthatjuk, hogy egy igen fejlett térkép megjelenítéssel dolgozik, amely segítségével látványosan gyors és pontos eredményeket kaphatunk. [22]

2.11. SLAB View

A Slab View egy komplett grafikus felhasználói felület. Sűrű gázok modellezésére, amelyek nehezebbek mint a levegő, Katasztrófa elhárításra, valamint kockázati tervek kidolgozására használják. A modellezéshez elsőként importálni kell a térképet, amely minden fájlformátumot képes megnyitni. A térkép importálását követően be kell táplálni minden szükséges információt, a modell futtatásához. Négyféle forrásból lehetséges a modell futtatása folyamatos, véges vagy pillanatnyi kibocsátás mellett. Könnyebb a modellezés és időt takarítunk meg a kiterjedt mérgező anyagok adatbázisa végett. Hozzávetőleg ezer vegyi anyagot tartalmaz, amelyben kereshetünk bármilyen kémiai vagy új vegyi anyagot. Néhány paramétert automatikusan kiszámol, mint a koncentráció átlagos időtartalmát, maximum hátszél mellett a távolság és magasság koncentráció számítását. A forrás helye alapértelmezetten középen található, azonban a helyet meg lehet változtatni. Ezt követően betáplálhatjuk a meteorológiai adatokat, amelyek egynél több paraméter megadása esetében is teljesíti a futtatást. [24]



22. ábra: SLAB View terjedés modellezése[25]

A futtatás előtt a program ellenőrzi, hogy mindent betápláltunk e, ha a futtatás sikeres volt akkor grafikus beállítások megjelennek a párbeszédpanelen. Eredményként megkapjuk a koncentrációkat, amelyek megjelennek az adott területen. Meg tudjuk határozni az árnyékolási stílust, a vonalakat és színeket minden egyes tényezőre a térképre vonatkozóan. A szoftver bármely időpontot megjelenít, amelyet kiválasztunk, térképen vagy akár koordináta rendszerben, ezáltal egy komplex grafikus eredmény megjelenítést kapunk. [24]

2.12. Risk Spectrum Professional

A Risk Spectrum Professional a hibafa és eseményfa modellezésének és elemzésének eszköze, dokumentációk, kockázati monitoring, az emberi megbízhatóság értékelési és meghibásodási módjait, hatásait elemzi. A programot folyamatosan fejlesztik, karbantartják, támogatják. A két legelterjedtebb, sokoldalúbb módszere a vezető valószínűségi kockázat, megbízhatóság és rendelkezésre állás terén a hibafa és esemény fa elemzés. A hibafa a nem kívánt eseményeket grafikusán ábrázolja, és megjeleníti azok okait. A logikai szerkezet segítségével megkapjuk a nem kívánt események segítségével a kezdeti eseményeket. Az eseményfa grafikusán ábrázolja a szekvenciált eseményeket. Abban az esetben használjuk, ha elemezni és dokumentálni szeretnénk, hogy milyen eseménysorok alakulnak ki, és azoknak milyen következményei alakulhatnak ki. Az eredmény minden esetben megbízható. A felhasználói csoportba legfőképpen vállalatok tartoznak bele, valamint különböző iparágak,

mint a nukleáris, olaj és a gázipar, védelmi szféra, repülési és űripar, kémiai és feldolgozóipar, végezetül pedig a szállítóipar. [26]

2.13. Risk Curves

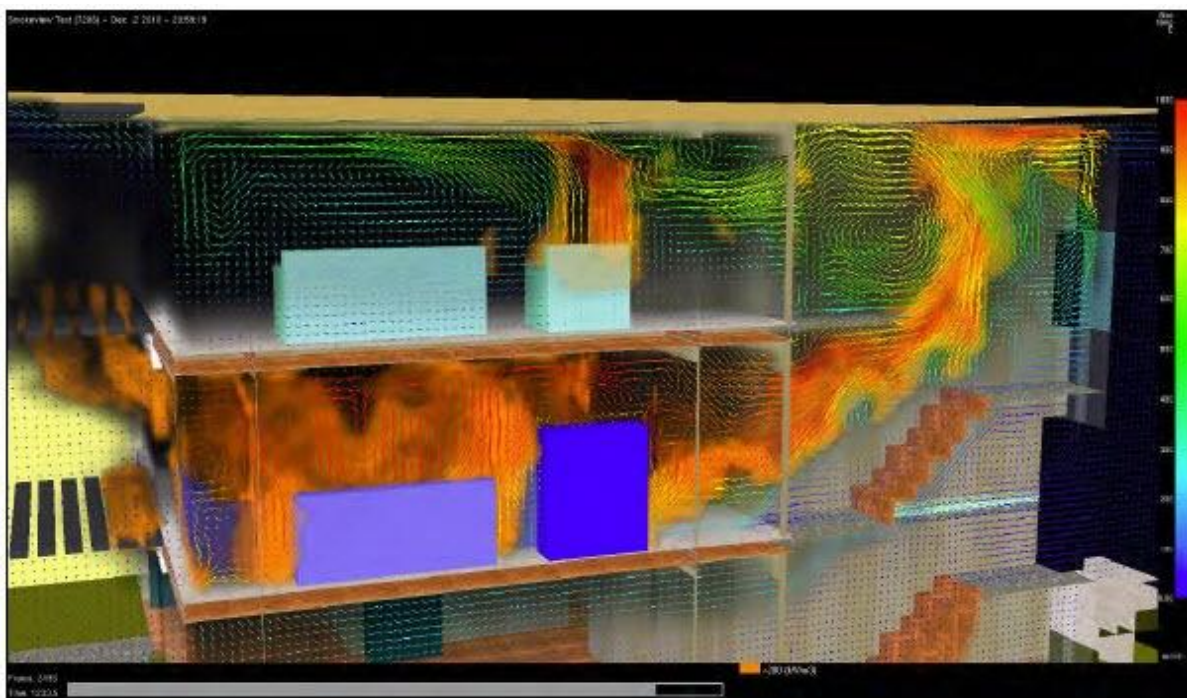
A RiskCurves a veszélyes anyagok tárolásának, szállításának kockázatát számítja ki a környező lakosság és infrastruktúrákra való tekintettel, mind a városi környezetre, mind a vegyi üzemekre nézve. A szoftver számszerűsíti a kockázatokat, és könnyen azonosítja a legnagyobb kockázatot jelentő tevékenységeket. Fel lehet használni a kockázatok csökkentésére, a várostervezés során, valamint előírja a megfelelő kritériumokat. Míg a következményelemzés kiszámítja a fizikai hatásokat egyetlen balesetre, veszélyes anyagra nézve, addig a mennyiségi kockázatbecslés –QRA- többszörös baleseti eseménysort vesz alapul, majd számszerűsíti a teljes kockázatot, az emberi életre való tekintettel. A kiszámított kockázatot egyéni és társadalmi kockázatban is megjeleníti. Térképen megjeleníti az egyéni és társadalmi kockázatot. A RiskCurves tehát egy világszerte elfogadott QRA számítási eszköz. [27]

2.14. Relex 7.7

A Relex program fő elve, hogy megbízható legyen és könnyen használható. Jól használható, erős, sokfunkciós és pontos. Rendeltetése tehát, az ipari folyamatok megbízhatóságát elemezni, szemléltetett megbízhatósági szoftver. Az adatfeldolgozást hibafeltérő elemzéssel végzi. [28]

2.15. FDS

A Fire Dynamics Simulator egy szoftver, amely áramlási modellje, a CFD tűz alapú folyadék áramlást futtat. A program számszerűsíti Navier-Stokes egyenletek alapján az alacsony sebességű, technikusan vezérelt áramlást, ahol a fő szerepben a füst és a hő szállítása van és a tűz. A programot a Nemzeti Technológiai és Szabvány intézet fejlesztette ki az Egyesült Államok Kereskedelmi Minisztériuma együttműködésével. Az első változat 2000. februárjában jelent meg, ekkor már a füstkezelési rendszerek, sprinklerek, érzékelők aktiválásával, a lakossági és ipari tüzek rekonstrukciójával foglalkozott. A fejlesztések során az FDS már a gyakorlati problémák megoldására irányult, a tűzvédelmi mérnökök a biztosító eszközök, alapvető tűzdinamikára, égés tanulmányozására helyezték a hangsúlyt. [29]



23. ábra: Fire Dynamics Simulation [30]

A program megoldja egyenletek alapján és leírja a tűz kialakulásának eseményeitől kezdve annak végezetéig az eseményeket. Beolvassa egy szöveges fájlba a paramétereket, kiszámítja numerikus megoldásokkal az egyenletek segítségével, és leírja az eredményt a felhasználó által megadott kimenő fájlok alapján. A Smokeview egy kísérő program, ami beolvassa a kimentő fájlokat, és animációt gyárt. Ez a program egy egyszerűen kezelhető felület.

2.16. Effects softwer

Az Effects szoftver egy biztonság és veszélyelemző szoftver. Segíti a biztonsági elemzést a vegyiparban. Kiszámítja a véletlenszerű veszélyes anyagok kikerülésének hatásait, így lehetővé teszi a következménycsökkentő lépések bevezetését, következmények csökkentését. A számításokat világosan bemutatja táblázatok, grafikonok, földrajzi térképek segítségével. Ismerteti a lehetséges fizikai hatásokat, baleset mérgező és gyúlékony anyagait. Eredményként megkapjuk a túlnyomások, hősugárzás következményeit, halálozás bekövetkezésének valószínűségét, ezzel a biztonsági szakemberek értékes információkat kapnak a veszélyek azonosítására, biztonsági elemzésre, kvantitatív kockázatelemzéshez és vészhelyzeti tervezéshez. A hatások teljes skáláját kínálják a számítási modellek, vegyszerek kikerülése, diszperziós modell, tűz és robbanási modellek. Ezen modellek is alkalmazhatóak, emellett a kapcsolódó modelleket is kiválaszthatjuk és futtathatjuk. Korszerű kémiai adatbázissal rendelkezik, amely mérgező, gyúlékony, termodinamikai tulajdonságait írja le több mint kétezer vegyi anyagnak. Szerkesztője lehetővé teszi, hogy részletesen

meghatározzuk egy vegyszer tulajdonságait. Összegezve tehát több mint ötven különböző modell futtatására képes, kiterjedt adatbázissal rendelkezik, az eredményeket pedig integrált térinformatikai rendszerrel jeleníti meg térképen és grafikonon egyaránt.

Ebben a fejezetben választ kaptam kérdéseimre, miszerint milyen eszközt használ a hatóság, valamint, hogy bemutattam mely szoftvereket fogadott el. Megvizsgáltam az elfogadott szoftvereket, használatának lépéseit. Tanulmányoztam azok működését és a kapott eredményeket. Ezzel komplex képet adva a fent átvett eszközökről. Ezt követően rátérnék a pályamunkám összegzésére, és a javaslattételre. [31]

RÉSZÖSSZEGZÉS

A fenti fejezet képezi a pályamunkám legfőbb részét, amely során összesítettem a kockázatelemzés és következményelemzés során használt szoftvereket. Bemutattam részletesen az iparbiztonsági hatóság által alkalmazott DNV programcsaládot, annak használatát, részletes lépéseket szemléltettem. Megvizsgáltam a modellezéshez szükséges adatokat, és az eredményként kapott egyéni kockázati görbéket térképen jelölve. Ezt követően analizáltam a hatóság által elfogadott programok listáját, azok működését, használatát. Fontos a modellezés során az összes kritikus információ megadása. Kémiai, meteorológiai adatok, forrás jellemzői, következmény lehetőségei, koncentráció időtartama.

A következményelemzés során több bizonytalansági tényező fedezhető fel, mint a kifolyás modellezésekor a lyuk tulajdonságai, a tócsa képződésének és a kétfázisú kibocsátásnak a mértéke, valamint az anyagok mennyisége. A kibocsátási modellek esetében hiba, hogy a Gauss-féle modellt olyan gázfelhőkre használják fel, amik nehezebbek a levegőnél, így lebecsülik a veszélyes távolságot. Ezek figyelembe vételekor, megfelelő eredményeket érhetünk el, amely a kockázatok csökkentését eredményezhetik és ha szükséges kockázatcsökkentő intézkedések javasolhatóak.

Összegezve elmondható, hogy a fejezet során választ kaptam arra a kérdésre, miszerint szűkíteni kell az iparbiztonsági hatóság által teljes körű szakértői alkalmazásra felhasználható és elfogadott szoftverek körét, azzal, hogy egyes szoftverek esetében meg kell jelölni azok korlátozott alkalmazhatóságát. A kizárólag következményelemzésre alkalmazható szoftverek esetében a biztonsági jelentés és elemzés elfogadhatóságához szükséges követelményeket a halálozás egyéni és társadalmi kockázat számszerűsítése érdekében egy másik kockázatelemzésre alkalmas szoftver segítségével kell meghatározni. Ez azt is jelenti, hogy kizárólag következményelemzésre alkalmas szoftverrel rendelkező tanácsadó vállalkozások teljes körűen nem tudnak készíteni biztonsági jelentést és elemzést. E vállalkozások kizárólag a belső védelmi tervezésre és a súlyos káresemény elhárítási terv elkészítésére alkalmasak.

PÁLYAMUNKA ÖSSZEGZÉSE

A pályamunkám fő témáját képezte a veszélyes üzemekkel kapcsolatos kockázat és következményelemző eszközök magyarországi alkalmazása. A kutatómunkám során a választott kutatási módszerek segítségével lehetőségem nyílt arra, hogy a választott területet átfogóan megismerjem és bemutassam, valamint a kitűzött célokat elérjem. Olyan következtetésekre jutottam, amelyek segítettek, hogy a használt szoftvereket bemutassam, és a kitűzött kérdéseimre választ kapjak. Fontosnak tartottam a kockázat- és következményelemzés szakmai alapjainak bemutatásával kezdeni a pályamunkámat, hiszen ahhoz, hogy átfogó képet tudjak adni, előbb meg kell ismerni a szoftverek működésének részleteit. A vizsgálat során tehát feltártam a veszélyeztetettségi elemzés eljárásrendjét, lépéseit, bemutattam a biztonsági dokumentációk fajtáit, mint a, súlyos káresemény elhárítási tervet, a biztonsági elemzést, a biztonsági jelentést. Megvizsgáltam a veszélyességi övezetek meghatározását (sérülés egyéni kockázatát), a biztonsági dokumentáció elfogadhatósági műszaki követelményeit, az egyéni és társadalmi halálozási kockázatot, valamint a belső és külső védelmi tervezésnél, illetve a súlyos káresemény elhárítási tervnél használt veszélyeztetett terület meghatározására szolgáló fizikai és egészségügyi hatásokat. Feltártam, hogy milyen módszerrel számítjuk ki a sérülés egyéni kockázatát, a mérgezésre, hősugárzásra és robbanásra való tekintettel. Ismertettem a referencia eseménysorokat, a lehetséges veszélyeket és következményeket, valamint a kiváltó okokat.

Ezt követően a második fejezetben a következményelemzés alkalmazásának feltételeit vizsgáltam, valamint a hatóság által elfogadott szoftverek listáját, amely közül többet kiemelve folytattam a vizsgálatot. Fontosnak tartottam az iparbiztonsági hatóságok által használt program részletes bemutatását, azaz a DNV programcsalád ismertetését, alkalmazásának lépéseit, milyen adatok szükségesek a modellezéshez, milyen eredményeket kapunk és azokat az hogyan jeleníti meg grafikusan. Ezután foglalkoztam további szoftverekkel, amelyeknél szintén ismertettem a fontosabb adatokat, modellezéseket, használatának lépéseit, és a terjedési modellezésüket, mivel ezzel lehetőség nyílik a programok összehasonlítására. Némely szoftver esetében kiemeltem azok használata során felmerülő előnyöket és hátrányokat. Létfontosságúnak tartottam a lépéseket képekkel illusztrálni, ezzel elérve a programok használatának szemléltetését. A pályamunkám során tehát tanulmányoztam, hogy milyen szoftvereket használ a hatóság, melyeket fogadott el, demonstráltam a használatukat, továbbá prezentáltam a kapott eredményeket, előnyöket, hátrányokat.

Célkitűzések egybevetése a kutatási eredményeimmel

A kutatásom során megállapítottam, hogy a hatóság a DNV programcsaládot használja, konkrétan a DNV PhastRisk 6.54 verziót. A korábbi verzióval (a 6.53) a régebbi fájlokat is meg lehet nyitni, míg az újabb változattal a korábbi anyagok már nem futnak. A program használata során lényeges előny, hogy megmutatja, milyen esemény járul hozzá a kockázathoz, kockázatsökkentő intézkedések szükségességét mutatja meg az adott eseményeknél. Választ kaptam arra a kérdésre is, miszerint csökkenteni kell a hatóság által elfogadott szoftverek listáját, mivel vannak olyan eszközök, amelyek használata során csak egyszerű következtetésekre képes a veszélyeztetettségelemzés során, kockázatok számítására azonban nem.

Véleményem szerinti szűkíteni kell az iparbiztonsági hatóság által teljes körű szakértői alkalmazásra felhasználható és elfogadott szoftverek körét, azzal, hogy egyes szoftverek esetében meg kell jelölni azok korlátozott alkalmazhatóságát. Dolgozatom 1. sz. mellékletében konkrét listát készítettem az iparbiztonsági hatóság által elfogadott szoftverek alkalmazhatóságáról.

A kizárólag következményelemzésre alkalmazható szoftverek esetében a biztonsági jelentés és elemzés elfogadhatóságához szükséges követelményeket a halálozás egyéni és társadalmi kockázat számszerűsítése érdekében egy másik kockázatelemzésre alkalmas szoftver segítségével kell meghatározni.

Ez azt is jelenti, hogy kizárólag következményelemzésre alkalmas szoftverrel rendelkező tanácsadó vállalkozások teljes körűen nem tudnak készíteni biztonsági jelentést és elemzést.

Javaslattevél

A pályamunkám átfogó tanulmányként szolgál a veszélyes üzemekkel kapcsolatos kockázat és következményelemző eszközökről, azok használatáról, és az elemzést követő eredményekről.

A fent említett szempontokat figyelembe véve a munkámat javaslom:

- a Nemzeti Közszerződési Egyetem hallgatói számára tanulmányaik kiegészítéseként;
- lakosság számára tájékoztatóként szolgálhat a kockázat és következményelemzés folyamatáról,

- azoknak, akik szakdolgozatot vagy diplomamunkát szeretnének írni a kockázat és következményelemző eszközökről,
- végezetül a hivatásos katasztrófavédelmi szakemberek számára.

Köszönetet mondok, mindazoknak, akik nélkülözhetetlen javaslatot adtak a pályamunkám kialakításához, az egyetemen a kutatásaimat segítő tanárainknak és konzulenseimnek, a BM OKF szakembereinek, akik tanácsaikkal és szaktudásukkal járultak hozzá a dolgozatom létrejöttéhez.

Budapest, 2014. november 10.

Ronyecz Lilla

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Iparbiztonságtan I. Kézikönyv az iparbiztonsági üzemeltetői és hatósági feladatok ellátásához, Bognár Balázs, Kátai-Urbán Lajos, Kossa György, Kozma Sándor, Szakál Béla, Vass Gyula Nemzeti Közszerológati és Tankönyv Kiadó, Budapest 2013. ISBN 978-615.5344-12-1
- [2] 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról
- [3] 219/2011. (X. 20.)Korm. rendelet a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezéséről
- [4] 18/2006. (I. 26.) Korm. rendelet a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezéséről
- [5] Jelenleg a hatóság által elfogadott szoftverek - Katasztrófavédelem honlapja
<http://www.katasztrofavedelem.hu/letoltes/seveso/szoftverek.pdf>
Letöltés ideje: 2014. október 23.
- [6] Benei Tibor - Az „ALOHA” vegyi terjedési modell. A gyakorlati alkalmazás lehetőségei a lakosságvédelemben című előadása. Balatonföldvár, 2008. március 19.
- [7] ALOHA Example Scenarios, 2011. December
http://response.restoration.noaa.gov/sites/default/files/ALOHA_Examples.pdf
Letöltés ideje: 2014. november 2.
- [8] ALOHA- U.S. Department of Commerce • National Oceanic and Atmospheric Administration, 2011. augusztus
<http://www.disaster-info.net/lideres/english/jamaica/bibliography/ChemicalAccidents/CameoPkg/alohaInstructor.pdf>
- [9] BALI PÉTER tű. százados, kiemelt főelőadó - A DNV Phast következmény elemző program általános bemutatása, 2011. augusztus 23.
- [10] Linde Gáz Magyarország Zrt. Miskolci Telephely 219/2011. (X.20.) Korm. rendelet szerinti Biztonsági Elemzés Nyilvános változata, Miskolc, 2012. szeptember 23.
http://www.miskolc.hu/sites/default/files/dokumentumok/csatolmanyok/linde_miskolc_be_nyilvanos.pdf Letöltés ideje: 2014. április 17.
- [11] Variachem Kft. Biztonsági jelentés- AGEL-CBI Kft. Budapest, 2013. február
http://www.ferencvaros.hu/doks/ohita/20130424_BiztJel_VARIACHEM.pdf
Letöltés ideje: 2014. október 23.

- [12] KITE Mezőgazdasági Szolgáltató és Kereskedelmi Zrt. Biztonsági elemzés, Hódmezővásárhely, Nyilvános változat – AGEL-CBI Kft. Budapest, 2012. december 15.
http://data.hodmezovasarhely.hu/docs/hirek/onk_hir/KITEBE20121215.pdf
Letöltés ideje: 2014. október. 29.
- [13] HGSYSTEM 3.0 User's Manual by L. Post, TNER.94.058. Shell Research Limited, Thornton reserch Centre, P.O. Boks 1, Chester, United Kingdom, 1994.
- [14] HGSYSTEM hivatalos weboldala- Home
<http://www.hgsystem.com/>
Letöltés ideje: 2014. október 23.
- [15] User's manual SAVEII - Windows version 3.03 March 2003 - SAVE Consulting Scientists
http://ec.europa.eu/energy/evaluations/doc/2005_save.pdf
Letöltés ideje: 2014. november 2.
- [16] Opál Zrt. Vámosgyörki telephely Biztonsági jelentése, 2010. augusztus
http://www.vamosgyork.hu/dokumentumok/opal/Bizt_jel_OPAL.pdf
Letöltés ideje: 2014. október 23.
- [17] Technological risk planning as part of environmental managment – L.V.Aparicio and S.M.Toneli, 2006.
<http://www.scielo.org.ar/pdf/laar/v36n4/v36n4a14.pdf>
Letöltés ideje: 2014. november. 1.
- [18] Fire Growth and Smoke Transport Modeling with CFAST
http://www.nist.gov/el/fire_research/cfast.cfm
Letöltés ideje: 2014. november 1.
- [19] BREEZE Incident Analyst
<http://www.breeze-software.com/incidentanalyst/>
Letöltés ideje: 2014. november 02.
- [20] Incibent Tab
<http://www.breeze-software.com/Templates/BreezeSoftware/Software/Overview.aspx?id=4434>
Letöltés ideje: 2014. november 02.
- [21] Hatóság által elfogadott szoftverrel rendelkező és már elfogadott biztonsági elemzést/jelentést készített szakértő vállalkozások
http://www.katasztrofavedelem.hu/letoltes/seveso/szakertok__2014__05.pdf
Letöltés ideje: 2014. október 23.
- [22] Surfer 12 Released, January 14. 2014 in Surfer
<http://www.goldensoftware.com/blog/surfer-12-released>
Letöltés ideje: 2014. október 29.

[23] Surfer 11 with Watershed Maps and Map Attributes-GIM International 12. august 2012.
http://www.gim-international.com/news/id6743-Surfer__with_Watershed_Maps_and_Map_Attributes.html
Letöltés ideje: 2014. október 29.

[24] Slab View Demo
<http://www.weblakes.com/products/slab/demo.html>
Letöltés ideje: 2014. október 29.

[25] Slab View Release Notes
http://www.weblakes.com/products/slab/resources/lakes_slab_view_release_notes.pdf (kép)

[26] About Risk Analysis – Risk Spectrum
http://www.riskspectrum.com/en/risk/Risk_analyze/
Letöltés ideje: 2014. október 29.

[27] Riskcurves – Software for quantitative risk assessment- TNO innovation for life
https://www.tno.nl/content.cfm?context=thema&content=prop_case&laag1=896&laag2=915&laag3=147&item_id=1481&Taal=2
Letöltés ideje: 2014. október 29.

[28] Mérnöki módszerek alkalmazása a tűzvédelmi tervezésben
TSZVSZ Magyar Tűzvédelmi Szövetség
Országos Tűzvédelmi Konferencia, 2012. október 18-19.
http://www.vedelem.hu/files/UserFiles/File/aktualis/20121026/takacs_tszvsz.pdf
Letöltés ideje: 2014. október 29.

[29] Fire Dynamics Simulator (Version 5) User's Guide NIST Special Publication 1019-5.
2010. október 29
<http://fire.nist.gov/bfrlpubs/fire07/PDF/f07053.pdf>
Letöltés ideje: 2014. november 01.

[30] Fire Dynamics Simulation of 2011 Baltimore County LODD – 30 Dowling Circle,
March 25. 2012.
<http://www.thecompanyofficer.com/2012/03/25/fire-dynamics-simulation-of-2011-baltimore-county-lodd-30-dowling-circle/>
Letöltés ideje: 2014. október 29.

[31] Effects – Software for Safety and hazard analysis – TNI innovation for life
https://www.tno.nl/content.cfm?context=thema&content=prop_case&laag1=896&laag2=915&laag3=147&item_id=1480
Letöltés ideje: 2014. október 29.

MELLÉKLETEK

1. számú melléklet: Szoftverek összegzése
2. számú melléklet: Szakértő vállalkozások listája

1. számú melléklet: Szoftverek

Program megnevezése	Felhasználási terület		Megjegyzés
	Következmény elemzés (BVT, KVT, SKET) veszélyelemzés (hibafa, eseményfa FMEA)	Kockázatok számszerűsítése (BJ, BE, veszélyességi övezet)	
ALOHA	X	-	Kizárólag egyszerűbb események futtatása
Breeze Incident Analyst	X		Kiváló a vizualizációs megjelenítése
CFAST	X		Alkalmazható a kis tároló helyektől egészen a nagyokig
DEGADIS	X		Levegőnél nehezebb gázok terjedését vizsgálja
DNV PHAST MICRO 6.5	X	-	Korszerű következmény elemző módszer
DNV PhastRisk	X	X	A szoftver teljesíti valamennyi hatósági követelményt.
Effect 8.1, 9.	X	-	Korszerű adatbázissal rendelkezik
FDS	X		Látványos modellezést nyújt
HGSYSTEM	X		Veszélyes anyagok légköri terjedését vizsgálja
ISC2			Légszennyező anyagok koncentrációját vizsgálja
Relax 7.7	X		Veszélyazonosítási szoftver
RiskCurves		X	Könnyen azonosítja a legnagyobb kockázatot jelentő tevékenységeket
RiskSpectrum Professional	X		Veszélyelemzés (hibafa, eseményfa modellezés)
SAVE II.	X	X	A következmények és a kockázatok számszerűsítésére használható
SLAB View	X		Komplex grafikus eredmény megjelenítés
SuperChem 3.0	X		Tűzveszélyes és/vagy robbanásveszélyes anyagkibocsátásából fakadó veszélyességi zónákat.
Surfer	X		3D modellezési megjelenítés

24. ábra: Szoftverek összesítése
Készítette: a Szerző, 2014.

2. számú melléklet: Szakértő vállalkozások listája

Hatóság által elfogadott szoftverrel rendelkező és már elfogadott biztonsági elemzést/jelentést készített szakértő vállalkozások		
Vállalkozás neve	Vezető neve	Alkalmazott szoftverek
Agel-CBI Kft	Póta György	DEGADIS, HGSYSTEM, SAVE II.
Hungária Veszélyesáru Mérnöki Iroda	Dr. Sárosi György	
Szent István Egyetem Tűzvédelmi és Biztonságtechnikai Intézet	Prof. dr. Szakál Béla PhD	
CHEM-SAFE Kft	Fogl Erika	
CK-Trikolor Kft.	Dr. Czakó Sándor	DNV Phast Risk
Fire-Chem Mérnöki Szolgáltató Iroda Kft.	Cimer Zsolt	
GENERISK Mérnökiroda Kft	Korda Eszter	
Gyimi Gyimóthy Számítástechnikai, Mérnök és Szolgáltató Bt.	Gyimóthy Antal	
Profes Környezetbiztonsági Programiroda Kft.	Nagy-Pétery Tibor	
IMSYS Mérnöki Szolgáltató Kft.	Dr. Varga József	
BFJ Műszaki Tanácsadó Bt.	Bihari Gyula	
Egyéb a hatóság által elfogadott szoftverrel rendelkező szakértő vállalkozások:		
Blue-Tech Kereskedelmi és Mérnöki Bt.	Bihari Gyula	
EISPRO Kft.	Riesz Gábor	
Környezettechnológia Kft.	Horváth Lajos	
Létfontosságú Infrastruktúra Tanácsadó Kft	Varga Dezső	
SIM-TRACK Kft.	Juhász András	
SPÁL Mérnöki Kft	Sebestyén Pál	
Tarnamenti Agrárszövetkezet	Dobi László	
Veproil Kft.	Veress Árpád	

25. ábra: Szakértő vállalkozások listája
Készítette: a Szerző, 2014. [21]