

# **A térinformatika lehetőségei a veszélyes anyagok okozta súlyos ipari balesetek megelőzésében**

**Kovács Zoltán főiskolai docens**  
**Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar**

## **Bevezetés**

Korunk egyik legdinamikusabban fejlődő ipara a vegyipar. A veszélyes anyagok előállítása, tárolása, feldolgozása, felhasználása magában hordozza a súlyos ipari balesetek kialakulásának kockázatát. Ha az ember a tevékenysége során valamilyen kapcsolatba kerül a veszélyes anyagokkal, óhatatlanul fennáll a baleseti veszély. A zárt terekből, technológiai folyamatokból elszabaduló veszélyes vegyi anyagok az emberek sérülését, súlyos esetben halálát okozhatják, szennyezhetik a talajt, az atmoszférát, az élelem, az ivóvíz és takarmány készleteket, súlyos veszteségeket okozhatnak az állat- és növényvilágban, valamint az épített környezetben.

Balesetek voltak, vannak és lesznek, de úgy gondolom, hogy a térinformatika szakterülete egy kicsit hozzájárulhat, természetesen más szakágakkal együttműködve, a káros hatások csökkentéséhez, esetleg a katasztrófák megelőzéséhez. Meg kell tanulnunk együtt élni a veszélyekkel, és megtalálni a megelőzés legjobb eszközeit. A veszélyes anyagok okozta baleseteknél az intézkedések időben történő kiadása a károk minimalizálásának egyik fontos eszköze.

## **A vizsgálat tárgya**

A kutatásom tárgya a hazai körülményeknek legjobban megfelelő, az egész országot lefedő, valós térképi és attribútum adatokon nyugvó, egységes felépítésű, korszerű, a védekezést hatékonyan segítő, „veszélyes üzemi” térinformációs rendszer koncepciójának kialakítása, a felső küszöbértékű vegyipari veszélyes üzemek biztonsági jelentéseinek figyelembe vételével.

A probléma felvetésének aktualitását elsősorban az adja, hogy megszületett a katasztrófák elleni védekezés irányításáról, szervezetéről és a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezéstről szóló 1999. évi LXXIV. Törvény és a végrehajtásáról szóló, 18/ 2006. (I. 26.) Kormányrendelet, mely megteremtette e tevékenység jogszabályi alapjait. A vonatkozó jogi szabályozás alapján ténylegesen elkezdődött a veszélyes üzemek hatósági felügyelete.

A szabályozás lényeges része a veszélyes tevékenységekkel kapcsolatos hatósági hozzájárulás. Az eljárás alapja a biztonsági jelentés, amelynek rendeltetése az, hogy az előírt tartalmi és formai követelmények alapján az üzemeltető bizonyíthassa, hogy az általa folytatott veszélyes tevékenység nem jár a meghatározottnál nagyobb kockázattal, és minden elvárhatót megtett az esetleges súlyos baleset megelőzése, és a következmények elhárítása érdekében.

A gazdasági változások szükségszerű velejárója, hogy bővül, illetőleg mennyiségében és minőségében is átalakul a veszélyforrások köre. A környezetszennyezési problémák hatékony kezelését minden ország legfontosabb feladatai közé kell sorolni, mivel a biztonságos életfeltételekhez való jog alapvető emberi jog.

### **Célkitűzések, vizsgálatok, megállapítások**

Célom volt, egy a gyakorlatban is alkalmazható, olyan térinformatikai rendszerkonceptió létrehozása, mely megvalósulása esetén megkönnyíti a veszélyes üzemek vezetői, valamint a károk elhárításában közvetlenül és közvetve érintett operatív irányító szervek vezetőinek a hatékonyabb intézkedések megtételét mind a megelőzési mind pedig, a kárelhárítási munkák során.

Megítélésem szerint akkor tölti be a szerepét igazán egy térinformációs rendszer, ha a fogalmának megfelelően az információt valóban ahhoz a helyhez köti, amire vonatkozik. Ha rendelkezünk a veszélyes üzem és az üzem megadott sugarú környezetében lévő településeknek és a domborzati környezetnek a nagyméretarányú felmérés pontossági igényeit kielégítő digitális térképeivel, és ezen térképeken lévő objektumokhoz csatolt leíró adatokkal, akkor tudunk a döntéshozók kezébe eszközt adni a gyors és hatékony döntések meghozatala érdekében. Közös érdek, hogy egy egységes, az elvárásoknak megfelelő térinformatikai adatstruktúra álljon rendelkezésünkre.

Áttekintettem azt a folyamatot, melynek során a hagyományos biztonsági jelentés egy korszerű, a térinformatikai eszközeivel kezelhető adattartalommá válik. Vizsgáltam mindazon korszerű térinformatikai eszközöket, módszereket, illetve eljárásokat, amelyek alkalmazhatók az adatnyerési eljárásokban. A veszélyes üzemek felmérése kapcsán kiemelt szerepet kell juttatni a napjainkban terjedő lézerszkenneléses felméréseknek, akár földi, akár légi bázisról készítve a felvételeket.

A rendszerbe kerülő attribútum adatok gyűjtését a biztonsági jelentés jogszabályban megadott elemeire építettem fel.

Megállapítottam, hogy a mérő-megfigyelő, monitoring rendszerek által rendszeresen szolgáltatott adatok beillesztése egy térinformációs rendszerbe általában nem okoz nehézséget, mivel a mai érzékelők szinte mindegyike digitális formátumban állítja elő adatait. A jövőben követelmény, hogy valós idejű képet kapjunk lehetőség szerint az összes ismert, vagy feltételezhető vegyi anyag jelenlétéről, hiányáról, jellemzőiről még azok hatásának küszöbszintje alatt.

A térinformatikai fejlesztés célja egy átfogó rendszer kialakítása, a veszélyes anyagok okozta súlyos ipari balesetek megelőzését célzó feladatok hatékonyabb elvégzésére. Az eddig létrejött vagy elindított rendszerek fejlesztése több-kevesebb sikert hozott, ám mind a mai napig nincs egy egységesen használható, konzisztens adathalmazzal dolgozó rendszer, amely adattartalmában vetekedhetne a jelenleg papíron tárolt adatmennyiséggel.

Addig nem beszélhetünk érdemben a térinformatika szerepéről, a veszélyes anyagok okozta súlyos ipari balesetek megelőzése témakörben, amíg gyakorlatilag nem létezik egy, legalább a felsőküszöb értékű üzemek vonatkozásában működő, az OKF számára is hasznosítható, egész országot lefedő, valós adatokon nyugvó térinformációs rendszer. Olyan rendszerkonceptiót dolgoztam ki, amely az eredeti célkitűzés szerinti igények kielégítésére alkalmas, nevezetesen, a biztonsági jelentés elkészítéséhez nyújt segítséget, ugyanakkor felépítésénél fogva alkalmas egy országos „veszélyes üzemi” térinformációs rendszerterv kialakítására is.

### **A siker előfeltétele: reális, megvalósítható terv kidolgozása**

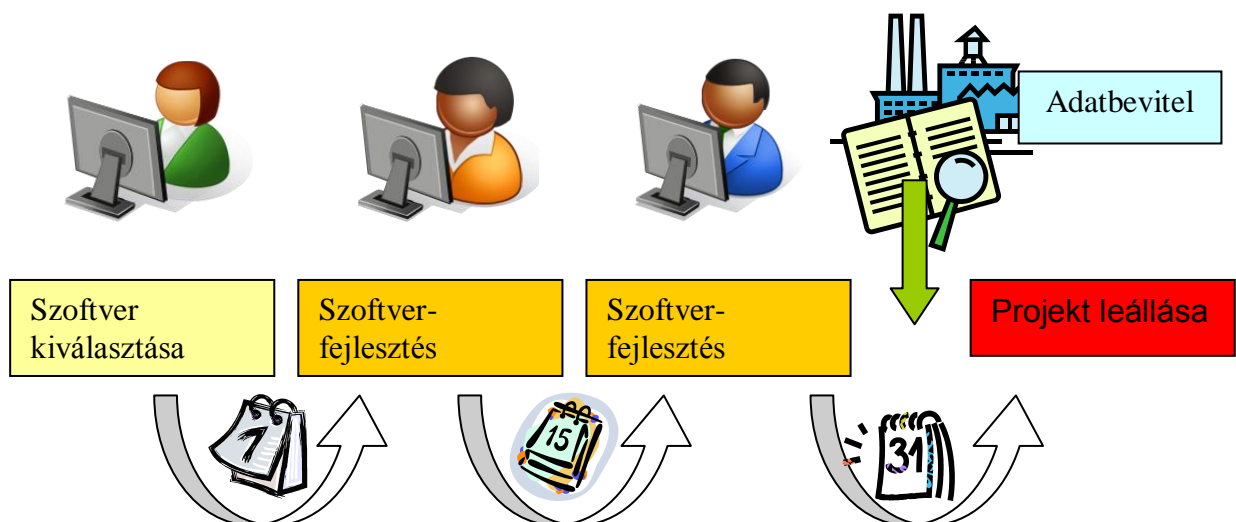
Elsődleges szempontom volt, hogy egy használható és megvalósítható, az állami szervek és a privát tulajdonú üzemek között esetleg meglévő érdekellentéteket figyelembe vevő rendszerkonceptiót hozzak létre. Nem gondolkodtam zárt rendszerben, sőt a koncepció lényege a lehető legnagyobb nyitottság. Konkrétan az adatok és az alkalmazások nyitottságára gondolok, arra, hogy az adatokhoz történő széleskörű hozzáférés a megvalósíthatóság, illetve a siker kulcsa.

A megvalósíthatóság fontos eleme, hogy az anyagi ráfordítások mértéke ne legyen elviselhetetlen, csak annyi pénzt szabad a rendszerre fordítani, amennyit a későbbi hatékonyságnövekedés lehetővé tesz. Egy számítástechnikai rendszerben – különösen egy térinformatikai rendszerben - a költség-haszon előzetes megbecslése talán a legnehezebb feladat. A biztonsági jelentésekkel kapcsolatos térinformatikai rendszer esetében azonban van egy olyan fogódzó, amely a költségek becslését segíti. Mivel a törvény már most is

kötelezővé teszi a biztonsági jelentések elkészítését és központi nyilvántartását, ennek költségei felmérhetők mind az egyes üzemek szintjén, illetve az OKF struktúráján belül.

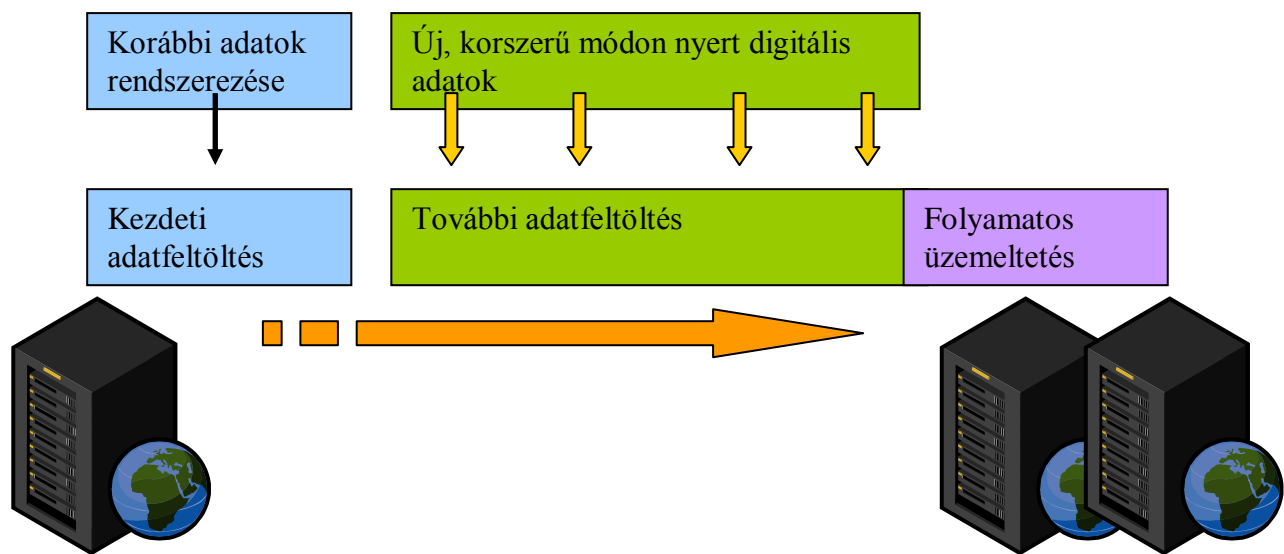
### Adatfeltöltés a kezdeti lépéstől

A veszélyes üzemekkel kapcsolatos térinformatikai rendszer kiépítése kapcsán a meglévő, adottságok feltérképezését kell először elvégezni. Az egész hosszú távú megvalósítási folyamatot, az adatgyűjtés „köré” építettem, mert ezt látom az egyetlen járható útnak. Nem tudok hasznos fejlesztést elképzelni úgy, hogy az adatgyűjtés helyett csak az öncélú szoftver és hardverfejlesztést erőltetjük. Tapasztalataim szerint a legtöbb térinformatikai projekt bukását az okozza, hogy a rendszer kialakítását összekeverik a benne futó szoftverek kifejlesztésével, és így a munka elvérzik, mielőtt az adatfeltöltés elindulhatna (1. ábra).



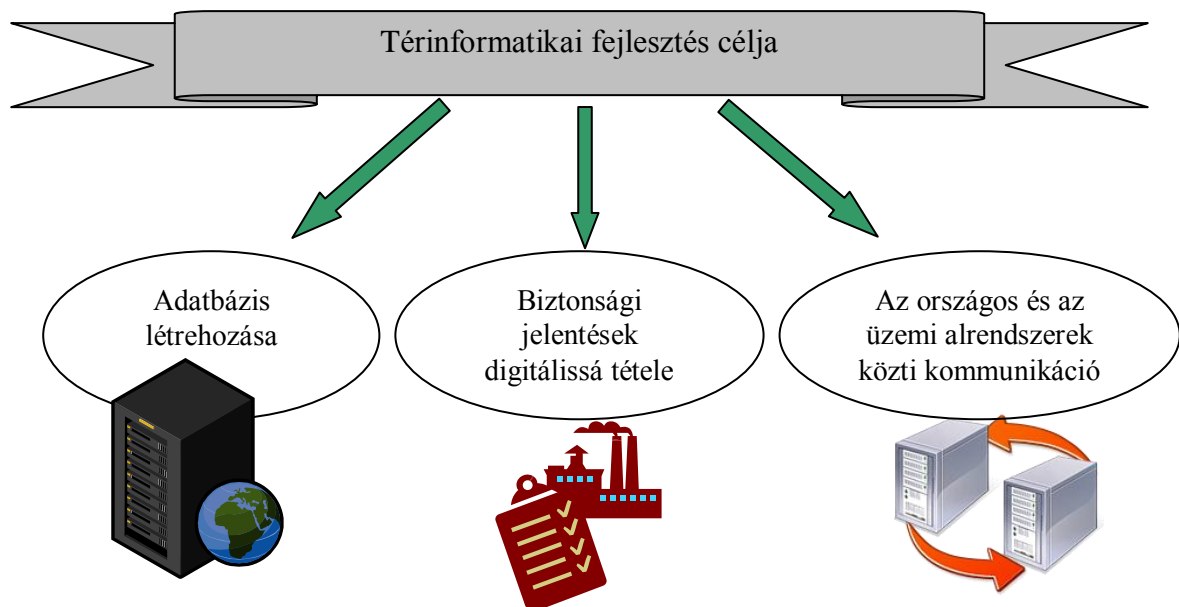
1. ábra: Tipikus hiba egy informatikai projektben: a szoftverfejlesztés olyan sokáig tart, hogy a rendszer adatfeltöltésére nem marad idő és pénz (saját forrás)

Szakítani kell azzal a gyakorlattal, hogy az adatokat, az elvárásainkat egy-két szoftverfejlesztő tudásához szorítjuk le. Mindenképpen a piacon beszerezhető szoftverekre kell építeni, azt az adatformát kell alkalmazni, amit ezek a szoftverek nyújtanak. A klasszikus szoftverfejlesztést a minimumra kell szorítani, csak a nyers adatstruktúra mielőbbi létrehozása, és az adatfeltöltés mihamarabbi megkezdése lehet a cél (2. ábra).



2. ábra: A tervezett fejlesztés sikerességének egyik kulcsa a korán beinduló és folyamatosan zajló adatfeltöltés (saját forrás)

### Térinformációs rendszer fejlesztésének céljai

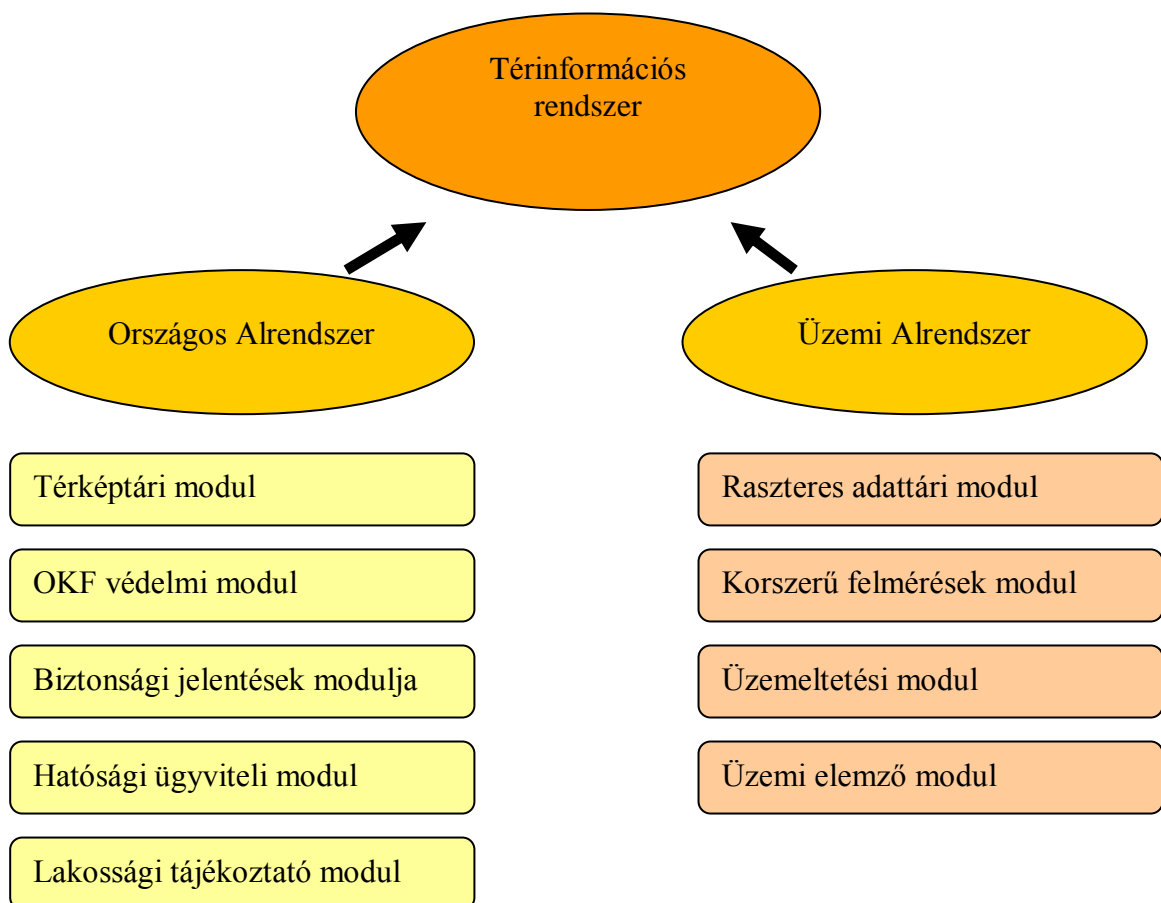


3. ábra: A térinformatikai fejlesztés céljai (saját forrás)

Mindenekelőtt tisztáztam a létesítendő térinformációs rendszer célját, feladatát. Elsődleges célként határoztam meg, hogy egy nyilvános, a lakosság, az önkormányzatok, az érintett cégek és a katasztrófavédelem számára használható adatbázis összeállítása valósuljon

meg, amely kiterjed az ország valamennyi vegyipari felsőküszöb értékű veszélyes üzemére. Másodlagos célként határoztam meg, hogy a törvény által előírt biztonsági jelentések egységes, digitális formátumban készüljenek el, illetve ezek leadása a cégek részéről - az adóbevalláshoz hasonlóan - elektronikus úton történjen. Harmadik (kiegészítő) célként azt tűztem ki, hogy a központilag összeállított és karbantartott adatbázis vonatkozó elemei lehívhatók, felhasználhatók legyenek az üzemek később kiépítésre kerülő térinformatikai-műszaki irányítási rendszerében (3. ábra).

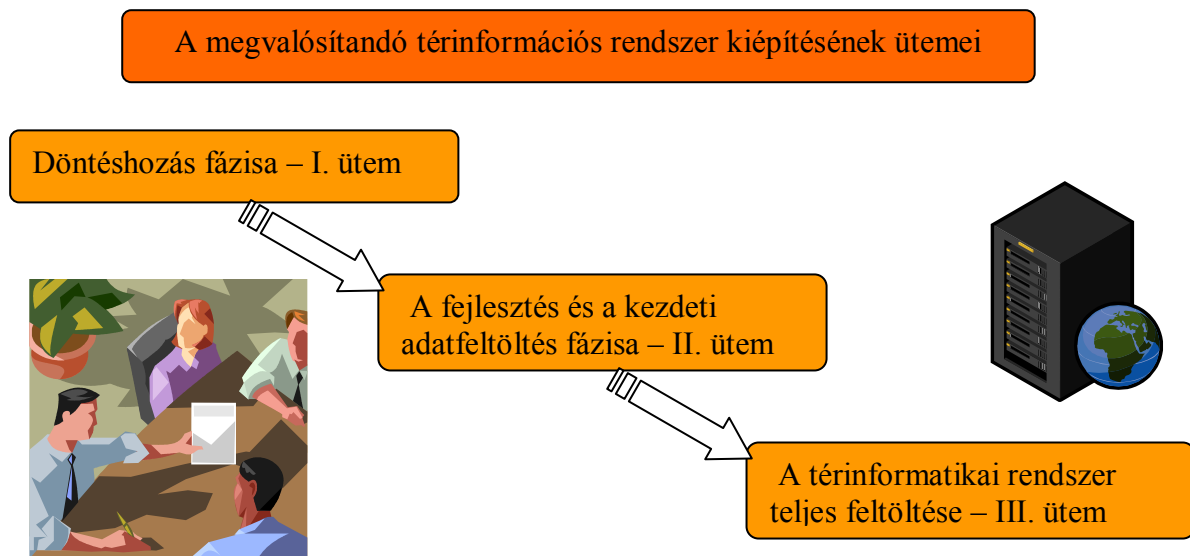
A hatósági követelményeknek és az egyes üzemek igényeinek egyidejű kielégítésére alkalmas, térinformációs rendszer, a koncepcióm szerint, egy országos áttekintő, és egy üzemi szintű alrendszerből áll. Mindkét alrendszer modulokból épül tovább (4. ábra).



4. ábra: A létrehozott térinformációs rendszer fejlesztési elemei (saját forrás)

## A megvalósítandó térinformációs rendszer fejlesztésének ütemei

A fejlesztési tervet három ütemre bontottam (5. ábra).



5. ábra: A megvalósítandó térinformációs rendszer fejlesztésének ütemei (saját forrás)

### A döntéshozás fázisa, I. ütem

Az első ütem időben rövid, de jelentőségében annál számottevőbb (6. ábra). Itt történik a fejlesztési projekt elindítása, a legfontosabb kezdeti döntések meghozatala, amelyek mederbe terelik a későbbi fejlesztéseket. A projekt többi részétől való elkülönítést az indokolja, hogy ekkor még érdemi fejlesztési munka, illetve adatbevitel nem történik.



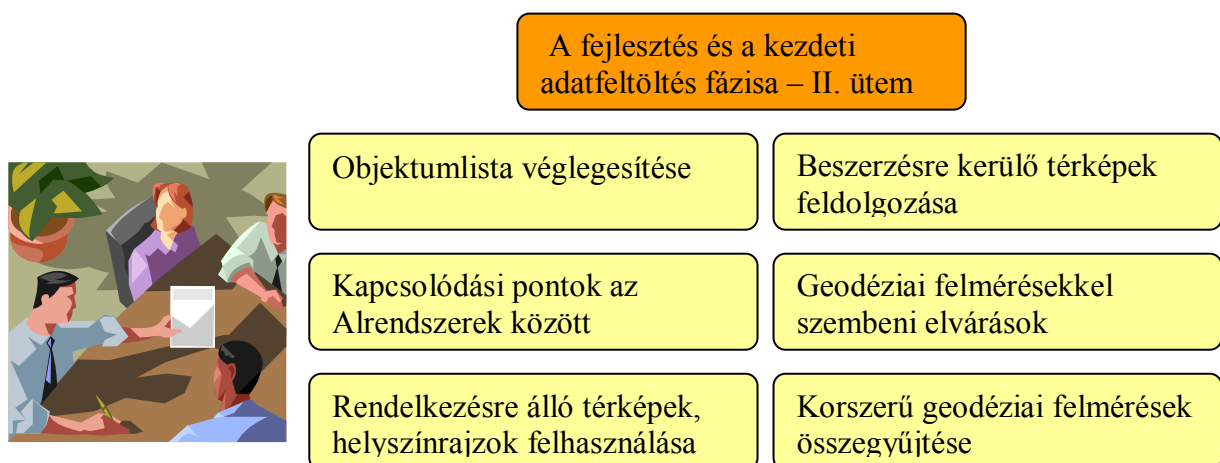
6. ábra: A fejlesztés I. ütemének feladatai (saját forrás)

Itt alakul ki a végleges munkaterv, valamint tisztázásra kerülnek a szervezeti keretek, a felelősségi körök, illetve a projekt megvalósításához rendelkezésre bocsátott erőforrások összetétele és mennyisége. Eldöntésre kerül, hogy a veszélyes üzemekkel kapcsolatos adatokat ki és milyen formában fogja a rendszer adatforrásaként rendelkezésre bocsátani. Itt elsősorban az OKF szerepét kell hangsúlyozni, hiszen egy jól felépített térinformatikai adathalmaz több célra is felhasználható, nem csak a veszélyes üzemek biztonsági jelentéseinél kaphat szerepet.

### A fejlesztés és a kezdeti adatfeltöltés fázisa, II. ütem

A második ütem tervezésekor, a projekt tényleges megvalósulásának elején két fontos szempontot kellett figyelembe vennem. Az egyik, hogy egy új térinformatikai projekt beindításához nagyon nehezen lehet pénzt szerezni. A másik tényező a rendelkezésre álló idő rövideje, hiszen minél tovább tart egy rendszer megvalósítása, annál kevésbé hatékony, és annál nagyobb a fejlesztés leállításának veszélye.

A második ütemben (7. ábra), a fenti követelmények miatt nem elsősorban az új, vagy elsődleges forrásból származó adatgyűjtésre (geodéziai felmérés, LIDAR) teszem a hangsúlyt, hanem azokat az adatokat helyezem bele a kialakuló térinformatikai struktúrába, amelyek a biztonsági jelentésekben már amúgy is rendelkezésre állnak. Ezzel a döntéssel sikerül leginkább lecsökkenteni a költségeket, hiszen az adatgyűjtés a térinformatikai rendszerek legdrágább, és időben is legtovább tartó, művelete.



7. ábra: A fejlesztés II. ütemének feladatai (saját forrás)

A második fázisban megindul az adatfeltöltés, elsősorban a könnyen strukturálható adatok digitális feldolgozása lesz hangsúlyos, illetve kialakul a nem strukturált adathalmaz

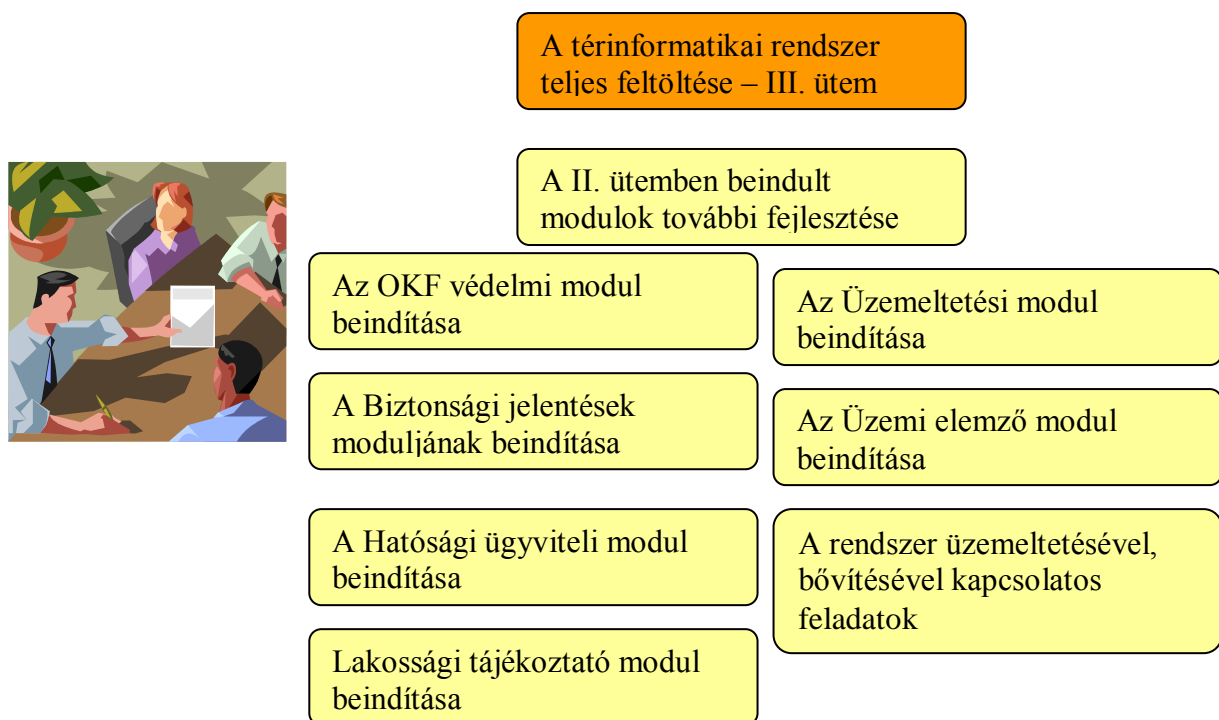


alapja, amely egyfajta dokumentumtárként is üzemel (Office fájlok, leírások, nem térképi adatok). A második fázisban történik a rendszer használatát bemutató oktatás, annak érdekében, hogy a különféle területi és szervezeti egységek meggyőződjenek a rendszer gyakorlati hasznáról, illetve megkezdődhessen az áttérés a korábbi papír alapú jelentésekről.

### A térinformatikai rendszer teljes feltöltése, III. ütem

A felső küszöbértékű veszélyes üzemek felmérését tartalmazó térinformatikai rendszer fejlesztésének második ütemében elindulnak azok az adatfeltöltési munkák, amelyekről az első fázisban született döntés. A második ütem végén a rendszer már jelentős adatmennyiséget kezel, de még nem nyújt teljes körű megoldást. A harmadik, záró ütemben kerül feltöltésre a terepi felmérések adattömege, amely a származtatott adatoknál jóval nagyobb megbízhatóságot ad a rendszernek.

A harmadik ütemben a fejlesztés eredményeképp a térinformatikához lazábban kapcsolódó funkciók is teljes mértékben beindulnak, még hozzá a legkorszerűbb, digitális formátumban (8. ábra).



8. ábra: A fejlesztés III. ütemének feladatai (saját forrás)

Ebben a fázisban történik meg a teljes adatállomány feldolgozásának befejezése, illetve olyan szintű készütség elérése, amely mellett a rendszer naprakészen tudja fogadni a biztonsági jelentések később elkészülő rendszeres frissítéseit.

## **A rendszer adatainak megjelenítése**

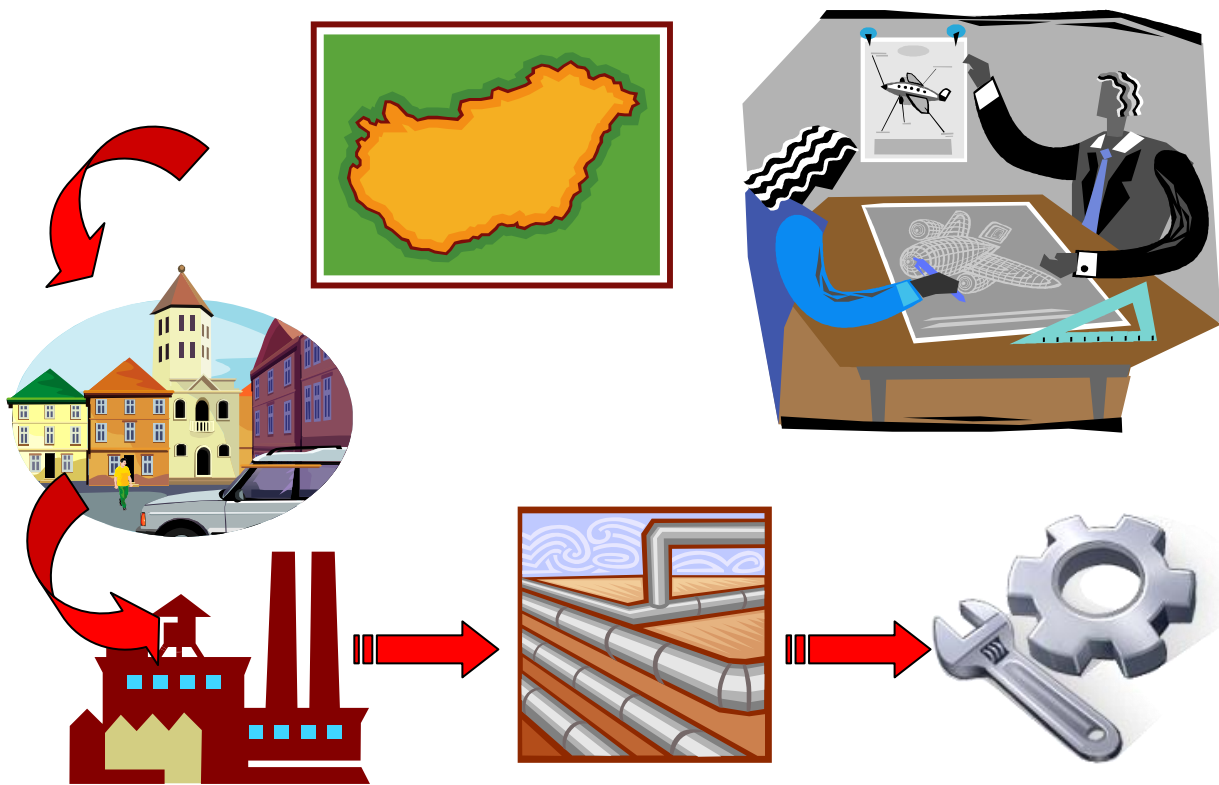
A katasztrófahelyzetben használt térinformációs rendszer éles üzemében nincs idő, minden azonnal kell. Ez egyrészt megköveteli, hogy az adatfeltöltés terjedjen ki minden olyan adatra, amely a helyes döntések gyors meghozatalához szükséges, másrészt a rendszer képes legyen egy vészhelyzetben is világos, egyszerű és közérthető formában megmutatni a benne tárolt adatokat, illetve elemzéseket.

A felső küszöbértékű veszélyes üzemeknél létfontosságú lehet, hogy az üzemről, annak belsejéről pontos, valós 3D-s adat álljon rendelkezésre. Ahhoz, hogy az amúgy bonyolult rendszer mégis áttekinthető maradjon, nagyon fejlett, valóság-hű megjelenítésre és könnyen kezelhető térbeli navigációs képességekre van szükség. Egy előremutató térinformatikai rendszer minden elemének fel kell nőnie a 3D-s megjelenítés nyújtotta többlet lehetőségekhez.

Miközben az általánosan elterjedt térinformatikai-műszaki rendszerek egyre fejlettebb 3D-s térbeli adatok kezelésére képesek, az adatok megjelenítése még mindig a 2D-s képernyő által lehatárolt korlátok közt zajlik. Ezen ellentmondás feloldására a holovíziós megjelenítés alkalmazását tartom a megfelelő megoldásnak. A holovízió valós 3D-s térben történő megjelenítést tesz lehetővé. A térbeli kép élvezetéhez semmilyen kiegészítő eszközre nincs szükség, és a precíz geometriai adatok minden pillanatban érvényesek. A térinformatikai alkalmazás kezelése, főleg az adatelemzés átláthatóbbá, szemléletesebbé válik. A kockázatelemzést új szintre emeli, ha a vészhelyzeti scenáriók elemzése csapatmunka keretében, a 3D-s megjelenítő térben történik. A holovízió jól beilleszthető a szabványos számítástechnikai rendszerekbe, alkalmas 3D-s tervek megjelenítésére.

Kiegészítő eszközökkel a rendszer alkalmas arra, hogy egy meghatározott térben érzékelje a felhasználó mozdulatait, ezáltal pedig a virtuális térben lévő elemek megjelenítését vezérelni lehet. A mozgásérzékelő modul felhasználásának csak a fantázia szab határt. Lehetséges, hogy a szemlélő a kezét kinyújtva éri el a térbeli elemet, megfogja, majd kézmozdulatával megforgatja azt. Természetesen a rendszer mindezt élőben, valós időben számolja ki és vetíti a nézők elé. A térbeli adatkapcsolások segítségével az adatbázis felhasználója is magában a térben mozogva, mozgásérzékelőkön keresztül kezeli a rendszert, hívja elő a kapcsolódó adatokat, adattáblákat, illetve lekérdezéseket. A 3D-s mozgásérzékelő rendszer használatával különösen látványos a grafikai elemekhez kapcsolódó egyéb leíró adatok és más, külön állományban kezelt kapcsolódó dokumentációk használata.

A megjelenítés kérdésein túlmutatva egy lehetséges baleseti vészhelyzet térbeli elemzésének sémáját dolgoztam ki, ahol az adatbázisban történő navigálás, illetve a keresések egy része is a 3D-s térben zajlik. Lehetséges a holovíziós megjelenítéssel és a térbeli mozgásérzékelő eszközök együttes alkalmazásával egy teljes védekezési folyamatot áttekinteni, az országos szinttől valódi térélményt nyújtva el lehet jutni az üzem környezetének bemutatásán keresztül, az üzem belsejébe, az egyes létesítményekbe egészen a meghibásodott alkatrész részletes vizsgálatáig (9. ábra).



9. ábra: Baleseti vészhelyzet térbeli elemzésének sémája: országos szint, üzem környezete, az üzem szintje, az egyes részfunkciók szintje, a meghibásodott alkatrész szintje (saját forrás)

Az általam kidolgozott technológiát egy elképzelt példán keresztül mutatom be. Adott egy felső küszöbértékű veszélyes üzem. Valamilyen okból egy mérgező gázokat tartalmazó tartály szelepe meghibásodik. A hibás alkatrész beazonosítása megtörtént, a vészelyhelyzet nyilvánvaló. A feladat: a kockázatok és a teendők meghatározása, a katasztrófa elkerülése, a károkozás korlátozása.

Az első közelítésben a védekezés irányítói az ország digitális térképén beazonosítják az üzemet. Ezután a teljes keresés leszűkül az üzemre és annak környezetére. A holovíziós megjelenítő rendszer első közelítésben az üzem adott sugarú környezetére fókuszál.

A 3D-s holovíziós megjelenítésnek köszönhetően egyből látszanak a terepidomok (völgyek, hegyvonulatok), amelyek a veszélyes anyagok terjedését befolyásolják.

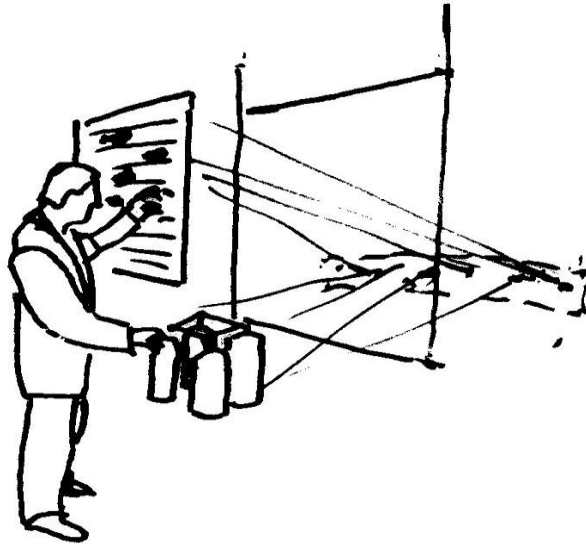
A területen lévő meteorológiai állomások aktuális széljárás adatai, valamint a vegyi monitoring állomások digitális adatai alapján a 3D-s, holovíziós megjelenítő technológiával a kiszabaduló gázok áramlása térben követhető. Modelllezhető a kiáramló gázok feltételezett terjedése. A hagyományos biztonsági jelentés ugyan tartalmaz adatot az uralkodó széljárásra, de ez jelentősen eltérhet az aktuális helyzettől.

A környező terület bemutatása után a megjelenítés fókuszába az üzem kerül. Ez a hagyományos dokumentációban is külön fejezet, az általam létrehozott korszerű térinformatikai rendszerkoncepcióban pedig egy ránagyítás művelet után előálló másik felbontás. Természetesen az elemek térbelisége továbbra is megmarad, a részletezettség azonban nagyobb. Magát a ránagyítást természetesen az elemzést végző személy mozgása irányítja, amelyet a 3D-s holovíziós térben elhelyezett mozgásérzékelők értelmeznek. Az üzem szintjén már elkülönülnek a részegységek, az egyes funkciók. Az üzem szintjén vizsgálva az esetleges baleset várható következményeit, ugyanazon elemzéseket, terjedésvizsgálatokat futtatjuk le, mint korábban, amikor még az üzem környezetének szintjén mozogtunk.

Az üzem szintjén egybeépül a korszerű geodéziai felmérések eredménye. A légifotók, a LIDAR pontfelhője, a földi felmérések elemei, a digitális közműtérkép már egy rendszerben van a szemlélő előtt a 3D-s holovíziós térben. A térbeli adathivatkozások korszerű módszere alapvetően változtatja meg az egyes elemek kapcsolatainak kezelését.

Az üzemen belüli navigáció kiindulópontja a teljes üzem 3D-ben megjelenített képe (a korábbi módszernél: az üzem helyszínrajza). A holovíziós térben a védekezést irányító vezető meg tud „ragadni”, szó szerint ki tud emelni egyes létesítményeket, részegységeket, berendezéseket az üzemből. A „kiragadott” üzemegységekhez kapcsolódva a rendszer újra felbontást vált. Mindezt persze dinamikusan, a felhasználó számára szinte láthatatlanul.

Az egyes üzemi létesítmények szintjén megjelenik az épületek 3D-s rajza, illetve a külső közművek, üzemi vezetékek 3D-s hálózata. A védekezés irányítója ezt tetszőlegesen forgathatja, mozgathatja, a kivetített 3D-s holovíziós kép ennek megfelelően dinamikusan változik. Hasonló módon lehet navigálni az épületeken belül.



10. ábra

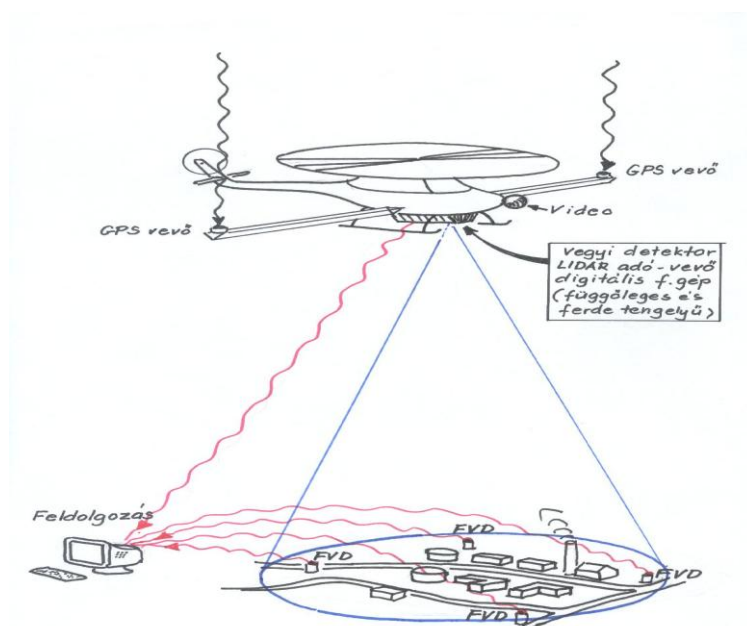
A fenti módokon eljutottunk az üzem környezetének tanulmányozásától az egyes elemekig. A védekezés, vagy egyáltalán a kockázatelemzés kapcsán a holovízióval megjelenített térbeli képek alapján egyszerűen be lehet azonosítani az egyes csőidomokat, berendezéseket. Ilyen felbontás mellett természetesen már elérhetők az elemekhez rendelt egyéb dokumentációk is. Az elemzést végző személy egyszerűen „megfogja” a holovíziós térben a vizsgálni kívánt elemet, majd a térben megjelennek az elem térinformatikai adatkapcsolatai (10. ábra). A kapcsolt adatok listáját ugyancsak a térben lehet kiválasztani, vagy akár párhuzamosan megnyitni. A kapcsolt dokumentáció részét képezi az alkatrész eredeti dokumentációja, műszaki rajza, leírása, tanúsítványai. Nagyon hasznos, ha a műszaki karbantartások adatai jegyzőkönyvvel, fényképekkel elérhetők és így meg is jeleníthetők. A veszélyeztetett berendezések térbeli kivetítése alkalmas a kapcsolódó berendezés dokumentációjának vizsgálatára.

Valamennyi felbontás mellett a rendszer képes térben mozgó képet előállítani. Ehhez természetesen erős számítókapacitás (hardver) és precíz 3D-s adatok kellene. Elsősorban a LIDAR felmérések nyers vagy szerkesztett pontfelhői alapján lehet a tér fontos elemeit a holovízióval szemlélni. Olyan technológia is bevethető, amely a felmérések alapján valóságshű, tetszőleges pályát bejáró, videót hoz létre. Amennyiben ez a külső környezet bemutatását szolgálja, akkor leginkább egy mini-helikopterre szerelt kamera képéhez tudnám hasonlítani a dolgot. A technológia abban nyújt többletet, hogy az így készült videó nem csak az előre felvett, rögzített útvonalat járja be, hanem a részletes felmérések alapján gyakorlatilag tetszőleges szemszögből tud látványtervet generálni.

A LIDAR technológiának lehetséges egy továbbfejlesztett alkalmazása a felső

küszöbértékű veszélyes üzemknél. A rendszerterv részeként a LIDAR technológia sajátosságait kihasználva javaslom, hogy a lézeres érzékelő a megfelelő kiértékelő eljárással kombinálva egyfajta vegyi detektorként is működjön. Ilyenformán arra is mód nyílik, hogy a légi hordozó eszközre - helikopterre vagy pilóta nélküli repülő eszközre - szerelt LIDAR érzékelők közvetlenül a nem kívánt esemény (pl. vegyi anyag légkörbe jutása) bekövetkezése után pásztázzák az üzem környezetét, majd az így gyűjtött adatok alapján azonnali, térbeli és valós információt nyerjenek a veszélyes anyag terjedéséről.

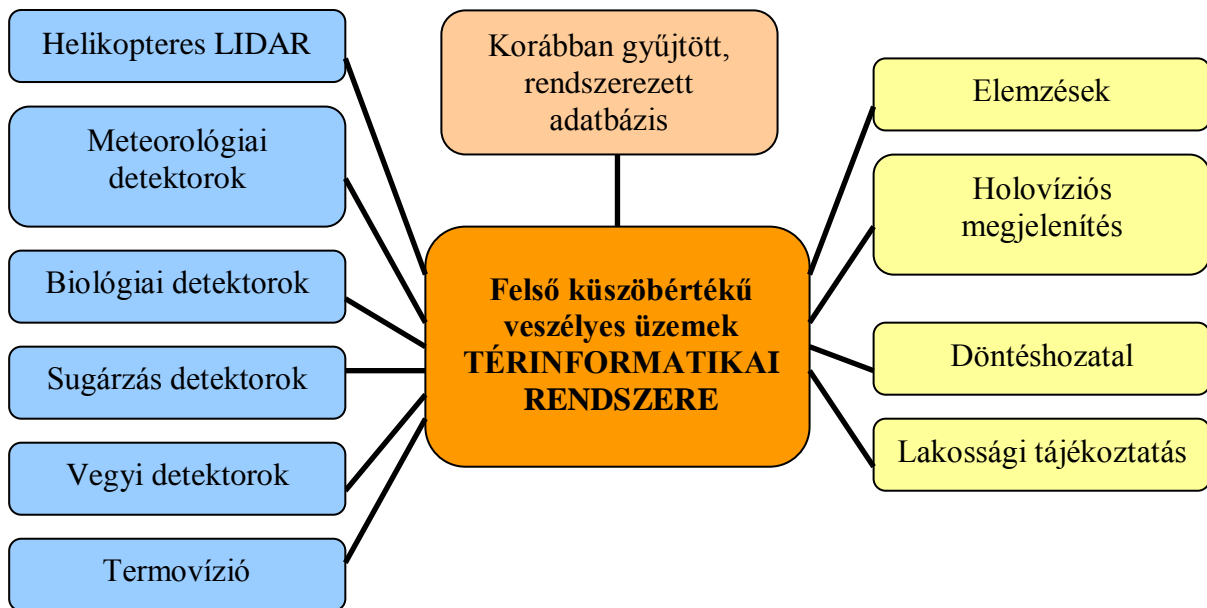
Adott a repülő eszköz, mely a LIDAR berendezést hordozza (11. ábra). A pozicionálást a gépen elhelyezett GPS- és inercia-rendszer teszi lehetővé. Ezen adatok birtokában minden pillanatban, valós időben meghatározható a hordozójárművön lévő légi detektorok helyzete. A lézeres letapogatást kiegészíti egy 360 fokos szögben elforgatható videofelvevő, amely videó jelet továbbít a földön elhelyezkedő feldolgozó egységnek. Itt történik a LIDAR felmérés eredményeinek analizálása is. A kiértékelt adatokból meghatározható a bekövetkezett esemény által okozott rombolás, pusztítás mértéke, illetve amennyiben a LIDAR berendezés vegyi detektorként is alkalmazható, akkor elvégezhető az üzem fölötti légréteg elemzése is.



11. ábra: Valósídejű légi LIDAR felmérés baleset esetén (saját forrás)

A légi megfigyelés során termovíziós kamera alkalmazását is, javaslom amennyiben a balesetben robbanás vagy tűz keletkezett. Természetesen a feldolgozó központban futnak össze az egyéb földi információk is, mint pl. a fix telepítésű vegyi detektorok adatai.

Az így létrejövő, az események következtében dinamikusan változó térbeli adathalmaz nagymértékben pontosítja a rendelkezésre álló információkat.



12. ábra: A térinformatikai rendszer bemenő és kimenő adatai súlyos ipari baleset bekövetkezésekor (saját forrás)

Az, hogy nem csak a korábban összegyűjtött információk állnak rendelkezésre, természetesen az operatív irányító személyzet számára jelenti a legnagyobb pluszt, mivel a felmérés eredménye a káresemény után azonnal rendelkezésre áll és megjeleníthető a rendszerben.

A baleset bekövetkezése utáni bemenő adatok is részét képezik az általam kidolgozott térinformatikai rendszerkoncepciónak, ezért az on-line beérkező adatok is alkalmasak térinformatikai elemzések elvégzésére, tematikus térképek készíthetők belőlük. Egyesítve az on-line LIDAR megfigyelést a holográfiás megjelenítési technológiával, létrejön egy valós idejű, veszélyes üzemi baleseti elemző rendszer, amely mind az adatgyűjtést, mind az adatok publikálását 3D-ben végzi (12. ábra).

Lehet, hogy sokan az itt leírtakat nagyon távolinak érzik a napi gyakorlattól. Úgy gondolom, hogy a közelmúlt és a közeljövő technológiai újdonságaival mindenképp számolni kell egy előremutató térinformatikai rendszer tervezése során. Egy ilyen nagy rendszer kialakítása, feltöltése nem megy egyik pillanatról a másikra. Már az előkészítés fázisában is lehet arra számítani, hogy a ma még különleges, futurisztikus elemek egyre kiforrottabbá, megszokottá, ezáltal olcsóbbá válnak majd. Az általam elképzelt térinformációs rendszerterv,

a jövőben, szélesebb körben, elterjedő, technológiák alkalmazására épül. Konkrét alkalmazás lesz például az, amikor a felső küszöbértékű veszélyes üzemek biztonsági jelentése korszerű, előremutató 3D-s technológiák által jön létre.

A kutatás eredményei közül a legjelentősebb talán az, hogy alapul szolgálhat egy, az egész országra kiterjedő, az összes magyarországi veszélyes üzemet magába foglaló, olyan egységes katasztrófavédelmi térinformációs rendszer felépítéséhez, mely rendszer majdan szervesen illeszkedik az egész Európát átfogó térkép alapú geometriailag meghatározott, elemzésekre alkalmas térinformációs rendszerbe.