



**ZRÍNYI MIKLÓS NEMZETVÉDELMI EGYETEM
BOLYAI JÁNOS KATONAI MŰSZAKI KAR
Katonai Műszaki Doktori Iskola**

Alapítva: 2002 évben.

Kovács Zoltán főiskolai docens

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

Doktori (PhD) értekezés

Tudományos témavezető:

Dr. habil. Vincze Árpád PhD

Budapest, 2009.

TARTALOMJEGYZÉK

TARTALOMJEGYZÉK	1
BEVEZETÉS	4
Az értekezés tárgya.....	5
A kutatási téma aktualitása	6
A kutatási téma körülhatárolása.....	6
A kutatás főbb célkitűzései.....	6
A kutatás módszerei.....	8
I. FEJEZET VESZÉLYES ÜZEM BIZTONSÁGI JELENTÉSÉNEK ELEMELI A TÉRINFORMÁCIÓS RENDSZERBEN	10
1.1. A veszélyes anyagok okozta súlyos ipari balesetek elleni védekezés törvényi eszközrendszere.....	10
1.1.1. <i>Veszélyes anyag</i>	<i>10</i>
1.1.2. <i>A katasztrófavédelem helyzete Magyarországon</i>	<i>10</i>
1.2. A térinformatika és térinformációs rendszer fogalma, a térinformatika feladata.....	12
1.3. A térinformációs rendszerek szerepe a veszélyes anyagok okozta súlyos ipari balesetek elleni védekezésben	14
1.4. Korszerű térinformatikai eszközök, módszerek, eljárások az adatok gyűjtésében	18
1.4.1. <i>Elsődleges geometriai adatnyerési eszközök, módszerek, eljárások a veszélyes anyagok okozta, súlyos ipari balesetek elleni védekezéssel kapcsolatban kiépítendő térinformációs rendszerhez.....</i>	<i>18</i>
1.4.2. <i>Földi 3D lézér szkennerek lehetséges szerepe a veszélyes üzemek elsődleges geometriai adatainak gyűjtésében</i>	<i>22</i>
1.4.3. <i>Légi 3D lézérskennerek lehetséges szerepe a veszélyes üzemek környezetének bemutatásában</i>	<i>24</i>
1.4.4. <i>A LIDAR, mint térinformatikai attribútum gyűjtő rendszer a vegyi felderítésben és a vegyi monitoring rendszerekben.....</i>	<i>29</i>
1.4.5. <i>Terjedési modellek a térinformatikai alkalmazásban</i>	<i>34</i>
1.5. A térinformációs rendszerbe kerülő attribútum adatok gyűjtése a biztonsági jelentés tartalmi követelményeinek figyelembevételével.....	35
1.5.1. <i>A veszélyes tevékenységek azonosításával kapcsolatos attribútum adatok.....</i>	<i>36</i>
1.5.2. <i>A biztonsági jelentés</i>	<i>37</i>
1.5.3. <i>A veszélyes üzem környezetének bemutatása</i>	<i>38</i>
1.5.4. <i>Az üzem leírásával kapcsolatos attribútum adatok.....</i>	<i>39</i>
1.5.5. <i>Az üzem helyszínrajza, mint adat a térinformációs rendszerben</i>	<i>39</i>
1.5.6. <i>A gyártási folyamatokra vonatkozó legfontosabb adatok</i>	<i>39</i>
1.5.7. <i>Infrastruktúra adatelemei a térinformációs rendszerben.....</i>	<i>40</i>
1.5.8. <i>A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezés eszközrendszere a térinformációs rendszerben</i>	<i>41</i>
1.5.9. <i>A súlyos baleset által való veszélyeztetés értékelésének helye a térinformációs rendszerben</i>	<i>41</i>
1.5.10. <i>A biztonsági irányítási rendszer, mint adatforrás.....</i>	<i>42</i>

1.5.11. A belső védelmi terv készítésénél felhasznált adatok	43
1.6. A Biztonsági jelentés adatai a térinformációs rendszerben - összefoglalás	44
II. FEJEZET TÉRINFORMÁCIÓS RENDSZER KIÉPÍTÉSE A FELSŐ-KÜSZÖBÉRTÉKŰ VESZÉLYES ÜZEMEKNEL	45
2.1. A kiépítendő térinformációs rendszer kialakításának kérdései	45
2.1.1. A siker előfeltétele: reális, megvalósítható terv kidolgozása	45
2.1.2. A projekt költségeinek előzetes meghatározása	48
2.1.3. Adatfeltöltés a kezdeti lépéstől.....	48
2.2. A kialakítandó térinformációs rendszer fejlesztésének céljai	51
2.3. A létrehozandó térinformációs rendszer felépítése	53
2.4. A létrehozandó térinformációs rendszer fejlesztésének ütemei	55
2.5. A döntéshozás fázisa, I. ütem	56
2.5.1. Alapvető döntések meghozatala	57
2.5.2. Térinformatikai munkacsoport létrehozása	59
2.5.3. A fejlesztési terv véglegesítése	60
2.5.4. Részletes műszaki szoftver audit	63
2.6. A fejlesztés és a kezdeti adatfeltöltés fázisa, II. ütem.....	64
2.6.1. Objektumlista véglegesítése	66
2.6.2. Kapcsolódási pontok az Országos Alrendszer és az Üzemi Alrendszerek között	68
2.6.3. Rendelkezésre álló térképek, helyszínrajzok felhasználása.....	69
2.6.4. Beszerzésre kerülő térképek feldolgozása.....	70
2.6.5. Geodéziai felmérésekkel szembeni elvárások kidolgozása.....	73
2.6.6. Korszerű geodéziai felmérések összegyűjtése	75
2.7. A térinformatikai rendszer teljes feltöltése, III. ütem	77
2.7.1. A II. ütemben beindult modulok további fejlesztése	78
2.7.2. OKF védelmi modul beindítása.....	81
2.7.3. A Biztonsági jelentések moduljának beindítása	81
2.7.4. Hatósági ügyviteli modul beindítása.....	82
2.7.5. Lakossági tájékoztató modul beindítása	82
2.7.6. Az Üzemeltetési modul beindítása.....	83
2.7.7. Üzemi elemző modul beindítása.....	87
2.7.8. A rendszer üzemeltetésével, bővítésével kapcsolatos feladatok	87
2.8. A fejlesztés összefoglalója.....	88
III. FEJEZET KORSZERŰ TÉRINFORMATIKAI MINTAADATBÁZIS HASZNÁLATA.....	91
3.1. Felső küszöbértékű veszélyes üzemekkel foglalkozó térinformatikai mintaadatbázishoz adatok gyűjtése.....	92
3.2. Holovíziós megjelenítő rendszer alkalmazása	98
3.2.1. A Holovízió technológiája.....	98
3.3. Térinformatikai adatbázisok kezelése 3D-ben	100
3.3.1. A 3. dimenzió a hagyományos térinformatikában.....	100
3.3.2. 3 dimenziós adatkapcsolatok a veszélyes üzemek térinformatikai rendszerében	102

3.3.3. Valós idejű légi adatnyerés LIDAR technológiával	107
3.4. Korszerű térinformatikai mintaadatbázis használata – összefoglalás	110
IV. AZ ÉRTEKEZÉS ÖSSZEGRZÉSE	111
V. KÖVETKEZTETÉSEK	113
VI. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	115
VII. AZ ÉRTEKEZÉS AJÁNLÁSAI	117
VIII. HIVATKOZOTT ÉS TANULMÁNYOZOTT IRODALOM	118
IX. SAJÁT PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE	124
X. MELLÉKLETEK	126
10.1. Rövidítések jegyzéke	126
10.2. Fogalomjegyzék	128

BEVEZETÉS

Korunk egyik legdinamikusabban fejlődő ipara a vegyipar. A veszélyes anyagok előállítás, 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. A közelmúlt hazai és külföldi tapasztalatai alapján a balesetek akár katasztrófális hatással is lehetnek a veszélyes üzem környezetére és az ott élő állampolgárokra.

A világban számos olyan súlyos következménnyel járó ipari baleset történt, amely a telephely területén túlterjedve a környező településekre is veszélyt jelentett. Ilyen volt például az 1976-os olaszországi Sevesoban bekövetkezett dioxinokkal történt környezeti szennyezés, vagy az 1984-es bhopali vegyi katasztrófa. Balesetek voltak, vannak és lesznek, de úgy gondolom, hogy a térinformatika szakterülete egy kicsit hozzájárulhat, természetesen más szakágakkal együttműködve, ezen káros hatások csökkentéséhez, esetleg a katasztrófák megelőzéséhez. Meg kell tanulnunk együtt élni a veszélyekkel, és megtalálni a megelőzés legjobb eszközeit. Ha baleset következik be, a veszélyes anyagok közül igen sok potenciális veszélyt jelenthet az emberi életre és a környezetre. A veszélyes anyagok felhasználása során keletkezett súlyos baleseteknél elsősorban tűzre, robbanásra, és mérgező anyagok, kikerülésére lehet számítani. A veszélyes anyagok okozta baleseteknél az intézkedések időben történő kiadása a károk minimalizálásának egyik fontos eszköze.

A súlyos balesetek egy része nem csak a helyi közösséget, de az országhatáron áttérjedve a környező országokat, államokat is érintheti. A nemzetközi együttműködési szervezeteket a bekövetkezett ipari balesetek arra ösztönözték, hogy kialakítsák a súlyos ipari balesetek veszélyének megelőzésével és csökkentésével foglalkozó jogi szabályokat. Ennek eredményeként születtek meg a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek ellenőrzéséről szóló EU Seveso Irányelvek, majd később a Seveso Irányelvek 2003. évi módosítása.

Összhangban az ország európai integrációs törekvéseivel és nemzetközi kötelezettségeivel, Magyarországon az Irányelv hazai jogrendbe vétele „**A katasztrófák**

elleni védekezés irányításáról, szervezetéről és a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezéséről” szóló 1999. évi LXXIV. Törvény IV. fejezete és a végrehajtására kiadott „a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezéséről szóló 18/2006.(I. 26.) Kormányrendelet” megalkotásával megtörtént.

A súlyos ipari balesetek elleni védekezés összetett tevékenység, amely magába foglalja a megelőzés műszaki-technikai feladatait, a balesetek károsító hatásainak csökkentését, illetőleg a lakosság védelmét szolgáló intézkedéseket.

Az értekezés tárgya

Az értekezés 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** figyelembevételével. Az értekezés a veszélyes anyagok ipari alkalmazásával potenciálisan előforduló súlyos balesetek elleni védekezés tervezésekor használható **térinformatikai eszközöket, eljárásokat, módszereket** tárgyalja, és **elemzi** a térképi és attribútum adatokat, adatnyerési eljárásokat, adatelemzési, adatpublikálási problémákat, az adott célokra alkalmazandó módszereket. Egy mintaterületi adatgyűjtésen keresztül javaslatot ad új megoldások alkalmazására.

Az értekezés témája szerves részét képezi a katonai műszaki tudományok tudományághoz tartozó kutatási tématerületeknek. Elemezve a közelmúltban bekövetkezett súlyos ipari baleseteket, meggyőződésem szerint a kutatási területem, a katasztrófavédelem, a Magyar Honvédség, a rendvédelmi szervek, az államigazgatás más szervei, valamint a „civil szféra”, így a veszélyes létesítmények üzemeltetői, számára is közös ügyként és feladatként jelentkezik és nyújt iránymutatást. 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.

A kutatási téma aktualitása

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

A kutatási téma körülhatárolása

A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezés rendkívül szerteágazó, komplex tevékenység, amely magába foglalja a megelőzés műszaki-technikai és szervezési feladatait, a balesetek károsító hatásainak csökkentését, illetőleg, a lakosság védelmét szolgáló, intézkedéseket. E feladatsorba beletartozik – igaz nem fő feladatként, hanem azok kiegészítésére – a térinformatikai eszközök alkalmazása is. A disszertáció korlátozott terjedelme miatt természetesen nem foglalkozhattam minden részterülettel teljes mélységében. A törvény és a végrehajtását szolgáló kormányrendelet egyértelműen meghatározza a szabályozásba bevont tevékenységek körét, a tevékenységgel kapcsolatos feladatokat, ezért egyes kérdések nem kerültek részletes kifejtésre, hanem csupán az adott témakörben kialakítandó térinformációs rendszer adatainak forráselemeiként kerültek tárgyalásra.

Értekezésemben a magyarországi veszélyes üzemek, azokon belül is a **vegyipari felső küszöbértékű üzemek a vizsgálat tárgyai**. A disszertációban a vegyipari felső küszöbértékű veszélyes üzemek által kötelezően készítenő **biztonsági jelentés összeállítása kapcsán felmerülő térinformatikai lehetőségek** kerültek tárgyalásra. A térinformációs rendszer koncepciójának kidolgozása nem egy konkrét számítógépes rendszer részletes kidolgozását jelenti, ezért a térinformatikai kérdések tárgyalása során nem tértem ki a rendszer szoftveres megoldásának bemutatására. A rendszer konkrét kialakítása meghaladja ezen értekezés kereteit, ezért nem foglalkoztam az adatmodell és a számítógépes adatmodellezés folyamatának részletes bemutatásával.

A kutatás főbb célkitűzései

Az értekezés kidolgozásakor az alábbi **fő célokat** tűztem ki:

Olyan térinformatikai rendszerkoncepció kialakítása, mely megvalósulása esetén alkalmazható a gyakorlatban is, és megkönnyíti a veszélyes üzemek vezetői, középvezetői a biztonsági jelentés készítői, valamint az esetleg bekövetkező balesetek kapcsán a károk elhárításában közvetlenül és közvetve érintett operatív irányító szervek vezetőinek a hatékonyabb intézkedések megtételét mind az üzemeltetési, mind a baleset megelőzési, mind pedig a kárelhárítási munkák során.

- A létrehozandó térinformatikai rendszerrel kapcsolatos elvárások elemzése.

A térinformatika feladatának meghatározása, a térinformációs rendszerek szerepe a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésben. A veszélyes anyagok okozta, súlyos ipari balesetek elleni védekezés törvényi eszközrendszerének vizsgálata a térinformatikai tartalom szemszögéből. Korszerű térinformatikai eszközök, módszerek, eljárások számbavétele, amelyek alkalmazhatók az adatnyerési eljárásokban.

- A megvalósítandó rendszerbe kerülő térinformatikai adatok elemzése.

Az adatok észlelési, fogadási, gyűjtési, tárolási, feldolgozási, értékelési problémáinak vizsgálata a felső küszöbértékű üzem által készített biztonsági jelentés tartalmi követelményeinek a figyelembevételével. Súlyos ipari balesetek elleni védekezéssel kapcsolatban létrehozandó térinformációs rendszer adatbázis feltöltési problémáinak vizsgálata. A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésben alkalmazott monitoring rendszerek által szolgáltatott adatok beillesztése a térinformációs rendszerbe.

- A létrehozandó térinformációs rendszer felépítésének vizsgálata.

A rendszer feladatai és szereplőivel szembeni elvárások vizsgálata. A kiépítendő térinformációs rendszer céljainak meghatározása, a szükségletek elemzésétől a rendszer bevezetéséig. Az adatgyűjtés szerepe az adott térinformációs rendszer létrehozása kapcsán. A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek által érintett vagy veszélyeztetett ipari létesítmények nyilvántartásának műszaki számítástechnikai szempontok alapján történő integrálása a térinformációs rendszerbe. Egy térinformatikai-, műszaki-, szakigazgatási és kiegészítő alrendszerekből álló térinformációs rendszer megvalósításának vizsgálati elemzése a veszélyes anyagokkal kapcsolatba hozható súlyos balesetek elleni védekezés kapcsán. A helyhez köthetőséget biztosító térképi alapokkal szemben megfogalmazott elvárások elemzése. A különböző forrásból származó, eltérő műszaki tartalmú térképi és tervezési adatok egységes megjelenítése. Távérzékelési, távfelderítési fotó és filmadatokat rendszerbe

való integrálásának lehetőségei az adott témakörrel kapcsolatosan. Raszteres és vektoros térképi információk vegyes kezelésének elemzése. A megvalósítandó térinformációs rendszer térképi alapjainak és az attribútum adatok karbantartási kérdéseinek megoldása. Mérnöki CAD rajzok beépítése a létesítmények leíró adatbázisába. A helyvel kapcsolatos információk kezelését végző térinformatikai szoftver kiválasztási, szempontrendszerének elemzése. Adathozzáférési problémák elemzése. A tulajdonosi és felelősségi viszonyok tisztázása. Adatmódosítási jogok kérdéskörének vizsgálata. Térinformációs rendszer fejlesztési tervének kidolgozása a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezés témakörében. A térképi jellemzők és objektumok multimédia dokumentumokhoz, riportokhoz és más webes alkalmazásokhoz való kapcsolásának áttekintése az adott témakör kapcsán. Az adatok közzétételi és szolgáltatási problémáinak elemzése. Internetes/intranetes adatpublikálás korszerű térinformatikai alkalmazásainak áttekintése, lehetőségeinek számbavétele a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésben.

- Térinformatikai mintaprojekthez adatgyűjtés.

Adatgyűjtés egy minta térinformációs rendszerhez, mintaadatbázis felállításához. Mintaadatbázis feltöltése elemzésre alkalmas geometriai, szak és egyéb attribútum adatokkal. A veszélyes anyagok ipartelepen belüli elhelyezkedésének vizsgálata az esetlegesen bekövetkező súlyos balesetek során. Ipari létesítményekben bekövetkező súlyos balesetek környezetre gyakorolt hatásának vizsgálata a területi kiterjedés alapján. A térinformációs rendszer adathalmazának felhasználási lehetőségei a balesetek bekövetkezésének megelőzésében. Bekövetkezett káresemény hatásának vizsgálata a helyhez kötöttség szempontjából. Kiválasztott létesítmények, objektumok térbeli és attribútum adatainak lekérdezése, 3D-s megjelenítéssel, navigáció a holografikus térben. Azonnali adatgyűjtési és feldolgozási metódus alkalmazása a baleset következményeinek felmérése kapcsán.

A kutatás módszerei

A kutatás során alapvető szempontnak tekintetem a **tudományos megalapozottságot**, a **rendszer szemléletű megközelítést**, a **megfigyelésekre**, az **analízisekre**, és **szintézisekre** épülő következtetések kialakítását.

Célkitűzéseimet a **kapcsolódó szakirodalom** és más dokumentumok feldolgozásával, elemzésével valamint **saját tapasztalataimon**, **kísérleti méréseimen** és **feldolgozásomon** keresztül kívántam elérni.

A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezés tárgyában kiadott **szabályozókat, módszertani útmutatókat** tanulmányoztam, a témához kapcsolódó könyveket, jegyzeteket, tanulmányokat kutattam fel, **kritikai feldolgozásnak** vettem alá, elemeztem.

Feldolgoztam több veszélyes üzem biztonsági jelentését térinformatikai szempontból.

Áttekintettem, összehasonlítottam a Magyarországon jelenleg használatos, meglévő, hasonló célú rendszereket, térinformatikai eszközöket, módszereket.

Magyarországi felső küszöbértékű veszélyes üzemekben folytatott **kutatásaim** és az ott dolgozó kollégákkal történő **konzultációim** eredményeit az általam kidolgozott „veszélyes-üzemi” térinformációs rendszer kialakításánál messzemenően felhasználtam.

Kutatásaim alapjául szolgáltak továbbá a saját munkáim során szerzett tapasztalataim.

Értekezésem alapvetően **tények** és **kísérleti mérések** felhasználásával készült, ugyanakkor egyéni megállapításokat, megoldási javaslatokat és megközelítéseket is alkalmaztam.

Kutató munkámat nehezítette,

hogy a veszélyes anyagok okozta súlyos ipari balesetek értékelésében, különös tekintettel a biztonsági jelentés elkészítésekor szerephez jutó korszerű térinformatikai módszerek, eszközök, eljárások, magyarországi viszonylatban **kevésbé kutatott** területet jelentenek és hazai szakirodalma is viszonylag szűk körűnek mondható. Nehezítést jelentett továbbá a kísérleti, mintaadatbázis geometriai adatokkal való feltöltése az általam javasolt felmérési technika alapján az anyagi eszközök igencsak korlátozott volta miatt.

Kutató munkámat könnyítette:,

1. hogy a súlyos ipari balesetek elleni védekezésről szóló szabályozás bevezetésében jelentős, nemzetközi szinten is elismert eredményeket értek el a hazai hatóságok, lehetőséget teremtve arra vonatkozóan, hogy a biztonsági jelentés tartalmi kérdéseiről megfelelő információ álljon a rendelkezésemre.

2. hogy a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskolája **tudományos műhelyként** való működésével lehetőséget adott az elmélyült szakmai munkára.

I. FEJEZET

VESZÉLYES ÜZEM BIZTONSÁGI JELENTÉSÉNEK ELEMELI A TÉRINFORMÁCIÓS RENDSZERBEN

1.1. A veszélyes anyagok okozta súlyos ipari balesetek elleni védekezés törvényi eszközrendszere

1.1.1. Veszélyes anyag

Veszélyes anyagnak nevezünk azt a készítményt, amely valamely, kémiai, fizikai, toxikológiai, radiológiai, biológiai tulajdonsága révén veszélyt jelenthet az emberi életre, az egészségre, az anyagi javakra, az épített környezetre, vagy a természeti értékekre. Napjainkban a különböző katasztrófát előidéző okokhoz a természeti erők és a tűz mellé felsorakozott az ember is a maga tevékenységével. Az ipari tevékenység katasztrófák előidézője is lehet.

A katasztrófát előidéző okok között a veszélyes anyagok, a sugárzó anyagokat is beleértve, kiszabadulása tekintélyes helyet foglal el. Súlyos balesetek jöhetnek létre a veszélyes anyagok szállításakor, a veszélyes anyagoknak a létesítményekben történő nem kontrollált folyamatai során.

1.1.2. A katasztrófavédelem helyzete Magyarországon

A törvény megalkotásának célja a katasztrófák megelőzésének, az ellenük való védekezés egységes irányítási rendjének kialakítása, továbbá veszélyhelyzetben illetve a katasztrófa sújtotta területeken alkalmazható szabályok bevezetésének meghatározása volt. A katasztrófák elleni védekezés felelősség elvén alapuló irányításának érdekében az új **törvény** tételesen **meghatározza** minden hivatalnak államigazgatási vagy választott funkciónak a jól körülhatárolt, békére és normális viszonyoktól eltérő időszakokra vonatkozó feladatait. Ezek alapján elkülönítettek a kormány, a kormányzati koordinációs bizottság, az önkormányzati miniszter, az illetékes miniszter, az országos hatáskörű szervek vezetői, a megyei-, fővárosi-, helyi-, védelmi bizottságok, ezen bizottságok elnökei valamint a polgármesterek feladatai és intézkedései.

A **SEVESO II. irányelvnek** a magyar jogrendbe emelése érdekében a törvény önálló fejezetben foglalkozik a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezéssel, rögzítve a megelőzés műszaki-technikai feladatait, a balesetek károsító hatásainak csökkentését, illetőleg a lakosság védelmét, szolgáló intézkedéseket.

Magyarországon 2002. január 1-jével minden olyan jogszabály hatályba lépett, amely az európai uniós SEVESO II. irányelv érvényesüléséhez szükséges volt.

A hazai jogrendbe illesztést végrehajtotta az 1999. évi LXXIV. Törvény IV. fejezete, a 18/2006.(I. 26.) Kormányrendelet. Az 1999. évi LXXIV. Törvény hatálya nem terjed ki a veszélyes anyagoknak a veszélyes létesítményen kívüli közúti, vasúti, légi vagy vízi szállítására, valamint a létesítményen kívüli ideiglenes tárolására.

A törvény **IV. fejezete** foglalkozik a „veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezés szabályaival. Alapvető fontosságú kérdés ez, mivel Magyarország 1991. december 16-ával az Európai Unió társállama lett és elfogadta az EU Tanács 96/82/EK irányelveit. Ezek az irányelvek a veszélyes anyagokkal együtt járó súlyos baleseti veszélyek megelőzését és ellenőrzését szabályozzák. Az új törvény említett fejezete az EU-tagállamok által elfogadott és nagyrészt megvalósított **Seveso II. irányelveket** ülteti át a magyar jogrendbe és gyakorlatba.

Az 1999. évi LXXIV. Törvény leszögezi, hogy a **katasztrófavédelem nemzeti ügy**, a védekezés egységes **irányítása** pedig, **állami feladat**. A katasztrófák elleni küzdelemből az egész országnak egységesen ki kell venni a részét, legyen szó akár az állampolgárról, akár gazdasági szervezetről, akár önkormányzatokról, akár honvédségről, határőrségről, rendvédelmi, vagy hivatásos katasztrófavédelmi szervezetekről, illetve a kormányról, kormányzati szervezetekről.

A törvény és a végrehajtását szolgáló kormányrendelet – a SEVESO II. irányelvvel megegyezően – egyértelműen meghatározza a szabályozásba bevont tevékenységek körét, a tevékenységgel kapcsolatos szakhatósági feladatokat, a veszélyes létesítmények üzemeltetőinek, a kormánynak és az önkormányzatoknak a súlyos ipari balesetek megelőzésével, az azokra való felkészüléssel és azok elhárításával kapcsolatos feladatait, meghatározza a közvélemény tájékoztatásával kapcsolatos kötelezettségeket.

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 elvárható megtehető az esetleges súlyos baleset megelőzése, és a következmények elhárítása érdekében.

A jogszabály meghatározza azokat a feltételeket is, amelyek fennállása esetén az üzemeltető mentesül bizonyos kötelezettségei teljesítése alól. A veszélyes anyagok és készítmények nyilvántartásáról, veszélyességi osztályba sorolásáról, csomagolásáról a kémiai biztonsági törvény rendelkezik.

1.2. A térinformatika és térinformációs rendszer fogalma, a térinformatika feladata

A térinformatikát nagyon sokszor az informatikával azonosítják, a térinformatika kifejezést rendszeresen keverik a térinformációs rendszer fogalmával.

A térbeli információk elméletével és feldolgozásuk gyakorlati kérdéseivel foglalkozó **tudomány a térinformatika**, összefogja a tudományterületeket, amelyek a térbeli információs rendszerek megértésében és további fejlesztésében segítenek [1]. Az informatika azon ága, ahol **az információ térbeli kapcsolatokkal rendelkezik**, az információk tárolásának, kezelésének, vizsgálatának alapvető rendező elve a térbeli elhelyezkedés és a valós térbeli viszonyok.

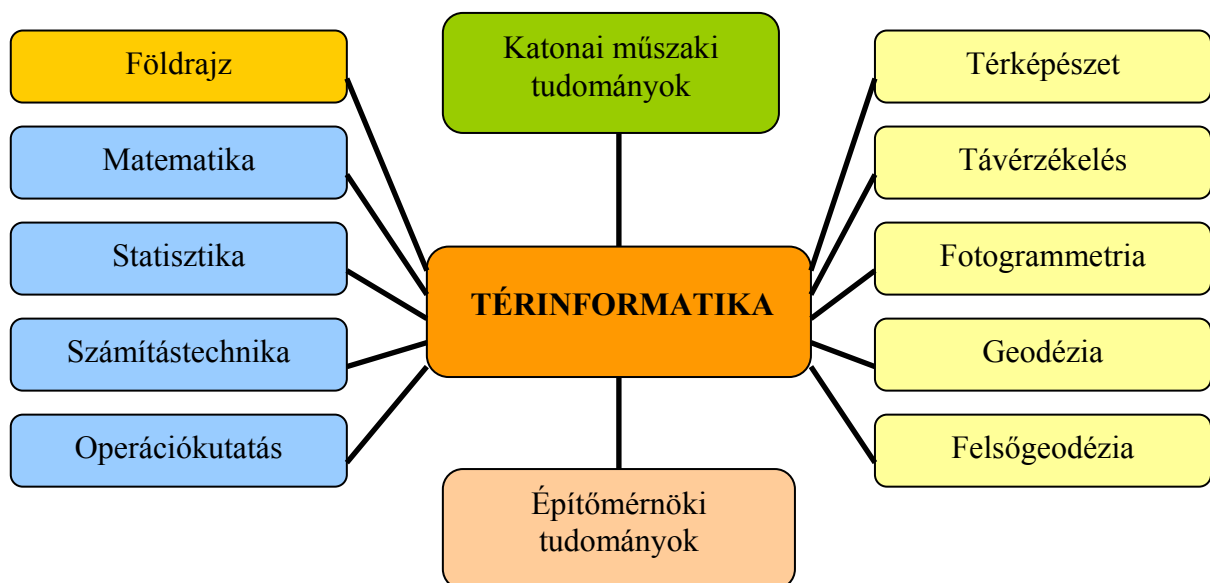
A térinformációs rendszer a helyhez kötött információk gyűjtésére, tárolására, kezelésére, elemzésére, jelenségek megfigyelésére, modellezésére, megjelenítésére szolgál [2]. A GIS a **térinformatika tudományának eszköze**, melynek segítségével valamely földrajzi helyről kap információkat a felhasználó [3]. Egy más megfogalmazásban azt is mondhatom, hogy olyan eszközök együttese, melyek különböző célok érdekében a körülöttünk lévő világból nyert térbeli adatokat gyűjtenek, tárolnak, átalakítanak, visszahívják, megjelenítik [4]. Olyan speciális informatikai rendszer, amelyben az egyes objektumok és a hozzájuk tartozó információk a valós térbeli viszonyoknak megfelelően azonosíthatók, kezelhetők és vizsgálhatók különböző relációk és szelekciós szempontok szerint. Az információk és térbeli kapcsolataik sokoldalúan analizálhatók, szintetizálhatók, generalizálhatók és az összefüggések alapján automatikusan új információk állíthatók elő [5]. A térinformációs rendszer a Föld felszíni és felszín-közeli tárgyainak, jelenségeinek, folyamatainak helyzetleírására, állapotleírására, változások és hatásaik nyomon követésére

alkalmas eljárások és eszközök rendszere. Megállja a helyét az a meghatározás is miszerint a térinformációs rendszer nem más, mint **egy technológia**, anyagok és eljárások egyesítése, bizonyos célok elérése érdekében. Olyan technológia, amely térbeli, és nem térbeli, leíró adatokat tárol, kezel, elemez, továbbít, megjelenít. Egy rendszer, mely a hardver, szoftver, adat, felhasználói környezet olyan együttese, amelynek célja a térbeli jelenségek hatékonyabb kezelése, elemzése [6].

A térinformatika **feladata** az, hogy integrálja egyetlen rendszerbe a térbeli és a leíró adatokat, információkat, biztosítson alkalmas keretet a földrajzi adatok elemzéséhez. **Nyújtson lehetőséget**, térképek és egyéb térbeli adatok digitális formába alakításával, a földrajzi ismeretek újszerű elemzésére és megjelenítésére. **Teremtsen kapcsolatokat** a földrajzi környezeten alapuló tevékenységek között. **Tegye lehetővé** adminisztratív adatok elérését földrajzi helyzetük révén. A térinformatika feladata, hogy a számítástechnika adta lehetőségekkel élve, **magas műszaki színvonalú megjelenést kölcsönözzön a földrajzi információknak**. Eszköz legyen a környezet megértésében és alakításában.

A térinformatikában közelebb kerülnek egymáshoz a technológiai kérdések és a hagyományos szakterületek. A térinformatikát gyakran hívják „szolgáltató technológiának”, mert nagy lehetőségeket biztosít a térbeli adatokkal foglalkozó szakterületek széles körének. Mindegyik kapcsolódó szakterület módszerekkel, technikákkal bővíti a térinformatikát

(1. ábra).



1. ábra: A térinformatika és kapcsolódó szakterületek (saját forrás)

1.3. A térinformációs rendszerek szerepe a veszélyes anyagok okozta súlyos ipari balesetek elleni védekezésben

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.

Az utóbbi években nagy nyilvánosságot kapnak a környezet veszélyeztetésével járó események, különösen a szenzáció erejével hatók, ezek közé tartoznak a **veszélyes anyagok okozta súlyos ipari balesetek** is. Alapvető probléma, hogy a lakosság túlnyomó többsége nem tájékozott az ilyen veszélyeket illetően. Bármilyen veszélytől valakit csak úgy lehet megvédeni, ha tudatában van annak, hogy hol, milyen veszély fenyegeti, mi annak a lényege, van-e, és milyen a veszély elleni védekezés, hogyan értesül a veszélyről, mi a tennivalója veszély esetén.

Felrobban egy veszélyes anyagot tartalmazó tartály az ipartelepen. Tűz üt ki egy vegyi anyagot is tároló üzemben. Gázzzivárgás történik egy gyárban. Kiömlik veszélyes folyadék a szállító vezeték meghibásodása következtében. Milyen anyagok vannak ott egyáltalán? Milyen mennyiségben? Le kell-e zárni és ki kell-e üríteni egy adott területet? És mekkorát? Hány embert kell megmozgatni? Hol és milyen ideiglenes szálláslehetőségek adódnak? Hogyan juthatunk el odáig, ha bizonyos útszakaszokat nem vehetünk igénybe? Szükség esetén hasonló kérdésekre kell a felelős szakembereknek gyors és megbízható választ adni.

Hatékony baleset-megelőzésről, illetve baleset-elhárításról akkor beszélhetünk, ha **rendszerben** gondolkodunk. Ehhez vizsgálni kell, és fel kell tárnunk a rendszer célját, erőforrását, környezetét, összetevőit, struktúráját, irányítását, vezetését.

A koncepcióm szerint kialakítandó **térinformációs rendszer alapvető célja, hogy segítse a döntéshozó ember munkáját**. A célom az, hogy a kialakítandó rendszer hajtson végre a rendszerben tárolt adatokkal bizonyos elemzéseket és egy korszerű megjelenítési technológia által, a gondolkodó, ember munkáját könnyítse meg. Maga a biztonsági jelentés elkészítése számos, különféle területen dolgozó, szakember összehangolt munkáját igényli, és ha első körben azt el lehet érni, hogy a szakemberek számára, közérthető módon a rendszerben tárolt adatokat korszerű szemléletes formában megjelenítjük a térinformációs rendszer segítségével, akkor a döntéshozatali folyamatokat le lehet rövidíteni.

Természetesen a rendszer működtetése során a folyamatos fejlesztések lehetővé kell, hogy tegyék azt, hogy a rendszer a benne rejlő adatok, információk birtokában bizonyos elemzéseket végrehajtva bizonyos döntések meghozatalára is képes legyen. **A végső döntéseket úgy gondolom azonban, hogy az embernek kell meghoznia**, legyen az a biztonsági jelentés hatóság számára leadandó végleges formájának, tartalmának az elfogadása, vagy egy esetleg bekövetkező baleset esetén, a térinformációs rendszerbe online beérkező megfigyelések alapján és korszerű megjelenítés révén, a mérgező vegyianyag felhő térbeli mozgásának nyomonkövetése kapcsán annak az eldöntése, hogy mely település mely részén kell végrehajtani a lakosság kitelepítését.

A térinformációs rendszerekkel szemben támasztott alapvető követelmények:

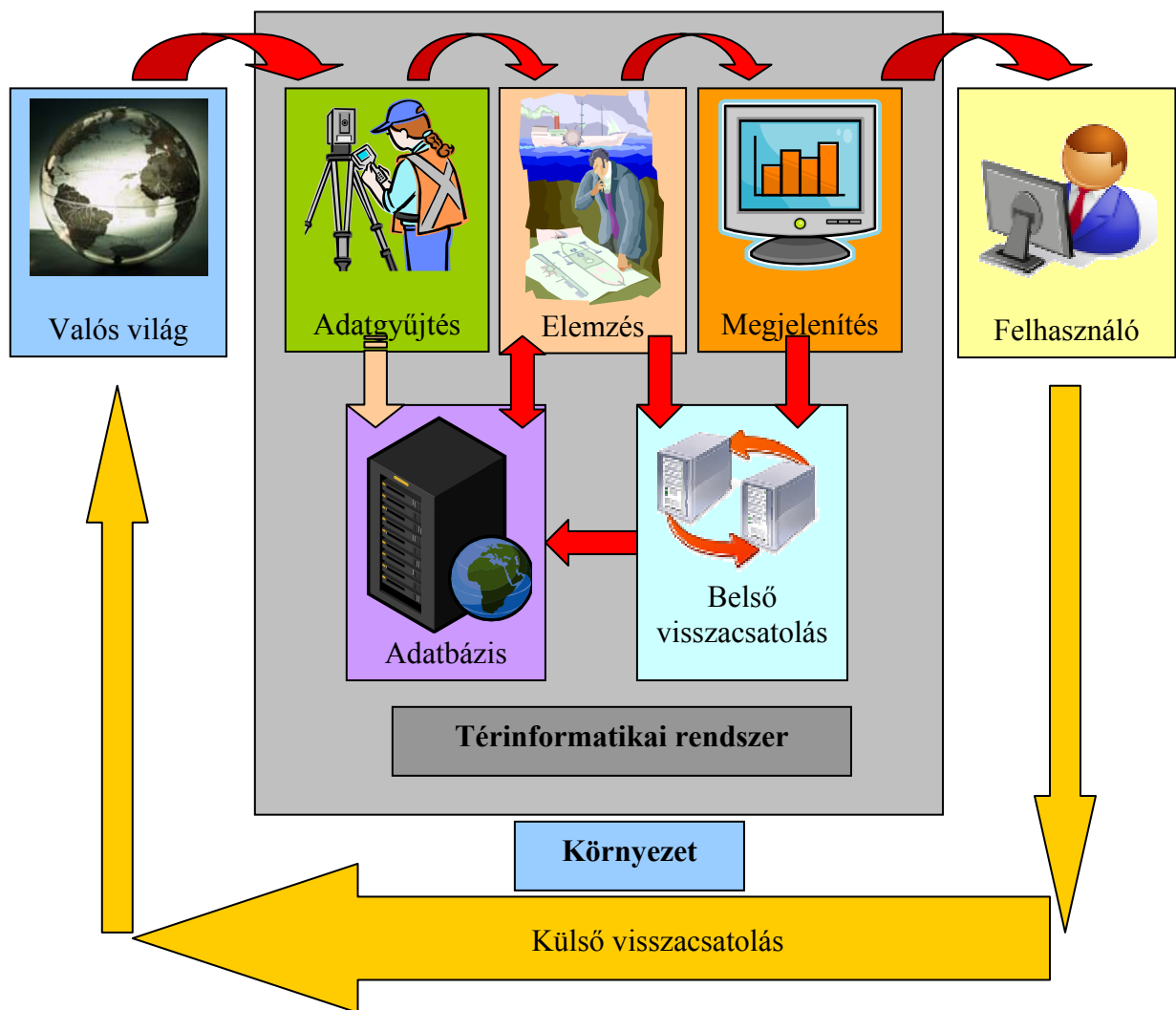
A rendszer adatbázisába csak **ellenőrzött adatok** kerülhetnek. Az adatok tárolása legyen biztonságosan megoldott. A rendszertervben megfogalmazott feladatokat az elvárt válaszidőn belül oldja meg. A rendszer kimenetén megjelenő információ **minősége szavatolt** legyen. A rendszer zárja ki az illetéktelen hozzáférést. Kiépítése legyen gazdaságos. Vegye figyelembe a környezet jogi szabályozottságát [7].

Az objektum minőségét alapvetően az adatok minősége határozza meg.

Az adatok minősége függ az adatok eredetétől, geometriai pontosságtól, attribútum pontosságtól, a logikai konzisztenciától, a teljességtől, és az aktualitástól.

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.

A felhasználó a végtelenül összetett valós világot az adatbázis szűrőjén keresztül látja. Az adatbázisban tárolt adatoknak, mintáknak a világot olyan pontosan és teljesen kell bemutatniuk, amennyire lehet. Az adatbázisok tartalmának figyelemmel kell lennie az adott témára és jellemzőire, a vizsgált időintervallumra, a vizsgált területre. Az adatfelvételnek mindig **szabványos** módon kell történnie, ami biztosítja az információ legszélesebb körű felhasználhatóságát. A térinformatikai rendszerben történő adatáramlást mutatja a 2. ábra.

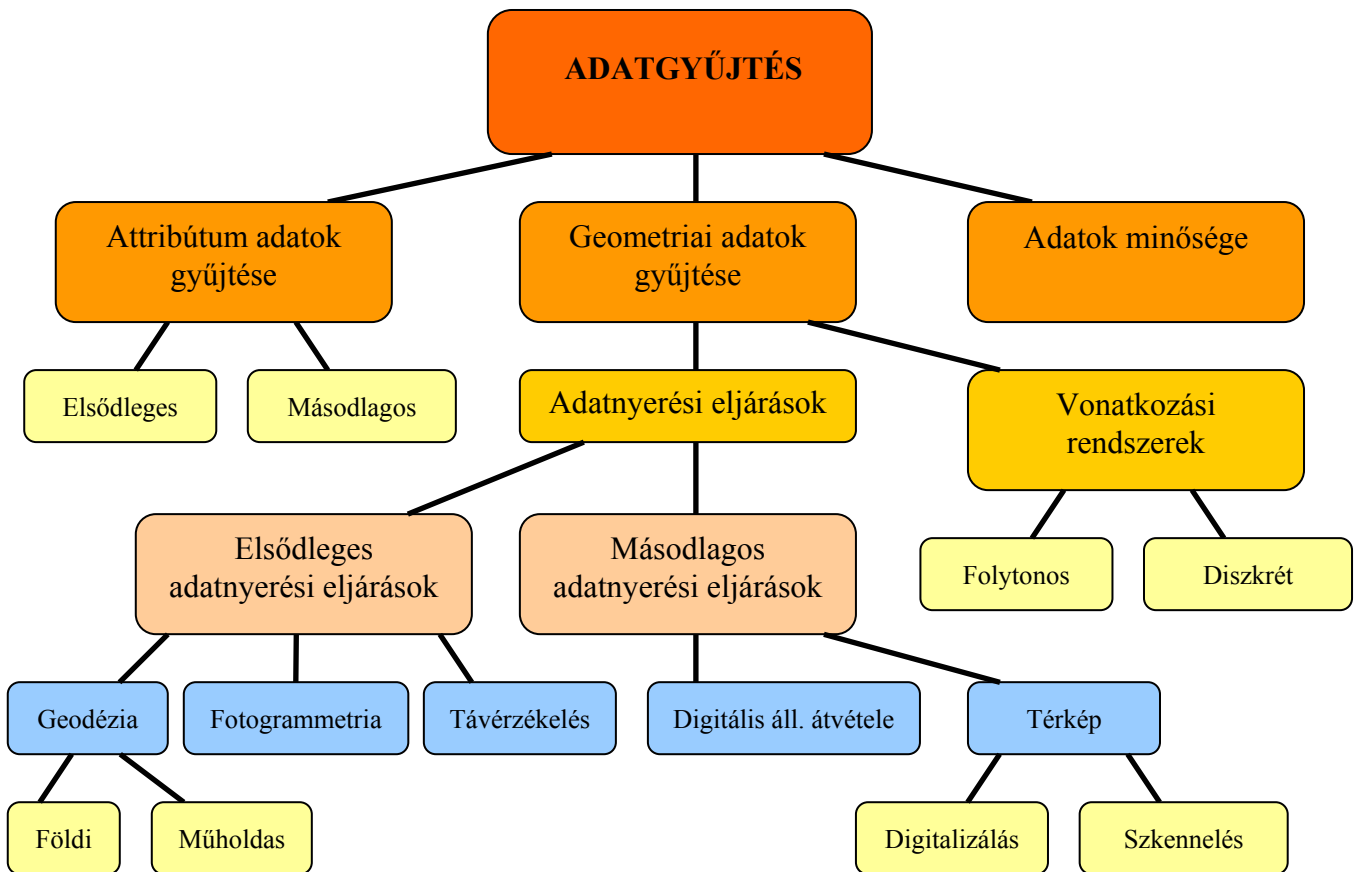


2. ábra: Az adat áramlása a térinformatikai rendszerben (saját forrás)

Az adatgyűjtés (3. ábra) módja függ az objektum jellegétől, a térinformációs rendszer jellegétől, a rendelkezésre álló adatforrásoktól, az alkalmazási területtől, az adatsűrűségtől.

Megítélésem szerint akkor tölti be a szerepét igazán egy térinformációs rendszer, ha a fogalmának megfelelően az **információt** valóban **ahhoz a helyhez köti, amire vonatkozik**.

Közös érdek, hogy egy egységes, az elvárásoknak megfelelő **térinformatikai adatstruktúra** álljon rendelkezésünkre. A térinformatika katasztrófavédelmi alkalmazásának nélkülözhetetlen kellékei a digitális térképek és térbeli referenciaadatok. Ez természetesen nemcsak a digitális térképeket, térképi adatokat jelenti, hanem az azokhoz kapcsolódó leíró adatokat, technológiákat, szabványokat, szolgáltatásokat.



3. ábra: Térinformatikai adatgyűjtés (saját forrás)

Adattartalmi szempontból a térinformációs rendszer legfontosabb alapegysége a **digitális térkép**. A Katasztrófavédelmi Térinformációs Rendszerben jelenleg kis és közepes méretarányú térképek találhatók. Rendelkezésre állnak, a szakmai adatbázisok létrehozásának egységes alapjául szolgáló, aktualizált alaptérképi rétegek. A DSM 2003 alaptérkép,

M=1: 50 000 méretarányban EOVS rendszerben, tartalmazza településenként az utcaszakaszok sarokponti házszámait [8]. Az EOVS nemzeti rendszert célszerű volna globális rendszerbe átalakítani.

Olyan **nagyméretarányú térkép** mely képes a veszélyes üzemen belüli létesítmények, anyagtárolók és egyáltalán a veszélyes üzemen belüli természetes és mesterséges létesítmények, tereptárgyak megjelenítésére, bizonyára létezik, de a **rendszeren belül nem áll rendelkezésre**. Az országos térképi adatbázison kívül vannak olyan térképi információk, melyekre szükség van a beavatkozás, tervezés szintjén, de nem állnak rendelkezésre. Ezek az adatok vagy **beszerezhetők más adatbázisokból**, vagy a különböző **adatszolgáltatóktól** vagy **felmérések eredményeképpen** juthatunk hozzá.

A minősített veszélyes üzemek, és a veszélyességi fokozatokra jellemző adatok a Hatósági- Baleseti Információs Rendszeren belül található meg.

1.4. Korszerű térinformatikai eszközök, módszerek, eljárások az adatok gyűjtésében

1.4.1. Elsődleges geometriai adatnyerési eszközök, módszerek, eljárások a veszélyes anyagok okozta, súlyos ipari balesetek elleni védekezéssel kapcsolatban kiépítendő térinformációs rendszerhez

A geodézia a fotogrammetria és a távérzékelés szakterületek által használt néhány új geometriai adatgyűjtési módszer, eljárás bemutatásán keresztül kívánom felhívni a figyelmet arra, hogy a különböző kutatási területek nem egymástól elszigetelten léteznek, hanem egymást erősítve újabb és újabb lehetőségeket találnak, jelen esetben a veszélyes anyagok okozta súlyos balesetek elleni védekezés feladatának megoldása során.

A **földi geodéziai eljárások** általában a pontok koordinátáit határozzák meg, és jellemzőjük a nagy pontosság. A geodéziai módszer alkalmazásának előfeltétele az alappont-hálózat létezése. Az objektumok koordinátáit abban a referencia-rendszerben kapjuk, amelyben az alappont-hálózati pontok koordinátái adottak. A földi geodéziai eljárások eszközei manapság a széleskörűen elterjedt totális mérőállomások.

A **Navstar GPS** műholdas, a rádióhullámok passzív egyutas vételén alapuló, az egész Földre kiterjedő, az időjárástól függetlenül bármely időpontban használható, hely, sebesség, idő-meghatározó, csúcstechnológiai szinten automatizált mérési és informatikai rendszer [9]. A katasztrófavédelemben jelenleg főleg kézi GPS-vevőket használnak, részben a terepi adatok begyűjtésére és feldolgozására, részben a valós idejű navigációra.

A **fotogrammetria** a térinformációs rendszerek adatgyűjtésének sokoldalúan alkalmazható módszere. A térképezés klasszikus adatgyűjtő és kiértékelő technológiája. Adatgyűjtésként a tárgyról készített képet használja. A tárgyakról készített képek tartalmazzák azok geometriai, radiometriai, szemantikai tulajdonságait. A fotogrammetria, a fényképen végzett geometriai mérések alapján, a vetítés törvényeinek felhasználásával következtet a tárgy térbeli helyzetét, vagy alakját meghatározó adatokra, illetőleg a jelenség térbeli lefolyását jellemző értékekre.

A fotogrammetria alkalmas a lokális és regionális térinformációs rendszerekben

vektor, raszter jellegű állomány létrehozására és aktualizálására, ortofotók előállítására, digitális magassági modellek létrehozására, egyes pontok helyzetének meghatározására. A felvevőkamera elhelyezhető a Föld felszínén, repülőgépen, mesterséges égitesten.

A **távérzékelés** olyan eljárás, amellyel valamely tárgy jellegéről és tulajdonságairól információhoz jutunk anélkül, hogy közvetlen kapcsolatba kerülnénk a tárggyal. A távérzékeléshez használt képek hasonlóan a fotogrammetriai fényképekhez a leképezett tárgyra vonatkozó geometriai, radiometriai, szemantikai információt tartalmaznak.

A távérzékelés a regionális és globális térinformációs rendszerek nélkülözhetetlen adatgyűjtési eljárása, amellyel mind raszter, mind vektor jellegű geometriai adatok és sokféle attribútum adat előállítható. A lokális térinformációs rendszerekben inkább csak néhány sajátos adat gyűjtésére célszerű a felhasználása. A távérzékelési célra használt képek többféle elven működő felvevőrendszerrel készülnek. A felvevőrendszerek a testek által kibocsátott, ill. visszavert sugárzást érzékelik. A felhasznált rendszerek egy része a leképezett tárgyak természetes sugárzását regisztrálja, más részük maga is sugárforrás és a tárgyak által visszavert sugárzás meghatározására szolgál. A felvevőrendszerek elhelyezhetők a Föld felszínén, repülőgépen, mesterséges égitesten. A Föld felszínén elhelyezett eszközök a levegőből vagy az űrből készített felvételek hitelesítésére szolgálnak.

A GPS és INS alapú, fedélzeti adatgyűjtéssel integrált nagyfelbontású légi és műholdas képérzékelő rendszerek gyors és költség-hatékony módszert kínálnak topográfiai térképi információk gyűjtéséhez.

A legutóbbi időszakban a távérzékeléssel és fotogrammetriával foglalkozó szakemberek elkezdték intenzíven használni az integrált GPS/INS technológiát a kamera helyzetének olyan pontosságú mérésére, amely lehetővé teszi a fotogrammetria alkalmazását, anélkül, hogy hagyományos módon meg kellene határozni a légi háromszögelésből származó, a kamera külső tájékozására vonatkozó paramétereket [10].

A **digitális mobil térképkészítés**, amely integrálja a digitális képalkotást és a közvetlen georeferenciák felhasználását, nagyon gyorsan fejlődött az elmúlt 15 évben [11]. A digitális képkezelés és a közvetlen geodéziai adatillesztés terén történt fejlődés kombinálása nemcsak a mobil térképészeti hatékonyságát növelte meg jelentősen, hanem nagyobb rugalmasságot és alacsonyabb költségeket is eredményezett. Integrálta a szakma két olyan ágát, amelyek nagyon sokáig külön utakon fejlődtek: a geodéziát és a távérzékelést/fotogrammetriát.

A digitális képkezelés területén a film-alapú optikai érzékelőket, teljes körűen digitális elektro-optikai, vagy aktív elektronikus érzékelőkre cserélik, amelyek gyakran multi-spektrum képességekkel is rendelkeznek. Ezek az érzékelők lehetnek keret-alapúak ("frame-based"), mint pl. a digitális kameráknál, vagy vonalas letapogató optikai szonda ("line scanner") típusúak, mint pl. a multispektrális scannerek, **LIDAR rendszerek**, vagy radar alapú **IFSAR rendszerek**. Ezen érzékelőkkel a digitális képkezelés legjobban a légi fotogrammetriás térképészetre hasonlít.

Az új technológiák közül a légi IFSAR térképészeti is a térinformatika fókuszába került az alkalmazás rugalmassága, az időjárástól való jelentős mértékű függetlensége, a felhőkön való áthatolási képessége, sokoldalú térképészeti termékek készítésére való alkalmassága és gyors megtérülése miatt. Ezért a nagyfelbontású légi IFSAR rendszerek biztosítják az adatokat azon alkalmazásokhoz, amelyeket hagyományosan a konvencionális fotogrammetriai technológia támogatott. A direkt geodéziai illesztés az időben változó pozíció és orientációs paraméterek meghatározása mobil digitális képalkotás céljából történik. Ma erre a legelterjedtebb technológia a GPS műholdas pozicionálás és az IMU készülék segítségével végrehajtott inerciális navigáció. Bár elvileg minden technológia képes meghatározni a pozíciót és az orientációt, általában úgy vannak integrálva, hogy a GPS vevő a fő pozícióérzékelő, és az IMU a fő orientációs érzékelő.

Az USA Energiaügyi Minisztériumának Távérzékelési Laboratóriuma **valós idejű fotogrammetriai térképészeti rendszert** (RTPMS) fejlesztett ki [12]. Az RTPMS képes arra, hogy egy digitális mátrix kamerából ("digital frame camera", DFC) származó digitális képadatokat közvetlenül bevigyen egy fotogrammetriai szoftverbe, amely az adatnyerő platform fedélzetén, valós időben automatikusan elkészíti a digitális magassági modelleket (DEM), ortogonális képeket és kontúrvonalakat. A fejlesztés végső célja, hogy a fedélzeten feldolgozott fotogrammetriai termékeket a földi állomásra lehessen küldeni még mielőtt, a légi jármű leszáll, illetve, hogy a rendszert személyzet nélküli légi járműre lehessen telepíteni.

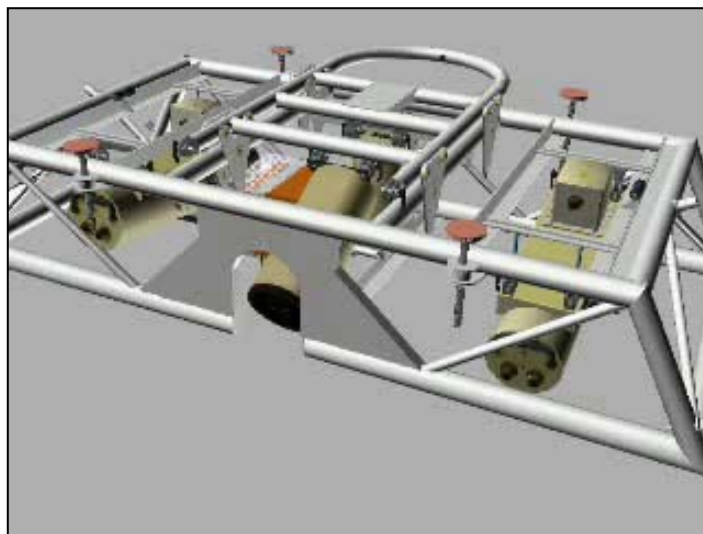
Digitális ortofotó-térkép előállítására az Erdas IMAGINE két lehetséges utat kínál. Az egyik mód az, hogy előre meghatározott tájékozási elemek ismeretében a szükséges paraméterek megadása után a szoftver elvégzi az ortoprojekciót. A másik mód az, hogy az ismeretlen tájékozási elemek is a rendszeren belül kerülnek meghatározásra.

Az Airborne – DSS Digital Sensor System - Digitális, közepes formátumú gyors reagálású távérzékelő megoldás. Fő jellemzői: teljes körűen integrált, moduláris, kompakt,

mindent magában foglaló rendszer, amely tárolja, kezeli és feldolgozza az adatokat. Egy órán belül telepíthető és működőképes, a pilóta kezeli. Ideális az egymotoros repülőgépekre és a helikopterekre.

A távérzékelési technológiák, az utóbbi években, két irányban óriási fejlődésnek indultak: az egyik irány a nagyfelbontású űrfelvételek alkalmazása, a másik pedig az aktív távérzékelési módszerek azon belül is a **lézeres felmérési technológia** – világa. A szakirodalomban ALM vagy ALS (*Airborne Laser Mapping vagy Scanning* – légi lézeres térképezés/pásztázás) és LIDAR (*Light Detecting and Ranging* – lézeres felmérés) elnevezésekkel illetik e korszerű adatnyerési módszereket [13]. Lézeres felmérési technológiákban már régóta folynak kutatások, de csak a 90-es években kezdték széles körben alkalmazni. Ennek oka, nem pusztán a technikai fejlődésnek köszönhetően, olcsóbb szenzorok, hanem a légi felméréshez nélkülözhetetlen navigációs rendszerek pontosságának nagymértékű javulása volt.

Megbízható DTM adatok nyéréséhez újabban a **légi lézerszkennelést** tartják az egyik legjobb módszernek [14]. Az új technológiák sok-érzékelős rendszert, lézertáv mérőt (LRF), fejlett GPS/INS rendszert tartalmazó digitális kamerarendszert használnak fel 3D adatok közel valós idejű felvételére. A rendszert olyan helikopterre telepítik, amely képes alacsony magasságban repülni és így nagyobb precizitású adatokat szolgáltatni. A rendszer digitális felszín modell (DSM), és digitális kamerával, jó minőségű ortofotók készítésére is alkalmas (4. ábra).



4. ábra: Helikopter aljára szerelhető LIDAR berendezés látványterve (saját forrás)

Az elmúlt néhány évben egy új technológia jelent meg, amely gyorsan megváltoztatta a gyártási folyamatokat, különösen az érzékelők tervezésénél és a távközlésnél. A MEMS technológiáról (Micro Electronic Mechanical Systems) van szó. Jelenleg bioérzékelő technológiák fejlesztésén dolgoznak, amelyek segítségével biológiai és vegyi anyagok maradványértékeit valós időben lehet mérni. A bioérzékelő rendszerek elektromos, mechanikus és fényérzékelő eszközöket, biológiai anyagokat (pl. szöveteket, enzimeket, nukleinsavakat) tartalmaznak, és vegyelemzés segítségével érzékelhető jelzéseket adnak biológiai, vegyi jelenségek nyomon követésére vagy azonosítására [15].

Összegzésképpen azt állítom, hogy az új trendek és fejlesztések a következők: digitális képkezelések, amelyek a klasszikus fotók helyébe lépnek a fotogrammetria terén, aktív rendszerek (lézerszkennerek és SAR) amelyek széles látószögű digitális felszíni modelleket (DSM) készítenek, különösen azokban a régiókban, ahol a klasszikus kamerákkal való adatértékelés bonyolult.

1.4.2. Földi 3D lézer szkennerek lehetséges szerepe a veszélyes üzemek elsődleges geometriai adatainak gyűjtésében

Az egyik legújabb, gyorsan terjedő, de ma még költséges technológia a **háromdimenziós lézeres letapogatás**, vagy más néven a lézerszkennelés. Ez a módszer szoros rokonságot mutat a modern mérőállomásokkal, a fotóteodolitokkal és az általános értelemben vett távérzékeléssel is. A földi lézerszkennereket a mérőállomásokhoz és a fotóteodolitokhoz hasonlóan mérőállványra helyezük (5. ábra). Egy mérőprogramnak megfelelően a műszer **lézerimpulzusok segítségével méri a visszaverő felület távolságát**. A letapogatás irányainak és távolságának segítségével a műszer koordinátarendszerében meghatározza a visszaverődések helyének háromdimenziós pontthalmazát (pontfelhőjét). A pontthalmaz feldolgozását általában a letapogatással egy időben készített digitális fényképek is segítik (6. ábra). Ismert ponton felállított és tájékozott letapogatással **a pontthalmaz az országos koordináta rendszerbe is transzformálható**, amit a letapogatott, ismert helyzetű illesztő pontok is segítenek.

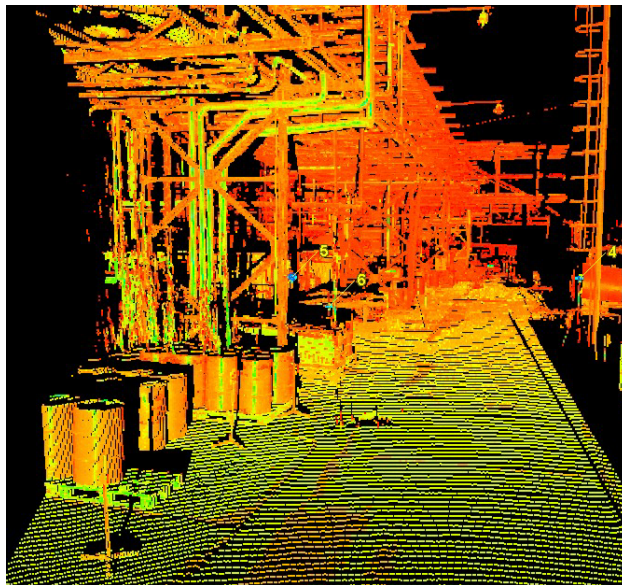
A Cyrax egy szállítható számítógépes szoftver és automatikus letapogató rendszer, mely eddig nem tapasztalt sebességgel és pontossággal képes nagy felületek, szerkezetek megjelenítésére, modellezésére. Egyszerűen a vizsgálandó felület felé irányozva a készüléket a kívánt felmérési sűrűség beállítása után egy laptop képernyőjén megjelenik a pontos 3D-s

pontfelhő készen az azonnali felhasználásra (7. ábra).



5. ábra (balra): Cyrax földi lézerszkennő egy vegyi üzem felmérésénél (saját fotó)

6. ábra (jobbra): Csőhíd a vegyi üzemben (saját fotó)



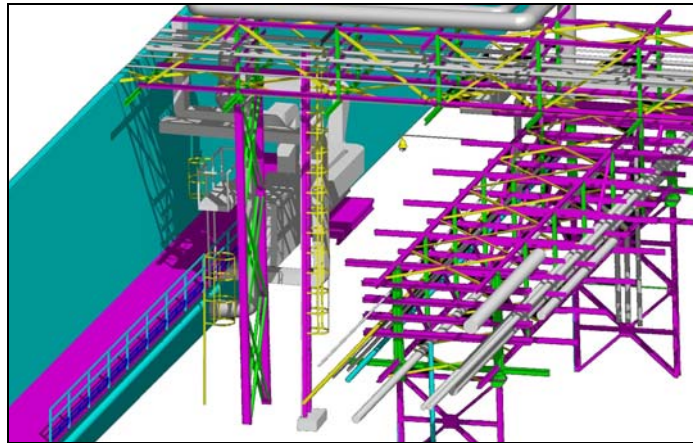
7. ábra: A csőhíd lézeres felmérésénél nyert pontok a megjelenítő szoftverben (saját forrás)

A **pontfelhő** már önmagában is **értékelhető információkat hordoz**. Egy szerkezet nagy részlet sűrűségű 3D-s virtuális modelljének megjelenítése teljessé teszi a környezeti felméréseket. A megjelenés nem más, mint a valóság pontos, részletes, valósághű modellje, lézeres letapogatással generált pontfelhő formájában. A lézerszkennővel, a felmérés egyszerű és felhasználóbarát. A felhasználó egyszerűen definiálhatja a szkennelési területet. Lehetővé vált 1.000 - 500.000 3D-pont mérése másodpercenként, 5-6mm pontossággal.

A lézerszkennő lehetővé teszi tárgyak, épületek stb. 3-dimenzionális bemérését és

ennek azonnali ábrázolását minden perspektívából. A Bentley CloudWorx integrált szoftver lehetővé teszi a felhasználó számára, hogy a Cyra által letapogatott szerkezetet, mint pontfelhőt, azonnal a szkennelés után, tetszés szerint a térben forgassuk, így akár virtuálisan körbe is járhatjuk a vizsgált objektumot. Az objektum egyes elemeinek méretei és az elemek közötti távolságok valódi adatokkal meghatározhatók.

Ezen geometriai adatnyerési eljárásnak előnye a hagyományos felmérési és fotogrammetriai módszerekkel szemben az, hogy **gyorsan ad lehetőséget a vizualizációra**. A nagyon nagy sebességű letapogatási eljárás, egymástól független 3D-s pontok százazreit produkálja és jeleníti meg. A pontok CAD-rendszerekbe könnyen átvihetők. Földi lézerszkennelvel felvett csőhíd CAD programban megszerkesztett, 3D-s vektoros modelljét mutatja a (8. ábra)



8. ábra: Földi lézerszkennelvel felvett csőhíd CAD programban megszerkesztett, 3D-s vektoros modellje (saját forrás.)

1.4.3. Légi 3D lézerszkennerek lehetséges szerepe a veszélyes üzemek környezetének bemutatásában

A lézerszkennerek repülő eszközön is elhelyezhetők, amelyek a Föld felszínéről és felszín közeli tárgyokról visszaverődő jeleket detektálják (9. ábra).

Egyetlen lézernyaláb több felületről is visszaverődhet, amely további hasznos információt szolgáltat. Többszörös visszaverődéssel, pl. fák vagy épületek magasságai is meghatározhatók. A légi fotogrammetriához hasonlóan itt is a GPS segítségével határozhatjuk meg a repülés nyomvonalát.



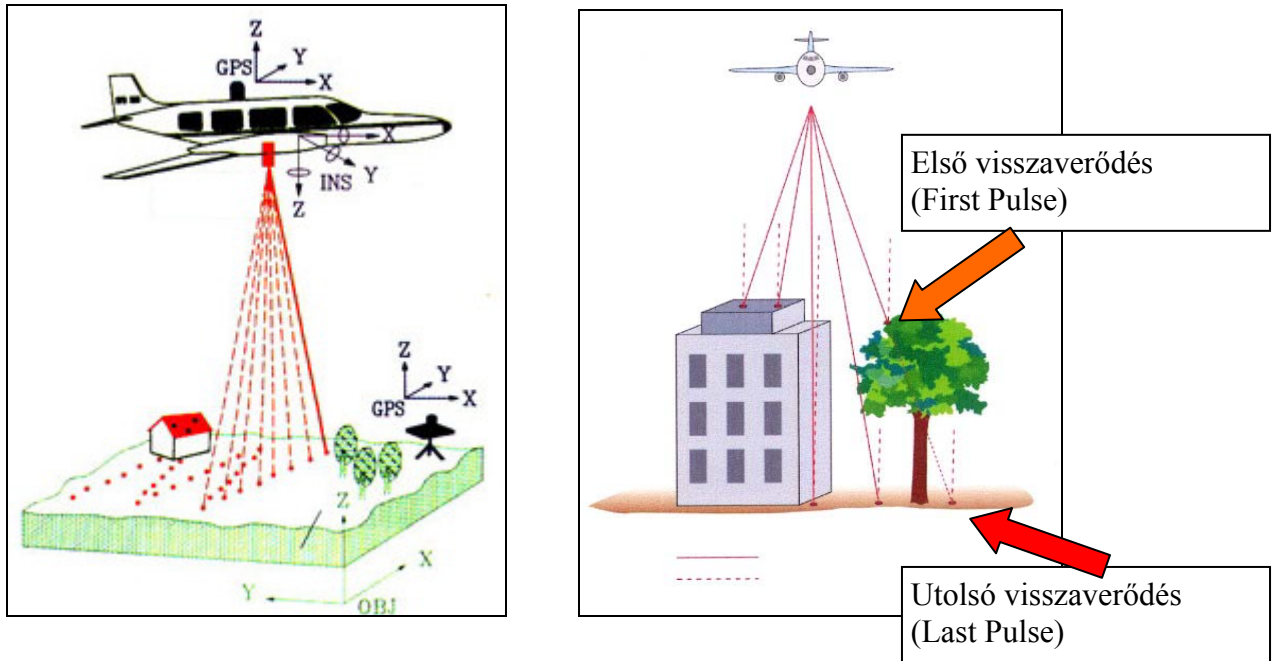
9. ábra: Légi lézerszkennér rendszer külső kerete a hordozó helikopteren. A törzs alatt a nagyfelbontású kamerák és lézer-detektorok vannak, oldalt a GPS-rendszer antennái (saját fotó)

Az országos koordinátarendszerbe történő transzformációhoz földi módszerrel **vízszintes illesztő objektumokat és magassági illesztő felületeket** is kell mérni (10. ábra). Ez a módszer elsődlegesen topográfiai felületmodellek létrehozására használható. Vannak olyan berendezések, amelyek a lézerjel intenzitását is mérik, ezért radiológiai adatokat is szolgáltatnak.



10. ábra: Légi lézerszkenneléshez kapcsolódó földi illesztőpont-mérés (saját fotó)

A légi lézerszkennér rendszer **hardverösszetevői**: a lézerszenzor, a hordozó eszköz (pl. repülőgép, helikopter), a navigációs rendszer (GPS és inerciális navigációs rendszer – INS). A szenzor lézersugarat bocsát ki a földfelszín felé, és méri a visszaverődés idejét, amiből távolságot számol (lézertáv mérő). Amennyiben a szenzor helyét és helyzetét pontosan ismerjük, a mért távolság alapján a visszaverődési pont koordinátái meghatározhatók. A gyakorlatban ez úgy néz ki, hogy a repülési irányra merőlegesen lézernyaláb pásztázza a tájat, miközben a repülőgép meghatározott sebességgel halad (11. ábra). A lézersugár a kibocsátási energia és a távolság arányában szóródik, a felszínre érkezve 25–40 cm fél-nagy tengelyű ellipszis keletkezik, a sugár innen visszaverődik.



11. ábra (balra): A terep letapogatása repülőre szerelt LIDAR műszerrel (forrás: <http://www.sbgmaps.com/LIDAR.htm>)

12. ábra (jobbra): Az első és az utolsó visszavert sugár értelmezése (forrás: http://www.encora.eu/coastalwiki/Use_of_LIDAR_for_coastal_habitat_mapping)

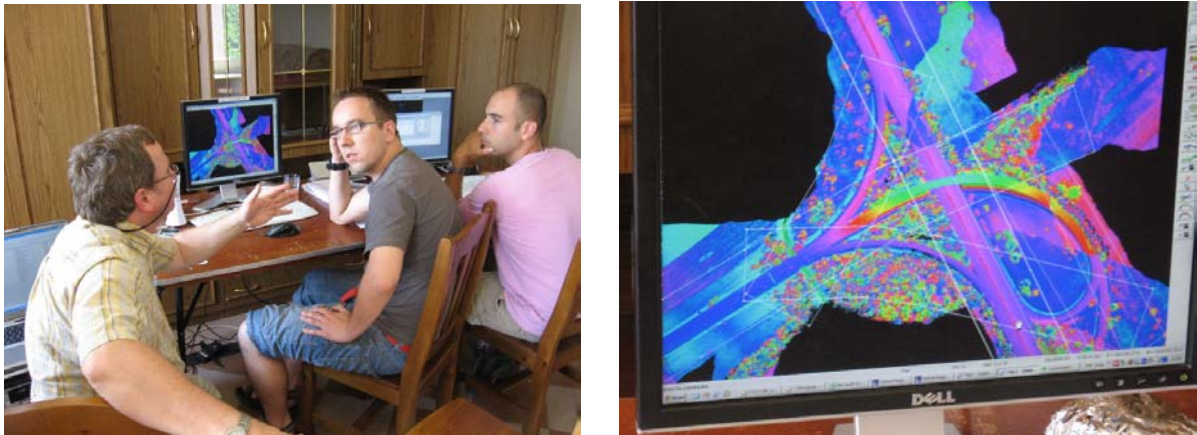
Ha a lézersugár magassági törést szenved, akkor csak egy része verődik vissza, a „maradék” megy tovább a felszín felé, és csak onnan verődik vissza. Az először visszavert lézersugarat nevezik első visszaverődésnek (*first pulse*), a legkésőbb visszavert sugarat pedig utolsó visszaverődésnek (*last pulse*) (12. ábra).

A lézeres felmérés pontossági vizsgálata során három fő összetevőre kell különösen tekintettel lenni. Ezek: a szenzor távmérési pontossága, a navigációs (GPS/INS) rendszer helymeghatározási pontossága, valamint a szenzor és a navigációs rendszer kalibrációja. A felszíni pontok helymeghatározási pontosságát legnagyobb mértékben a GPS/INS pontossága határozza meg, a lézeres távmérőnek csak kis része van a helyzeti hibában. A műholdas helymeghatározás és a fejlett inerciális navigációs rendszerek ma már lehetővé teszik, hogy függőleges helyzetű sugár esetén a pont meghatározásának abszolút pontossága 15 cm körüli legyen. Természetesen a letapogatási sávok szélén a pontok helyzetének meghatározása ennél bizonytalanabb.

Mivel a technológia eszközei lassabb ütemben fejlődnek, mint a feldolgozási eljárások,

ezért a termék minőségét alapvetően az adatfeldolgozás határozza meg. A lézeres mérésekből GPS/INS nélkül nem lehet modellt összeállítani, ezért ezek pontossága kulcsfontosságú. A mért pontok koordinátáinak pontossága nem lehet jobb a szenzor helyzetének pontosságánál. A feldolgozáskor először a pontok térbeli derékszögű WGS koordinátáit kell kiszámítani, majd a geocentrikus koordináta rendszerről a helyi koordináta rendszerre kell áttérni.

A méréseket digitális formában tároljuk, az adatok feldolgozását számítógépekkel végezzük (13. ábra). E munkaszakasz jól automatizálható, az emberi tényezőknek kicsi a szerepük, a feldolgozási idő viszonylag rövid. A mért pontok eloszlása közel homogén, a pontsűrűség rendkívül nagy.



13. ábra: LIDAR mérési eredmények számítógépes feldolgozása (Linea-BS., Fugro Aerial Mapping, saját forrás)

Természeti katasztrófák esetén gyors adatnyerési képessége miatt lehet kiválóan alkalmazni a károk felmérésénél. A digitális városmodell-készítés leghatékonyabb adatgyűjtési technológiája a lézerszkenneres mérés. A lézerszkenneres mérések adatai alkotják a modell vázát, amelyre fényképeket, ortofotókat vetítve, valósághű virtuális város állítható elő. Rendszeresen ismétlődő adatgyűjtéssel, a településen végbement változások is nyomon követhetők.

Az adatgyűjtésnek a legtöbb esetben a digitális domborzatmodell (DDM) vagy a digitális felületmodell (DFM) előállítására a célja. Az adatgyűjtés és feldolgozás gyorsaságával, a mért pontok sűrűségével, költséghatékonyaságával nem igen versenyezhet egyetlen ismert technológia sem. A környezeti folyamatok, a környezeti állapot vizsgálatánál a legfontosabb kérdés az adatok beszerezhetősége, a folytonos idősorok előállíthatósága és az eltérő időben, módszerrel és céllal gyűjtött adatok összevethetősége.

A LIDAR technológia a hagyományos (vagy digitális) mérőkamerás légifényképezés kombinálásával kiváló információforrás a nagyméretarányú térképezési feladatok megoldásához. A LIDAR-nak a pontosság mellett számos más előnye is van. A **technológia lényegesen kevésbé időjárásfüggő**, mint a hagyományos mérőkamerás légifényképezés. A LIDAR felvételeket bármelyik napszakban elkészíthetjük, azok minősége nem függ a napállástól, sőt az éjszaka kimondottan kedvező a munkák számára. A LIDAR ma már intenzitást is mér, ami közelíti a fényképhez. **Síkrajzi információ az intenzitás képből, magassági információ a távolsági képből nyerhető.** Ha a fényképpel együtt használjuk, közös tájékozást kell biztosítani. A repülő más műszerekkel is felszerelhető, például infravörös hőfényképeket készít a területről.

Az adatok feldolgozása általában a felvételezési idő háromszorosát igényli. Amennyiben nem szükséges szélső pontosság elérése, úgy a termelékenység fokozható és ezzel párhuzamosan a fajlagos költségek csökkenthetők.

A másik korszerű távérzékelési eljárás a rádiolokációs elven működő IFSAR eszközök használatán alapul. A képpalkotó radarokat már régóta alkalmazzák a katonai felderítésben. Ezen eszközök fejlődése – a radarok felbontásának növekedése lehetővé tette –a térképezési célú felhasználásukat. Az IFSAR a LIDAR-hoz hasonlóan **elsősorban a digitális domborzatmodell és digitális felszín modell létrehozására alkalmas.** Az elkészült radarfelvétel ugyanakkor lehetővé teszi topográfiai információk kinyerését is, különösen a vízrajz és az úthálózat elemeire vonatkozóan [16].

A légi LIDAR térképező technológia tíz évvel ezelőtt még gyermekcipőben járt. Azt, hogy mi lesz 10 év múlva, jelenleg még nem tudhatom, de bizonyára jobb lesz, mint napjainkban. A módszer hazánkban még újnak mondható, éppen ezért nagyon drága, de számos, olyan lehetőséget rejt magában, amiről eddig csak álmodoztunk.

Ahogy a LIDAR érzékelő gyűjti az adatokat, az adatok helyzete rögzítésre kerül a GPS érzékelők által. A repülés után az adathalmazt speciálisan tervezett számítógépes szoftverek által letöltik és kezelik. A végtermék egy pontos, földrajzilag elhelyezett koordináta (x,y,z) minden egyes pontra vonatkozóan. Ezek a x,y,z pontadatok engedik meg a földfelszín digitális felszínmodelljének az elkészítését. A fő alkalmazási terület még mindig a digitális terep- és felszínmodellelés.

Összegzésképpen a távérzékeléssel, pl. LIDAR-ral gyűjtött adatok felhasználásával jelentősen **csökkenthető nagy területek felmérésének költsége.** A LIDAR közvetlenül méri

három dimenzióban a terület felszínét [17]. A LIDAR rendkívül hasznos adatforrás a térképészetnél. Az utóbbi évtizedben a számítógépes technológia jelentős lépést tett előre az adatmanipulálás, adattárolás és elemzés területén. Ugyanakkor jelentősen változott a térbeli adatok természetes forrásokból való gyűjtése is. A terepi mintavétel, amely eredetileg az egyetlen módszer volt, esetenként a modern távérzékelési módszerek térhódítása nyomán kiszorul. A légi lézerrendszerek ígéretes eszközök földi tárgyak magasságának precíziós mérésére. Továbbá a LIDAR mérések összekapcsolhatók a terepi mintavételezéssel [18].

1.4.4. A LIDAR, mint térinformatikai attribútum gyűjtő rendszer a vegyi felderítésben és a vegyi monitoring rendszerekben

A különböző monitoring rendszerekkel lehetőség nyílik a környezetkárosító anyagok koncentrációjának mérésére. Az **érzékelők széles választéka áll rendelkezésre** a veszélyes ipari gázok, vegyi és mérgező anyagok vagy városi szennyeződések mérésére. Szükség van olyan korszerű, megbízható és önműködő ellenőrző rendszer kiépítésére, amely képes egy adott terület, objektum vegyi, meteorológiai és sugárzási állapotának folyamatos mérésére. Alkalmas az esetleges veszélyhelyzetek korai felderítésére, a már kialakult veszélyhelyzetek értékelésére és a veszélyes anyagok terjedési jellemzőinek előrejelzésére. A veszélyhelyzet kezelésben a legfontosabb tényező az idő, ami adott esetben emberi életet, anyagi javakat jelenthet. A **vegyi felderítés célja** a toxikus anyagok jelenlétének, típusának, a szennyezett terület elhelyezkedésének megállapítása.

A SEVESO II. irányelvben megfogalmazott követelmény a veszélyes üzemek által érintett települések lakosságának súlyos ipari baleset során történő azonnali tájékoztatása, riasztása. Ezen követelmény teljesítésére hívták életre Magyarországon a Monitoring és Lakossági Riasztó (MoLaRi) rendszert.

A **MoLaRi** a veszélyes ipari üzemek környezetében telepítendő, érzékelőkből és a lakosság riasztására és tájékoztatására szolgáló eszközökből áll. Célja, hogy az esetlegesen bekövetkező súlyos ipari balesetek esetén segítse a katasztrófavédelem munkáját, a lakosságot érintő riasztási és védelmi intézkedésekkel kapcsolatos döntésekben.

A **rendszer három fő részből**, a meteorológiai és vegyi monitoring rendszerből, a kommunikációs és informatikai adatátviteli rendszerből, valamint a lakossági riasztó és tájékoztató rendszerből **tevédik össze**:

A rendszerrel olyan, meteorológiai és vegyi érzékelőkből álló hálózatot alakítanak ki

az üzem körül, mely alkalmas arra, hogy aktuális információkat szolgáltatson a veszély elhárításában illetékes szerveknek (katasztrófavédelem, tűzoltóságok) a környezetbe került veszélyes anyag fajtájáról, és mennyiségéről, továbbá az anyag terjedését befolyásoló meteorológiai körülményekről. Ezen túlmenően alkalmas az érintett település lakosainak gyors riasztására és tájékoztatására.

A kivitelezés 2006-ban kezdődött el. A MoLaRi telepítése összesen 20 veszélyes ipari üzemben történik meg, a tervek szerint 2012-ig.

A vegyi helyzet felderítése és ellenőrzése, a különböző szintű nemzetközi feladatokhoz, illetve szervezetekhez való csatlakozások fejlett mérőműszerek és módszerek alkalmazását igénylik. A gyakorlatban a **legtöbb mérőrendszer konzervatív, kevésbé érzékeny, de már kipróbált módszert használ**, mely főleg a gáz egyes fizikai tulajdonságának a mérésén alapul (hőmérséklet, nyomás, tömegáram, sűrűség, akusztikus sebesség, stb.). A detektáláshoz különböző vegyi-felderítő készülékeket alkalmaznak, amelyek működési alapját a mérgező anyagok fizikai, kémiai, biokémiai tulajdonságaiból adódó hatások képezik. A használt eszköznek gyorsnak, pontosnak, érzékenynek és megbízhatónak kell lennie.

A MoLaRi rendszerben használt meteorológiai és vegyi monitoring mérőállomás a veszélyhelyzeti felderítő gépjárművek felszerelése, a TVS-3 állomás (14. ábra). A TVS-3 intelligens vegyi monitoring állomást az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság támogatásával és a Honvédelmi Minisztérium Technológiai Hivatalának együttműködésével, a GAMMA Műszaki Rt. fejlesztette ki 1999-ben. A fejlesztés célja egy olyan korszerű, megbízható, automatikus környezet-megfigyelő rendszer kialakítása volt, amely alkalmas egy adott terület, objektum vegyi jellemzőinek folyamatos és önálló ellenőrzésére, az esetleges vészhelyzet korai felderítésére, a helyzet értékelésére, és a környezetkárosító anyagok terjedésének meghatározására a meteorológiai jellemzők ismeretében. A TVS-3 monitoring állomás alkalmas a fenti adatok összesítésére, tárolására és továbbítására is. Alkalmazásának célja a környezet ellenőrzése

A környezetre veszélyes anyagok koncentrációjának mérésére kifejlesztett GTI intelligens gázérzékelő rendszer egyszerre négy gáz mérését teszi lehetővé, ezek az egyéni igényeknek megfelelően meg is többszörözhetőek. Az elektrokémiai gázérzékelők széles választékban állnak rendelkezésre.



14. ábra: TVS-3 állomás (forrás:

<http://www.battanet.hu/battanet4/userfiles/eloterj/2007/05/10-266m1.doc>)

A MoLaRi **alapvetően lakosságvédelmi feladatot lát el**. Segítségével az adott üzemen belüli nemkívánatos események észlelési ideje lerövidül, így a lakosságot érintő döntések és intézkedések is hamarabb elvégezhetők.

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.

Hosszabb távon, koncepcionálisan egy egységes vegyi és biológiai felderítő eszköz létrehozásában gondolkodnak „Egységes Vegyi Biológiai Univerzális Detektor” (Joint Chemical Biological Universal Detector). Az elképzelések szerint miniatürizált, multi-technológián alapuló automata rendszer lenne, amely kezelőszemélyzet segítségével, vagy anélkül valósítaná meg az összes vegyi és biológiai ágens kimutatását. A “Valós idejű Integrált Biológiai és vegyi Ágens Kimutató Rendszerek” (4WARN – Real Time Integrated Biological and Chemical Agent Detection Systems) széles spektrumban képesek az ágensok valós időben történő kimutatására és azonosítására. Ilyen műszer a “Kanadai Integrált Biokémiai Ágens Kimutató Rendszer” (Canadian Integrated Biochemical Agent Detection System – CIBAD). Az Élőszövet Alapú Bioszenzor Program (DARPA Tissue-Based Biosensors Program) keretében azt vizsgálják, hogy milyen módon valósítható meg a sejtek

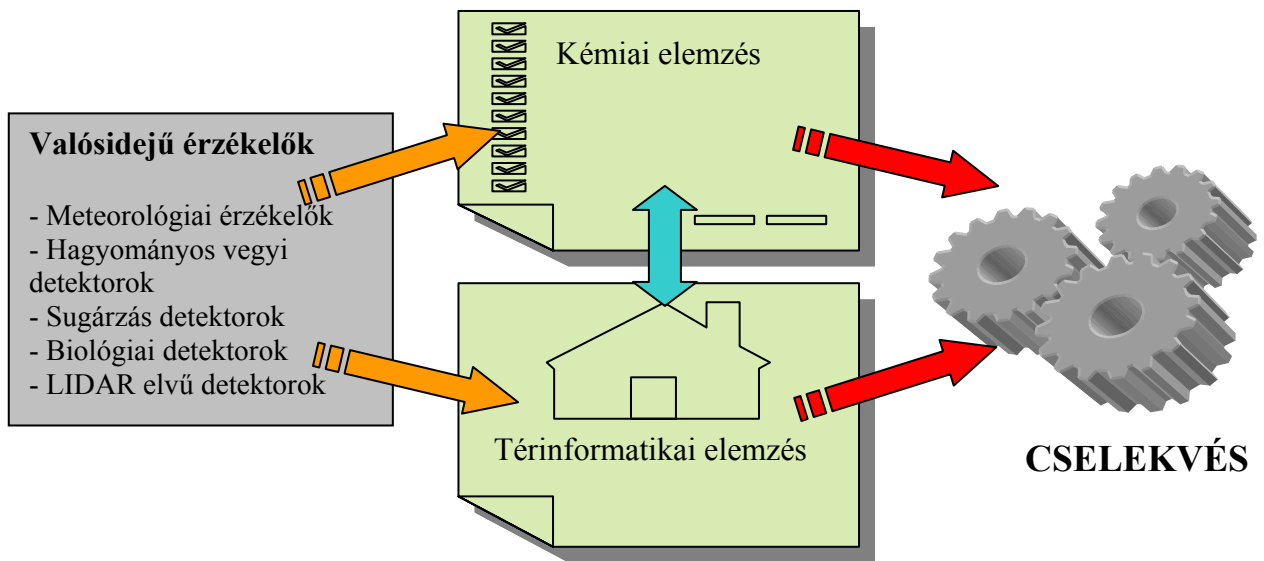
és élő szövetek felhasználása olyan szenzorként, ami érzékelné a vegyi és a biológiai toxinokat [19].

A radar-elvet felhasználó lézeres távérzékelés (LIDAR) során a levegőbe rövid lézerpulzust bocsátanak ki. A **légszennyeződések a lézerpulzus szóródást szenved**. A visszaszórt fény intenzitását és annak időbeli lefutását a lézer közelében lévő fénydetektor regisztrálja. A visszajutó fény intenzitása a szennyeződés koncentrációjával arányos. Ismerve a fény terjedési sebességét, a jel időbeli alakjából kiszámítható a szóró centrumok távolsága a detektortól; a visszaszórt fény spektrumából pedig a légszennyeződés kémiai minősége azonosítható. Ilyen módon a szennyeződések térbeli eloszlása, koncentrációja és anyagi minősége érintésmentesen, távolról meghatározható. LIDAR-ral különböző légszennyeződések, továbbá a szélesebbé, magassági szélmérés, sőt a hőmérséklet is megmérhető [20].

A LIDAR fontosságát mi sem bizonyítja jobban, hogy a NASA programjában kiemelkedő helyen áll a szél mérése lézer radar segítségével. A LIDAR-ok **ultraviola (UV), látható vagy infra tartományban** egyaránt működhetnek.

LIDAR segítségével mérgező gázok távolból való azonosítása egyszerű feladattá válhat. A Sandia National Laboratórium igen kisméretű fényradart próbál kifejleszteni. A MEMS (Micro Electro Mechanical System - szilíciumlapkán kialakított elektromechanikus egység) technikán alapuló parányi készülék infravörös tartományban működő lézer segítségével akár két kilométer távolságból is megállapíthatja a levegőbe eresztett gáz fajtáját. A kibocsátott lézernyalábot minden gáz másféleképpen veri vissza, és így az érzékelő optika által gyűjtött információ, valamint egy referenciaminta alapján a készülék nagy biztonsággal előre jelezheti, hogy két-három kilométerrel odébb már nem tanácsos védőruházat nélkül tartózkodni. A Polychromator elnevezésű LIDAR egyelőre tíz gáz "ujjlenyomatát" képes azonosítani. A technika ugyan nem új, de az eddigi megoldásoknál lényegesen gyorsabb és egyszerűbben használható, továbbá sokkal szelektívebb és érzékenyebb azoknál.

Az új felderítési eljárás **monitoring rendszerű**, az érzékelést a terület egészére kiterjedően végzi és **időben folyamatos**. Előnye, hogy a veszélyforrást dinamikájában tapogatja le, a változásokat pillanatszerűen nyomon követi, a kritikus határértéknél csak az érintetteket riasztja, megbízhatóan és folyamatosan működik. A **szennyeződés meghatározó elemei**: az adott terület időjárási adatai, a szél iránya és sebessége, a levegő és a talaj hőmérséklete, a levegő relatív páratartalma, a levegő függőleges stabilitása [21].



15. ábra: Korszerű vegyi monitoring rendszer felépítésének sémája (saját forrás)

Felhasználási területek: rutinellenőrzések, veszélyes üzemek ellenőrzése, nagyobb városi területek légszennyezés-mérése, természeti vagy ipari katasztrófák utáni beavatkozás és monitorozás, toxikus felhő nagyságának, kiterjedésének, mozgásának követése, analizálása. Megfelelő szoftverrel az új, monitoring eljárás a polgári védelemnek segít a terület állapotának időbeni figyelésében, a lakosság evakuálásának, ill. visszatelepíthetőségének mérlegelésében.

A mérő-megfigyelő rendszerek által rendszeresen szolgáltatott, valamint az egyéb, forrásokból származó, utólag összegyűjtött, származtatott adatok együttes kezelése, rendszerezése, tárolása, lekérdezése, belőlük különféle eredmények szolgáltatása tulajdonképpen a térinformatika témakörébe tartozó tevékenység. Korszerű vegyi monitoring rendszer felépítésének sémáját mutatja a 15. ábra.

Összehasonlító elemzés általában a pontosság, a felmérésre fordított időszükséglet, a költségek tekintetében végezhető. Véleményem szerint az ebben a fejezetben részletesen tárgyalt eszközök, eljárások, módszerek a mai felméréseknél már nem választhatók élesen el egymástól, hiszen például a földi felmérések vagy a fotogrammetria is igénylik a műholdas helymeghatározást, ugyanakkor a fotogrammetria, távérzékelés is igényel földi beméréseket. Az eszközök, eljárásokat, módszerek integrálása tapasztalható. A felmérésre fordított idő vonatkozásában például kisebb terület felmérésénél versenyképes a földi eljárás nagyobb regionális felmérésnél a fotogrammetria globális felmérésnél a távérzékelés gyorsabb. Itt sem

lehet egyértelműen pálcát törni valamely módszer fölött. Megítélésem szerint minden egyes projektre vonatkozóan meg kell vizsgálni azt, hogy a rendelkezésre álló eszközállománnyal milyen költség hatékony módszerrel biztosítható a megfelelő pontosság elérése, és vizsgálendő, hogy az új esetleg pillanatnyilag drágábbnak tűnő korszerűbb eszközök, eljárások, módszerek alkalmazása nem hoz-e végül is, mégis csak gyorsabb, pontosabb és hosszabb távon felhasználhatóbb, így az egész projekt vonatkozásában gazdaságosabb megoldást.

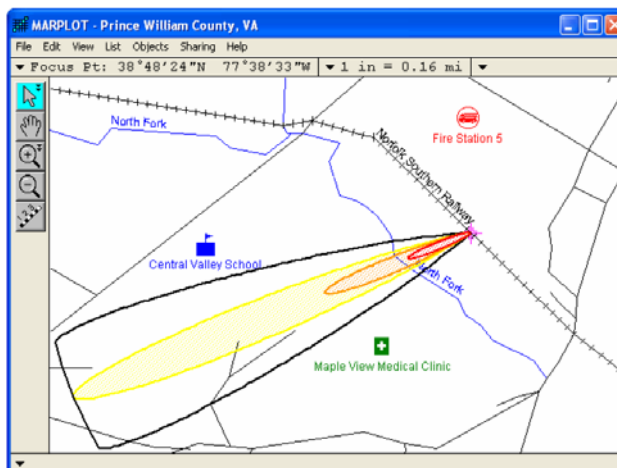
1.4.5. Terjedési modellek a térinformatikai alkalmazásban

A hagyományos térinformatikai szoftverek mindegyike alkalmas a térbeli elemzések legáltalánosabb funkcióinak elvégzésére. Van azonban, a veszélyes anyagok okozta súlyos ipari balesetek kapcsán olyan elemző funkció, amely speciális szakismeretet igényel, éppen ezért az általános felhasználói kört megcélzó térinformatikai szoftverek nem tartalmazzák. A terjedési modellekről van szó.

A számos terjedési modell részletes ismertetése nem ezen dolgozat feladata, itt csupán példaként említem meg az egyik legelterjedtebb ilyen alkalmazást az Egyesült Államok Környezetvédelmi Ügynöksége (U.S. Environmental Protection Agency - <http://www.epa.gov>) által kifejlesztett, ingyenesen hozzáférhető ALOHA programot (Areal Locations of Hazardous Atmospheres).

A szoftver a különféle kémiai szennyezések modellezésére és az ehhez kapcsolódó mentési feladatok áttekintésére szolgál [22]. A program szándékosan egyszerű felépítésű, kis gépigénye mellett arra is ügyeltek, a vészhelyzetben fokozott nyomás alatt lévő kezelők is könnyen, hibamentesen tudják kezelni a programot. A szoftver nem helyettesíti, hanem kiegészíti a hagyományos térinformatikai adatbázisokat. A program alapvető működéséhez meg kell adni a baleset helyét és időpontját (hazai település adatbázis hozzáadására is van mód). Ki kell választani (listából) a kiáramló vegyi anyagot. Meg kell adni a pillanatnyi időjárási adatokat (pl. szélirány, felhőborítás), a kiáramlás módját, körülményeit (tartály alakja, helyzete).

Az adatok alapján az ALOHA program **kirajzolja a veszélyeztetett zónákat** a veszélyeztetettség szintje szerint rangsorolva. A zónák alakja függ az egyes anyagokhoz gyárilag eltárolt jellemzőktől, így a program a hagyományos kör alakú zónához képest a vegyi anyagok terjedésére jobban jellemző zónahatárok kialakítására alkalmas (16. ábra).



16. ábra: Veszélyes anyagot szállító vasúti jármű balesetének terjedési modellje az ALOHA program szimulációjában .

(Forrás: <http://www.epa.gov/OEM/docs/cameo/ALOHAManual.pdf>)

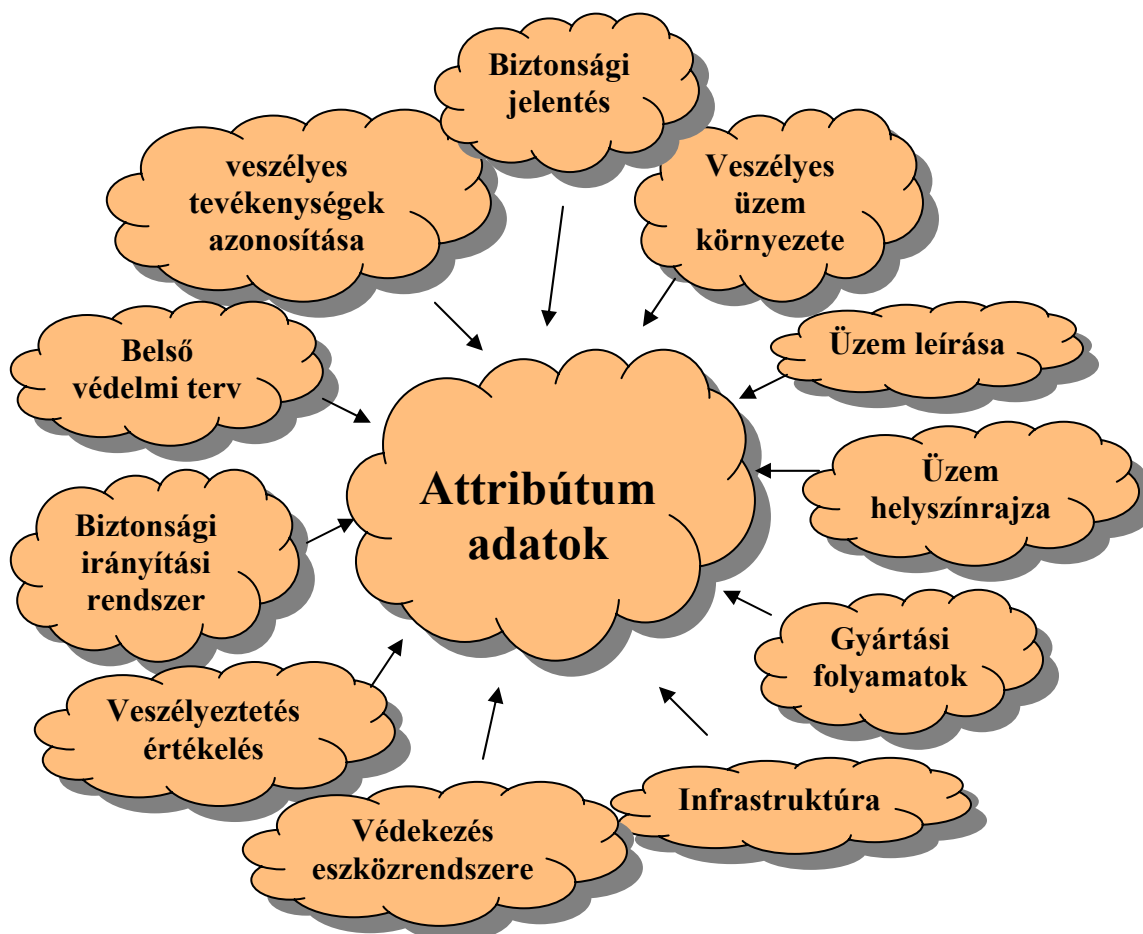
A program az elemzés eredményét más térinformatikai alkalmazások számára is hozzáférhetővé teszi. A beépített algoritmusok alapján keletkezett zónalehatárolások ArcView állományokba lementhetők, így azzal más térinformatikai rendszerben is lehet elemzéseket, adatlekérdezéseket végrehajtani. Az ALOHA alkalmazás képes különféle **baleseti szimulációkat modellezni**, így egyetlen veszélyforrás hatása többféle baleseti szcenárió szerint is megvizsgálható.

Szükségnek tartom megemlíteni, hogy egyes, a terepmodellezést támogató szoftverek alkalmasak arra, hogy a terepmodell elemzése kapcsán kimutassák a terület mélyebb részeit, majd ezt az alakzatot kiexportálják. Ez a módszer ugyan kevésbé szofisztikált megoldást ad, mint az ALOHA, viszont a terepmodell generálásával egyidejűleg elvégezhető előzetes elemzés céljára tökéletesen megfelel.

1.5. A térinformációs rendszerbe kerülő attribútum adatok gyűjtése a biztonsági jelentés tartalmi követelményeinek figyelembevételével

A 18/2006. (I. 26.) Korm. Rendelet a törvényben kapott felhatalmazás alapján normákat határoz meg a veszélyes tevékenységek azonosítása, a biztonsági elemzés, a biztonsági jelentés, a veszélyes tevékenységekhez kapcsolódó védelmi tervezés, a területrendezési tervezés, a veszélyes tevékenységekkel kapcsolatos lakossági tájékoztatás, a hatósági tevékenység és a súlyos balesetekkel kapcsolatos jelentési rendszer vonatkozásában. Az adott témakörben kialakítandó térinformációs rendszer attribútum adatainak forráselemeit mutatja

összefoglalóan a 17. ábra. A forráselemekből gyűjthető attribútum adatok részletezését fejtem ki bővebben az alábbiakban.



17. ábra: Attribútum adatok forráselemei (saját forrás)

1.5.1. A veszélyes tevékenységek azonosításával kapcsolatos attribútum adatok

A törvény végrehajtásához elengedhetetlen annak az ismerete, hogy a veszélyes anyagok **mértékadó mennyiségét** hogyan kell megítélni. Egy veszélyes üzemben rendszerint többfajta, és több veszélyességi osztályba tartozó veszélyes anyag van, vagy lehet egyidejűleg jelen. A biztonsági jelentés bemutatja az üzemben jelen lévő veszélyes anyagokat. Ennek része a **veszélyes anyagok leltára**, amely attribútum adatként kerül a térinformációs rendszerbe. A leltár tartalmazza az anyag megnevezését, (CAS szám, IUPAC név, kereskedelmi megnevezés, empirikus formula, kémiai összetétel, tisztaság, a legfontosabb szennyező anyagok, stb.), illetve az attribútum adatokat. Néhány jellemzőbb **leíró adat** lehet

pl.: a normálüzemi technológiára, és a rendellenes működési állapotra jellemző, hőmérsékleti, nyomás- és töménység értékek, a technológiához, esetleg a balesetek kezdetéhez tartozó egyensúlyi feltételek, a termodinamikai jellemzők, a fázisváltozások, a lobbanáspont, a gyulladási hőmérséklet, a robbanási (alsó, felső) határértékek, a hő-stabilitás, a jellemző reakciók, információk. A fizikai, a kémiai, a toxikológiai és a természetet károsító tulajdonságok, valamint az emberre és a környezetre gyakorolt rövid-távú és hosszú-távú hatások, az egyéb információk (pl.: a tárolásra vonatkozó információk), a veszélyes anyagok jelen levő maximális mennyisége, mind kezelhetők bemenő attribútum adatként [23].

A veszélyes anyagok leltár adatbázisának elkészítésénél figyelembe kell venni külön-külön anyagcsoportokként a nyersanyagokat, a félkész termékeket, a végtermékeket, a melléktermékeket, a hulladékokat és a segédanyagokat, valamint a folyamatok ellenőrizhetetlenné válásakor keletkező anyagokat.

1.5.2. A biztonsági jelentés

A felső veszélyességi küszöböt elérő vagy ezt meghaladó veszélyes üzem üzemeltetője **biztonsági jelentést** készít. Ebben **meghatározza** a súlyos balesetek megelőzését és elhárítását, szolgáló céljait, és a biztonsági irányítási rendszerét. Ezen túlmenően azonban, nagyon részletesen **felméri** tevékenységének lehetséges kockázatait, a reálisan elképzelhető súlyos balesetek káros hatásait, és a feltárt veszélyeztető hatásoknak megfelelő belső védelmi rendszert hoz létre. A biztonsági jelentés a veszélyes üzem tevékenységének minden – a biztonságot érintő – részletére kiterjed.

A biztonsági jelentés **összefoglaló anyag**, amelyben az üzemeltető bizonyítja azt, hogy a veszélyek csökkentése érdekében minden tőle elvárhatót megtett. Az összefoglaló anyagban elegendő hivatkozni más, a követelmények teljesítéséhez szükséges okmányokra, de ezeket, a hatóság kérésére, rendelkezésre kell bocsátani.

Az üzemeltető részletesen elemzi a reálisan feltételezhető súlyos balesetek előfordulásának lehetőségét, valószínűségét, okait és körülményeit.

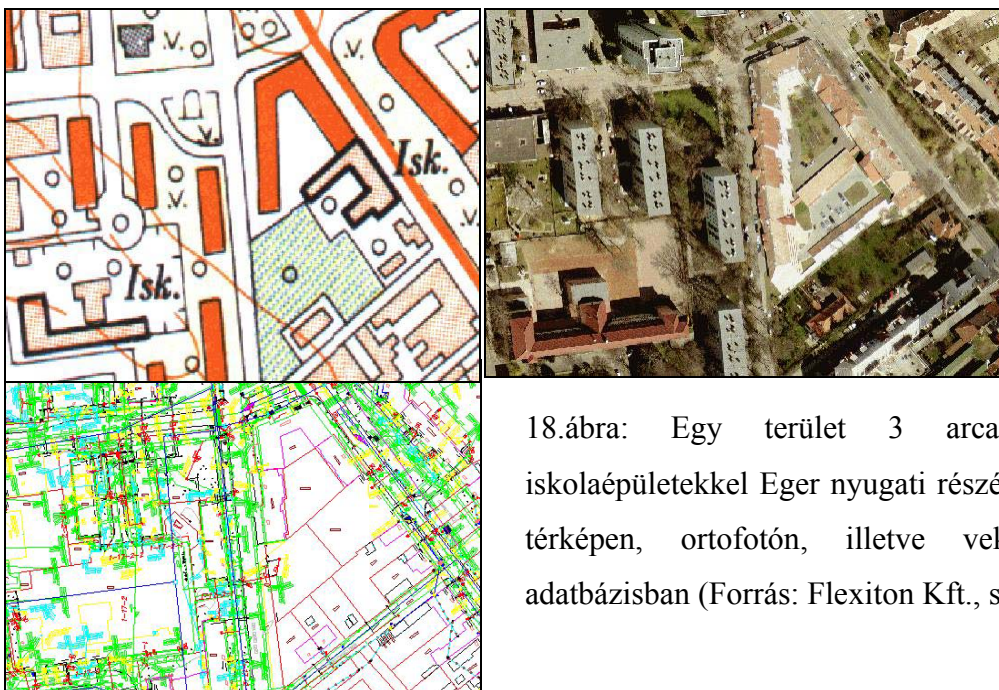
Az üzemeltető értékeli a reálisan feltételezett balesetek lehetséges következményeit. Az üzemeltető, a súlyos balesetek következményeinek értékelését bármilyen, a nemzetközi gyakorlatban, az adott típusú súlyos balesetre, a szakma által általánosan elfogadott módszerrel végezheti el. Az üzemeltető a biztonsági jelentésben – azonosított súlyos baleset gyakorisága, és következményei alapján – a veszélyességi övezet minden pontjára

meghatározza a kockázat mértékét.

A biztonsági jelentés készítésénél az üzemeltető figyelembe veszi azt, hogy a megelőzéssel és a védekezéssel kapcsolatban meghatározott követelmények arányosak legyenek a súlyos balesetek kialakulásának kockázatával. A biztonsági jelentés **tartalmazza az üzemeltetőnek** a súlyos balesetek veszélye csökkentésével kapcsolatos **fő célkitűzéseit**, a balesetek megelőzésével, illetőleg a bekövetkezett balesetek elleni védekezéssel kapcsolatos **elveit**. A biztonsági jelentésnek szerves része a biztonsági irányítási rendszer bemutatása. Az üzemeltető a biztonsági irányítási rendszert beépíti a veszélyes üzem általános vezetési rendszerébe.

1.5.3. A veszélyes üzem környezetének bemutatása

A veszélyes üzem környezetének bemutatásakor az **üzemeltető bizonyítja, hogy a** kockázatokat és a súlyos balesetek hatásai által **veszélyeztetett területeket** a szükséges mértékben **elemezte**. Az üzemeltető bemutatja az üzem környezetének területrendezési elemeit. Ehhez felhasználható a településrendezési terv, mely a térinformációs rendszer számára adatként tartalmazza a lakott területek jellemzését, a lakosság által leginkább látogatott létesítményeket (állandó, ideiglenes), közintézményeket, (iskolák, kórházak, templomok, rendőrség, tűzoltóság stb.), a különleges természeti értéket képviselő, területeket, műemlékeket és turisztikai nevezetességeket, a súlyos ipari baleset által potenciálisan érintett közműveket (18. ábra).



18.ábra: Egy terület 3 arca: Lakótelep iskolaépületekkel Eger nyugati részén, topográfiai térképen, ortofotón, illetve vektoros CAD adatbázisban (Forrás: Flexiton Kft., saját forrás)

A természeti környezetre vonatkozó legfontosabb adat-információk, a területre jellemző, az esetleges súlyos balesetek kialakulására és a következmények alakulására hatást gyakorló meteorológiai jellemzők, a helyszínt jellemző, az üzem, biztonságos tevékenységére hatást gyakorló, legfontosabb geológiai, morfológiai, hidrológiai és hidrográfiai jellemzők. A biztonsági jelentésnek tartalmaznia kell továbbá a természeti környezetnek a súlyos balesetből adódó veszélyeztetettségét jellemző információkat. A biztonsági jelentésnek bizonyítania kell, hogy elemezték az üzemen kívül folytatott veszélyes tevékenységeket és lehetséges hatásait.

1.5.4. Az üzem leírásával kapcsolatos attribútum adatok

A biztonsági jelentésnek ebben a részében az üzemeltető a súlyos **balesetek szempontjából jellemzi az üzemet**. A biztonsági jelentésnek részletesen tartalmaznia kell az üzem leírását melyben, az üzemeltető megadja az üzemnek a biztonság szempontjából fontos, az általános tevékenységre, a termékekre, a súlyos balesetek forrásaira, azok körülményeire vonatkozó, információit. Ezek a következők: az üzem rendeltetése, a fő tevékenysége és a gyártott termékek, a technológia fejlődése és előzmények, a jövőben létesítendő technológiák, és azok engedélyezésének pillanatnyi helyzete, a dolgozók létszáma, a munkaidő, a műszakszám stb., az üzemre vonatkozó általános megállapítások, különös tekintettel a veszélyes anyagokra és technológiákra.

1.5.5. Az üzem helyszínrajza, mint adat a térinformációs rendszerben

Az üzem alaprajza **bemutatja az üzem egészét**. Feltünteti a létesítményeket és a technológiákat jellemző lényeges információkat, így a nagyobb raktárak és a tároló létesítményeket, az egyes veszélyes létesítményeket, a veszélyes anyagok elhelyezkedését és azok mennyiségét, a belső tárolókat, a csővezetéseket és a technológia más elemeit, a veszélyes létesítmények közötti távolságokat, és a biztonságot, szolgáló berendezéseket, építményeket, a tároló létesítményekben a tűzveszélyes folyadéktároló tartályok egymás közötti távolságát és más jellemző adatokat. Feltünteti továbbá a közműveket, az infrastruktúrát és a tűzoltáshoz szükséges víznyerő helyeket, az üzemből és a létesítményekből kivezető, kimenekítésre alkalmas útvonalakat, a vezetési rendszer elemeit, körleteit, az üzem adminisztratív épületeit.

1.5.6. A gyártási folyamatokra vonatkozó legfontosabb adatok

A biztonsági jelentés a veszélytelen működést bizonyító részletességgel **bemutatja a**

veszélyes tevékenységet jellemző **gyártási folyamatokra vonatkozó** legfontosabb **információkat**, úgymint az alaptevékenység technológiai folyamatait, a kémiai reakciókat, a fizikai vagy a biológiai folyamatokat, a veszélyes anyagok átmeneti tárolását, a tárolással kapcsolatos műveleteket. A technológia bemutatásakor a veszélytelen működést bizonyító részletességgel meg kell adni a folyamatábrákat, csövezési és műszerezési ábrákat, technológiai utasításokat, szükség esetén egyes gyártóberendezések, tárolóeszközök vagy csövezetékek leírását, és alapvető paramétereit. Meg kell adni, továbbá a technológiát jellemző alapvető paramétereiket, mint például a töménységet, a nyomást, a hőmérsékletet, a hőátadást, jellemző mutatókat, illetőleg, ezen mutatóknak, a biztonságos tevékenységre vonatkozó értékeit, a technológiai leírásban megadott és a szélsőséges, de a biztonságot még nem veszélyeztető anyagmérlegeket, a reakciókhoz szükséges fogyasztást, a félkész- és a késztermékek, melléktermékek gyártására jellemző információkat. Adatként szerepelnek a technológia szerint jelenlévő, tárolt, feldolgozott anyagok átlagos és eseti mennyiségei, a melléktermékek, főként a technológiában nem tervezett veszélyes anyagok kialakulási feltételei, a végtermékek jellemzői, a műszerezettséget, az irányítást, bemutató ábrák, a riasztó és az egyéb biztonsági rendszerek leírásai.

A biztonsági jelentés **tartalmazza az** egyes technológiai lépésekhez tartozó biztonságos **üzemeltetés leírását**, az **üzemmódokat**, például a technológiai leírás szerinti üzemelést, az indítást és a leállítást, a veszélyhelyzeti teendőket és a védekezéssel kapcsolatos eljárást, a veszélyes anyagok tulajdonságai miatti különleges bánásmódot a tárolás, szállítás vagy a gyártás folyamán, mint például a vibráció és a nedvesség elleni védelmet. A biztonsági jelentésnek – a veszélytelen működést bizonyító terjedelemben – része, mint leíró adat, a veszélyes létesítmények tervezési filozófiájának bemutatása is. Ez kiemeli azokat a létesítményeket, ahol súlyos baleseti veszéllyel lehet számolni. A dokumentációnak része lehet a felhasznált anyag kiválasztása, az alapozás tervezése, nagy nyomáson és magas hőmérsékleten üzemelő berendezések tervezése, a méretezés, a statikai megfontolások, a külső behatás elleni védelem.

Az üzem egésze veszélyeztető hatásainak felmérése után, a biztonság szempontjából lényeges létesítményekről további információk megadása is szükségessé válhat.

1.5.7. Infrastruktúra adatelemei a térinformációs rendszerben

A biztonsági jelentésben, összefoglaló jellemzéssel **be kell mutatni a gyártáshoz kapcsolódó infrastruktúrát**. Ennek során, a lényeges jellemzők meghatározásával, be kell

mutatni a veszélyhelyzeti feladatok ellátását szolgáló, infrastruktúrát is. A leírásban el kell különíteni az egyes létesítményekhez tartozó külön, és az egész üzemhez tartozó alap és tartalék infrastruktúrát. A térinformációs rendszerben geometriai és attribútum elemként szerepelnek a külső elektromos- és más energiaforrások, a külső vízellátás, a folyékony és szilárd anyagokkal történő ellátás, a belső energiatermelés, üzemanyag ellátás és ezen anyagok tárolása, a belső elektromos hálózat, a tartalék elektromos áramellátás (veszélyhelyzeti ellátás is). Adat a tűzoltóvíz hálózat, a melegvíz és más folyadék hálózatok, a híradó rendszerek, a sűrített levegő ellátó rendszerek. Ide tartoznak a munkavédelem, a foglalkozás- egészségügyi szolgáltatás, a vezetési pontok és a kimenekítéshez kapcsolódó létesítmények, az elsősegélynyújtó és mentő szervezetek, a biztonsági szolgálat, a környezetvédelmi szolgálat, az üzemi műszaki biztonsági szolgálat, a katasztrófa-elhárítási szervezet. Hasznos adatelemet szolgáltat a térinformációs rendszer számára a javító és karbantartó tevékenység, a laboratóriumi hálózat, a szennyvízhálózatok, az üzemi monitoring hálózatok, a tűzjelző és robbanási töménységet érzékelő rendszerek, a beléptető és az idegen behatolást érzékelő rendszerek.

1.5.8. A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezés eszközszerkezete a térinformációs rendszerben

A biztonsági jelentésnek ez a része **bemutatja a** veszélyes üzemben a súlyos baleset következményei csökkentésére rendszeresített **felszereléseket, eszközöket, rendszereket és a vezetéshez, illetve a döntés-előkészítéshez szükséges infrastruktúrát. Tartalmazza a** veszélyhelyzeti vezetési létesítményeket, a vezetőállomány veszélyhelyzeti értesítésének eszközszerkezét, az üzemi dolgozók veszélyhelyzeti riasztásának eszközszerkezét, a veszélyhelyzeti híradás eszközeit és rendszereit, a távérzékelő rendszereket, a helyzet értékelését és a döntések előkészítését segítő informatikai rendszereket. **Adatbázisban kell tárolni** a riasztást, a védekezést és a következmények csökkentését végző végrehajtó szervezetek, rendszeresített egyéni védőeszközeit, rendszeresített szaktechnikai eszközeit, a védekezésbe bevonható (nem közvetlenül erre a célra létrehozott) belső, külső erőket és eszközöket.

1.5.9. A súlyos baleset által való veszélyeztetés értékelésének helye a térinformációs rendszerben

Az **üzemeltető** részletesen **elemzi** a reálisan feltételezhető **súlyos balesetek**

előfordulásának lehetőségét, valószínűségét, okait és körülményeit. Ennek során bemutatja a balesetek üzemben belüli vagy kívüli kiváltó okait, és a baleset kifejlődésének valószínűsíthető stádiumait. Az üzemeltető értékeli a reálisan feltételezett balesetek lehetséges következményeit. A biztonsági jelentésben a veszélyes üzem üzemeltetője, a kockázatot és a következmények értékelését együttesen figyelembe vevő módszerrel, értékeli az üzem által okozott veszélyeztetést.

A térinformációs rendszer attribútum adatbázisába kerül a veszély meghatározása (a súlyos baleset lehetőségének azonosítása), a súlyos baleset előfordulásának kockázata (gyakoriságának) meghatározása, az azonosított súlyos baleset következményeinek értékelése, a súlyos baleset valószínűségének és következményeinek integrálása, a hatások által érintett terület minden pontján való egyéni és társadalmi kockázat meghatározása céljából, valamint az előző lépés eredményeképpen kapott veszélyeztetési mutatók összevetése az engedélyezési kritériumokkal.

Az üzemeltető, a súlyos balesetek következményeinek értékelését bármilyen, az adott súlyos balesetre általánosan elfogadott, hiteles módszerrel végezheti el. Az értékelést a technológiában feltárt minden balesetre el kell végezni, de a biztonsági jelentésben csak a legsúlyosabb következményekkel járó balesetfajtákat kell bemutatni [24].

Az **üzemeltető** a biztonsági jelentésben – azonosított súlyos baleset gyakorisága, és következményei alapján – a halálos hatások által érintett övezet minden pontjára **meghatározza az egyéni és a társadalmi kockázat mértéket.** Ugyanígy meghatározza a veszélyes üzemek körüli **veszélyességi övezetet.** Ha a veszélyes üzem súlyos baleseteinek többfajta károsító hatása lehet (mérgező anyagok légköri terjedése, túlnyomás vagy sugárzó hő), akkor minden egyes hatásra külön kell meghatározni veszélyességi övezetet [25].

1.5.10. A biztonsági irányítási rendszer, mint adatforrás

A biztonsági irányítási rendszer **tartalmazza a** biztonsági jelentésbe foglalt, a súlyos balesetek megelőzésével és elhárításával kapcsolatos feladatok végrehajtásához **szükséges irányító szervezet felépítését,** a felelős személyek feladat- és hatásköreit, az elvégzendő feladatokat, azok megvalósításánál követendő rendszeres belső ellenőrzések, szemlék és a független szakértők által végzett felülvizsgálatok módszereit, eljárásait, valamint a végrehajtáshoz szükséges erőforrásokat. E személyek részére meghatározza a felkészültségükkel kapcsolatos követelményeket, és biztosítja az ilyen irányú felkészítésüket.

Az előzetesen elvégzett **veszélyazonosítás és kockázatelemzés alapján** az üzemeltető **kialakítja a biztonsági irányítási rendszer normáit**: kidolgozza és alkalmazza a biztonságos üzemre vonatkozó technológiai leírásokat, utasításokat és más szabályzókat. A normák kialakításába – az őket érintő területeken és mértékben – a végrehajtó személyzetet is bevonja. Részükre a megfelelő feltételeket és felkészítést biztosítja. A normarendszer kidolgozása során **figyelembe veszi** a normálüzemi technológiákat, és a berendezések karbantartását, a leállításokat, illetőleg az indításokat is. A biztonsági irányítási rendszer normáit **megismerteti** a gyártásban dolgozó, valamint a berendezések karbantartásában érintett személyekkel is. **Figyelmet fordít** a berendezésekben, a tárolóeszközökben és a gyártásban végrehajtott változtatásokra. E változtatásoknak a biztonságra vonatkozó vetületeit már a változtatások tervezése és kivitelezése során előzetesen figyelembe veszi.

A súlyos balesetek megelőzésével és a biztonsági irányítási rendszerrel kapcsolatosan kitűzött célok elérésének folyamatos vizsgálata érdekében **az üzemeltető módszereket dolgoz ki, és ezek szerint cselekszik**. A megelőzéssel kapcsolatos feladatok végrehajtásának helyzetét folyamatosan értékeli. A hiányosságokat feltárja, és kialakítja az azok kiküszöböléséhez szükséges módszereket.

Amennyiben az üzemeltető a biztonsági irányítási rendszerről – arra hivatott, és a nemzetközi gyakorlatban elfogadott – minőségtanúsító szervezet tanúsítványát mellékeli a biztonsági jelentés hatóság részére történő megküldésekor, akkor a biztonsági irányítási rendszer fenti bemutatását nem kell megküldeni, de azokat a hatóság kérésére hozzáférhetővé kell tenni.

1.5.11. A belső védelmi terv készítésénél felhasznált adatok

A veszélyes üzem üzemeltetője a **biztonsági jelentésben szereplő veszélyek következményeinek elhárítására belső védelmi tervet készít**. Ennek során a súlyos balesetek elleni védekezéssel kapcsolatos feladatokat módszeres elemzéssel **feltárja, majd megjelöli** a végrehajtással kapcsolatos feltételeket, személyeket, erőket és eszközöket. Az üzemeltető megteremti a tervben megjelölt feladatok végrehajtásához szükséges mindennemű feltételt: megalakítja, felkészíti, és a megfelelő eszközökkel felszereli a védekezésben érintett végrehajtó szervezeteket, létrehozza a védekezéshez szükséges üzemi infrastruktúrát.

Az üzemeltető a terv készítésébe – az őket érintő területen és mértékben – bevonja a veszélyes üzem dolgozóit, véleményüket a terv készítésénél figyelembe veszi

A térinformációs rendszer **leíró adatbázisában megtalálhatók a belső védelmi terv tartalmi elemei**, a súlyos baleset következtében kialakuló helyzetek, a hatások elleni védekezéssel kapcsolatos feladatok, a védekezésbe bevont szervezetek, erők és eszközök, a súlyos balesetek elleni védekezésbe bevonható üzemi infrastruktúra, berendezések és anyagok, az üzemi dolgozók védelme érdekében hozott intézkedések, beleértve a riasztásuk, és a riasztás vételét követő magatartási rendszabályok.

1.6. A Biztonsági jelentés adatai a térinformációs rendszerben - összefoglalás

A felső küszöbértékű veszélyes üzemek által előállítandó legfontosabb katasztrófavédelmi dokumentum a biztonsági jelentés. Ebben az üzem a jogszabályban rögzített tartalomban bemutatja a hatóság számára azt a rendszert, amelyet a cég a súlyos ipari balesetek elkerülése, illetve a következmények mérséklése miatt üzemeltet.

Az értekezés első részében éppen ezért azt a folyamatot tekintetem át, amely során a hagyományos biztonsági jelentés egy korszerű, a térinformatikai eszközeivel kezelhető adattartalommal válik. **Bemutattam a térinformatika korszerű adatgyűjtési módszereit, eszközeit, elsősorban a lézerszkennerek különféle változatait.** Ezen eszközök nagy hangsúlyt kapnak dolgozatom későbbi részében, jellemzően a geometriai adatgyűjtés tekintetében.

Az adatgyűjtés másik nagy fejezete az attribútum adatok gyűjtését szolgálja. Mivel a kialakítandó térinformációs rendszer elsősorban a felső küszöbértékű veszélyes üzemekre vonatkozik, ezért **a rendszerbe kerülő attribútum adatok gyűjtését is a biztonsági jelentés elemeit felfűzve ismertettem.** Az általam kidolgozott rendszerterv tartalmazza mindazon adatokat, amelyeket a jogalkotók elvárnak. A térinformatikai adatstruktúra biztosítja mindazon előnyöket, amelyek a térbeli adatkapcsolatok kezelésében jelentkeznek. Az, általam kidolgozott, megoldás úgy tesz eleget a kötelezettségeknek, hogy azt egy jóval informatívabb, korszerű, digitális formátumban teszi hozzáférhetővé.

II. FEJEZET

TÉRINFORMÁCIÓS RENDSZER KIÉPÍTÉSE A FELSŐ-KÜSZÖBÉRTÉKŰ VESZÉLYES ÜZEMEKNÉL

2.1. A kiépítendő térinformációs rendszer kialakításának kérdései

A térinformatikai fejlesztés általános 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. Értekezésemben részletesen bemutatom egy általam kidolgozott, átfogó mérnöki rendszer kialakításának legfontosabb lépéseit.

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 rendszer kialakítására** is. Az általam kialakított rendszerkonceptió figyelembe veszi a, biztonsági jelentésre kötelezett veszélyes üzemek rendszerbe való fokozatos bekapcsolásával jelentkező megnövekedett adattömeget, illetve a kezelendő alrendszerek számának bővülését.

Kutatásaim során felkerestem több veszélyes üzemet, hogy az ott dolgozó kollégák tapasztalatait és észrevételeit beépíthessem a javaslatomba.

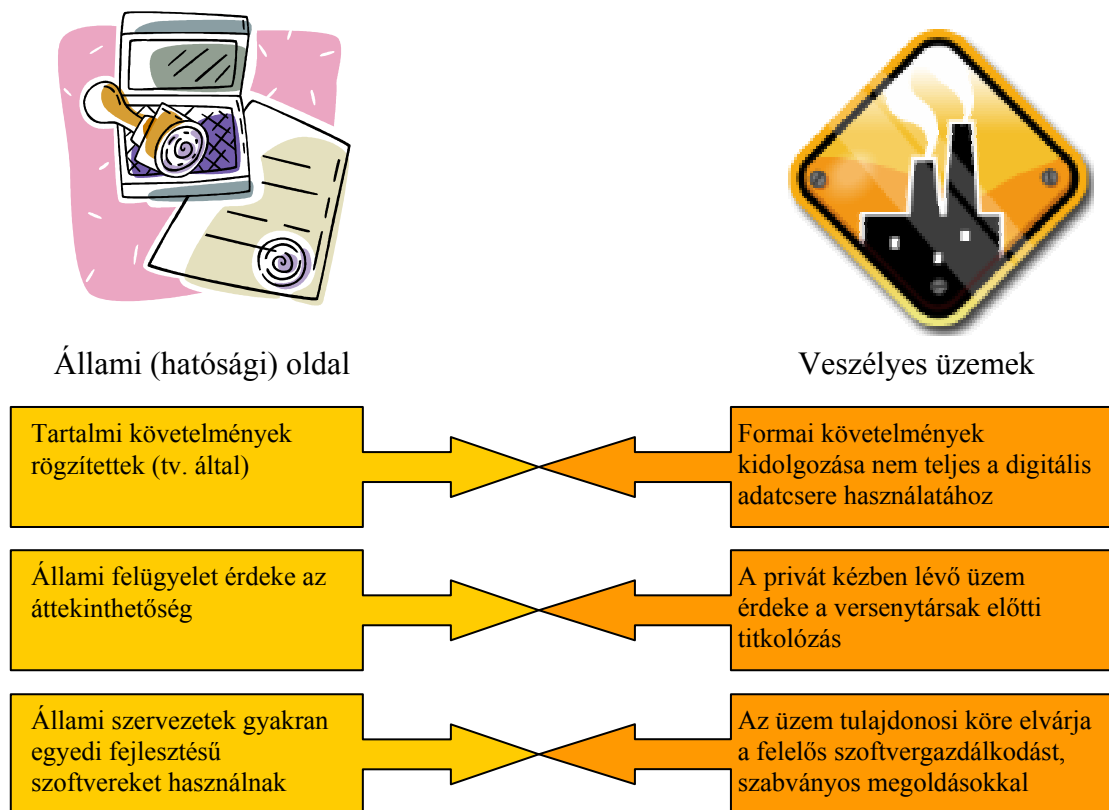
2.1.1. A siker előfeltétele: reális, megvalósítható terv kidolgozása

A dolgozat írásakor **elsődleges szempontom volt, hogy egy használható és megvalósítható**, az állami szervek és a privát tulajdonú üzemek között esetleg meglévő érdekellentéteket figyelembe vevő **rendszerkonceptiót alakítsak ki** (19. ábra). A használhatóság azt jelenti, hogy a rendszerterv kielégíti a veszélyes üzem, valamint közvetetten az OKF igényeit, alkalmas a neki szánt szerep betöltésére, ugyanakkor sem

anyagilag, sem műszakilag nem állítok fel lehetetlen célokat, a kitűzött feladatok megvalósíthatóak. A használhatóság szempontjait a legautentikusabb forrásból ismertem meg, a leendő felhasználoktól, az üzemekben dolgozó műszakiaktól. A **rendszerterv tartalmi felépítését alapvetően a biztonsági jelentés tartalmi elemeit részletező jogszabály alapján alakítottam ki**, azzal a különbséggel, hogy a rendszerterv ezen felül az elektronikus adattárolás és adatpublikálás minden előnyét biztosítja.

Nem gondolkodtam zárt rendszerben, sőt a kialakított **rendszerkoncepcióm 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 hazai térinformatikai fejlesztések egyik legnagyobb hibája szokott lenni, hogy a rendszer alapjainak lerakásakor „feltűnően jól” igazodnak egyes szoftvergyártók megszokott termékeihez, vagy a disztribútor cégek nyújtotta szolgáltatásokhoz, függetlenül attól, hogy a felhasználóknak ténylegesen mire van szüksége.

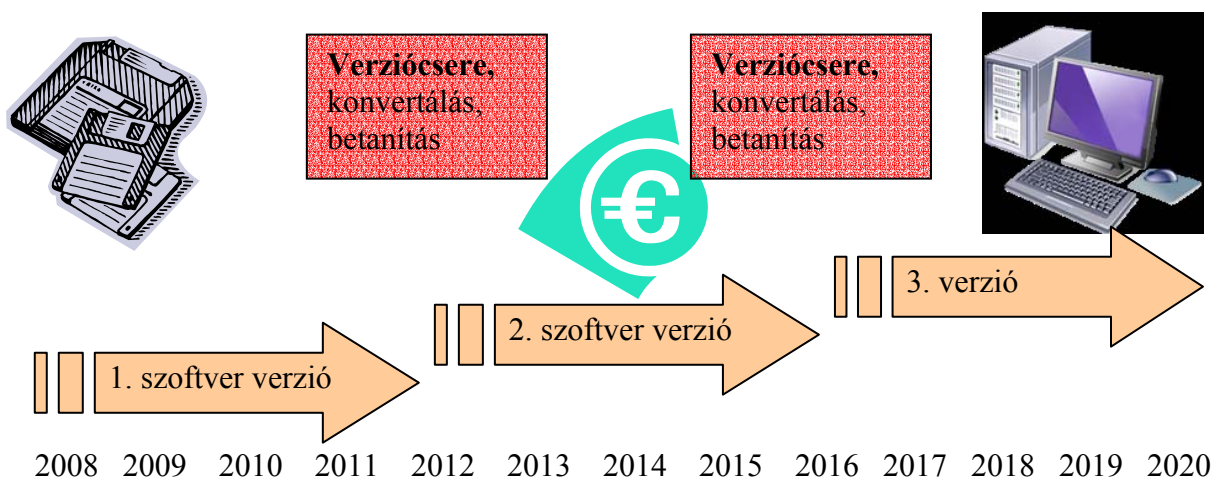


19. ábra: Érdeellentétek az állami szervek és a privát tulajdonú üzemek között (saját forrás)

Két dolgot jegyzek meg ezzel kapcsolatban. Az egyik, hogy a törvény ugyan részletesen előírja a biztonsági jelentések tartalmi követelményeit, nem részletezi ugyanakkor annak formai oldalát, például a digitális adatcsere formátum felépítését. A másik észrevételem, hogy a veszélyes üzemek napjainkra kivétel nélkül privát gazdasági társaságokként működnek, amelyek fejlesztéseibe, például a biztonsági jelentést létrehozó alkalmazások, metódusok felépítésébe az állami szervek nem szólhatnak bele. Ennek kapcsán el kell kerülni azt a néhol tapasztalható rosszízű gyakorlatot, amikor az állam az adott iparágban általánosan elterjedt szoftveres megoldások helyett a szakmára erőtlet egy külön befektetést igénylő, korlátozottan, vagy alig helyettesíthető (ezért általában korszerűtlen és drága) szoftvert.

Figyelembe kell venni, hogy az iparág szereplői jellemzően milyen szoftvertermékeket használnak, milyen termelési- és vállalatirányítási szoftvereket működtetnek, illetve ezek milyen térinformatikai alkalmazások adatformátumainak kezelésére képesek. A szoftverekkel kapcsolatos fontos szempont, hogy a továbbiakban a lehető legjobban kerülni kell az egyedi szoftveralkalmazások használatát, és **törekedni kell a piacon elérhető szoftvertermékek használatára.**

Ez már átvezet a másik fő szempontra, a megvalósíthatóságra. Egy „veszélyes üzemi” **térinformatikai projekt végig-viteléhez** csakis **hosszabb távú megoldásokat lehet alkalmazni.** Tény, hogy nem könnyű a számítástechnikában előre látni, de jó piacismerettel, a rendszerek elmúlt évekbeli fejlődéséből kikövetkeztethetők a piaci trendek, folyamatok. A szoftvergyártó cégek fenntartják a jogot az időszakos adatformátum cserékre, így a szoftverfrissítéskor az adatokat is kényszerűen időnként konvertálni kell (20. ábra).



20. ábra: Hosszabb távon a szoftverek verziófrissítése is jelentős költséggel jár (saját forrás)

Könnyű utánaszámolni, hogy egy tízéves adatfeltöltési projektben a szoftver és az adat a tizedik évben már a harmadik verzióban használható, két igen költséges konvertálás után, ugyanakkor a dolgozókat is harmadjára kell betanítani az újabb verzióra.

2.1.2. A projekt költségeinek előzetes meghatározása

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. A később részletezendő munkaterv kidolgozásánál fontos szempont volt, hogy a projekt első fázisában viszonylag kisebb forrásra legyen szükség. Ezért az első fázisban kapott helyet szinte az összes előkészítő munkafolyamat, a nagyobb forrásokat igénylő adatfeltöltés csak a második fázisban indul be.

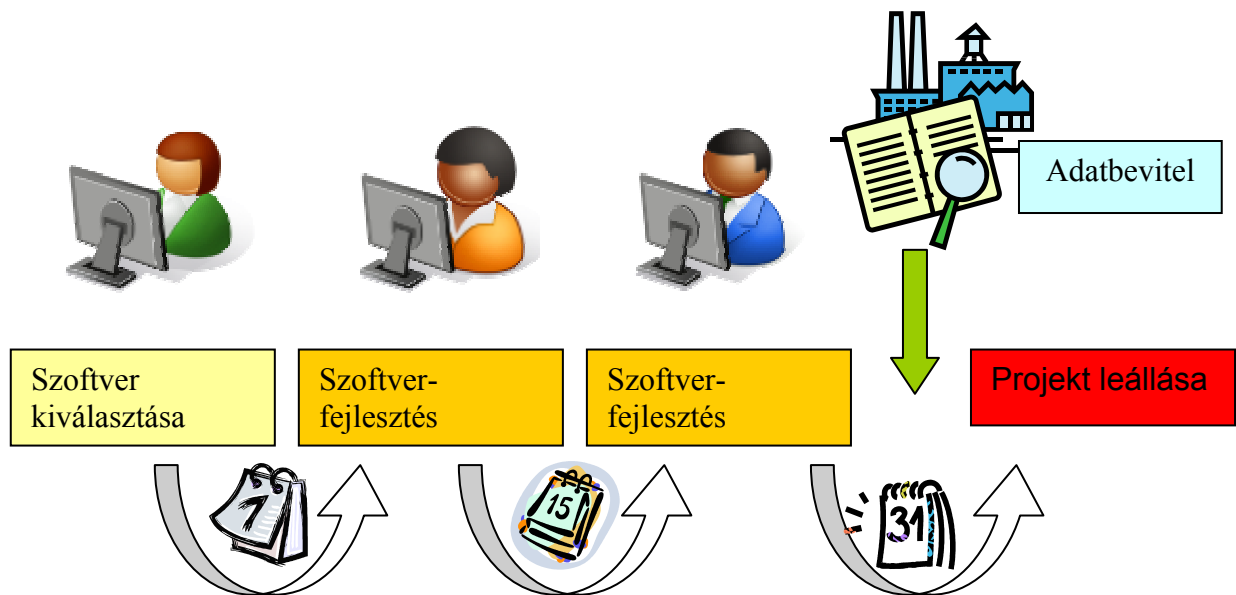
Egy számítástechnikai rendszerben – különösen egy térinformatikai rendszerben - a költség-haszon előzetes megbecslése talán a legnehezebb feladat. A biztonsági jelentésekkel kapcsolatos térinformatikai rendszer esetében azonban van egy olyan fogódzó, amely a költségek becslését segíti. Mivel a törvény 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. Magyarán kis utánajárással rendelkezésre áll az az összeg, amelyet a megvalósítandó rendszer „finanszírozói” most, a rendszer kiépítése előtt elköltének a papír alapú dokumentáció összeállítására, kezelésére, vagyis a leendő rendszer céljaira.

A fenti költségekbe bele kell számolni az egyes üzemekben alkalmazott adminisztrátorok, mérnökök, vezetők rezsiorabérét, akik a jelentés szabályszerű összeállításában közreműködnek. Ide tartozik a nyomtatás, fénymásolás, stb. nem elhanyagolható anyagköltsége (sok esetben igen méretes irattömeg képezi egyetlen üzem kötelező adatszolgáltatását!). Ha mindezeket összegzem, akkor a rendszer költségei közé még be kell emelni azt az elvárt hasznot, amit az adatok könnyű hozzáférhetősége jelent az új rendszer esetében. (Nyilvánvaló, hogy egy jelenleg összeállított, Budapesten őrzött komoly iratpaksaméta egyes adatai nehézkesen hozzáférhetők egy vidéki, sürgős beavatkozást igénylő esemény következményeinek elhárításához.)

2.1.3. Adatfeltöltés a kezdeti lépéstől

A veszélyes üzemekkel kapcsolatos térinformatikai rendszer kiépítése kapcsán a

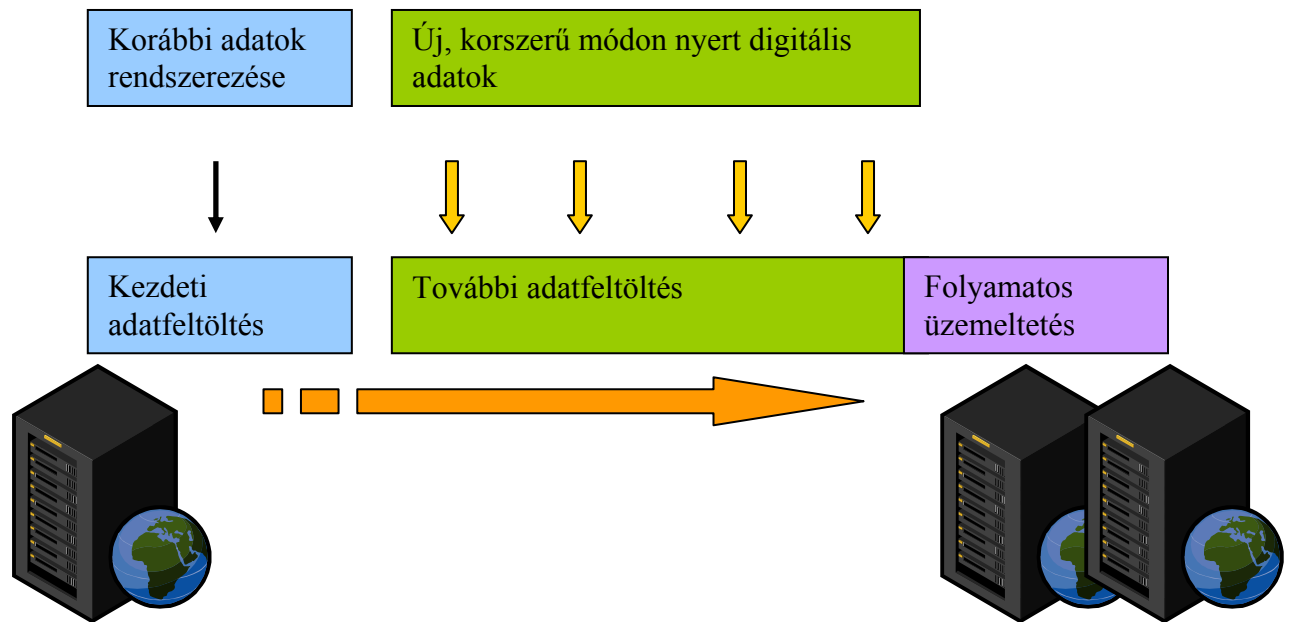
meglévő adottságok feltérképezését kell először elvégezni. Azt tapasztaltam, hogy a veszélyes üzemekben és azok környezetében az adatok, mind a geometriai mind az attribútum adatok nem állnak rendelkezésre teljes részletességgel, részben hiányoznak, részben hiányosak, ezért az **adatgyűjtés egy részének már az első szakaszban neki kell látni**. 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 (21. ábra).



21. 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** (22. ábra).

Az utóbbi években megnőtt a nyílt forráskódú, jellemzően ingyenes szoftverek szerepe. Az általam kifejlesztett rendszerkonceptió kapcsán ezekkel is komolyan számoltam, hiszen léteznek már nyílt forráskódú térinformatikai adatpublikáló szoftverek is.



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

A rendszerfejlesztési tervezés kapcsán tisztáztam azokat a zsákutcákat, amelyeket el kellett kerülnöm. Egyrészt: figyelembe vettem azt, hogy a biztonsági jelentések tartalmi részének nagy része nem egy klasszikus térinformatikai adathalmaz felépítését követi, hanem inkább egy leíró dokumentumcsomagot jelent (amelyet ráadásul jelentős részben a vegyi üzemek adminisztrációja, vagyis külső forrás állít elő). Ennek megfelelően **a kialakítandó új rendszerben** a térinformatikai megoldások mellett **legalább azonos hangsúllyal kell szerepelnie egy, a külső adatok dinamikus kezelését elvégző dokumentum-nyilvántartó rendszernek is.**

Itt meg kell állnom egy pillanatra. A fentiek alapján egy szoftverfejlesztő cég nyilván sok munkával (és még több pénzért) létre tud hozni egy térinformatikai jellegű, dokumentumkezelésre is alkalmas rendszert, csak a végén nem biztos, hogy működne, esetleg azok sem használnák, akik miatt a rendszer létrejött. Hol a hiba?

Ott, hogy a fenti metódus gyakorlatilag a melegvíz feltalálását jelenti. Ilyen rendszerek ugyanis már vannak a világban, több nagy szoftvergyártó rendelkezik ehhez hasonló termékkel. (Például Bentley Geospatial Manager szoftvercsalád, amely mind egyedi gépes desktop, mind szerver-kliens rendszerű kiépítésben képes a térinformációs rendszer adatait

kezelné. A ProjectWise technológia segítségével alkalmas a rendszerbe felvitt dokumentáció kezelésére is, a felhasználók azonosítására, változások követésére).

Még egy dologra felhívom a figyelmet ezzel kapcsolatban. Egy ilyen szoftver esetében a költségek gyökeresen másképp alakulnak, mint egy hagyományos szoftverfejlesztésben. Egyrészt van a termékeknél egy listaár, illetve jellemzően tartozik hozzá egy folyamatos frissítést és még sok más előnyt is tartalmazó szolgáltatás-csomag. Ennek díja elsősorban az egyszerre kiszolgált ügyfelek számától, illetve a kiszolgált teljesítményétől függ. A piacon elérhető szoftverek természetesen egyedi igényeket is tudják teljesíteni, a legtöbb esetben a klasszikus programozói feladatok nélkül.

A költségek tekintetében tehát hatalmas **előny, hogy** az egyedi fejlesztés jelentős forrásigénye helyett **a költségek elnyújtva jelentkeznek**. Összességében általában kedvezőbbek az egyedi megoldásoknál. A nagy gyártók által kínált rendszerek **adattartalma szabványos fájl típusokon alapszik**. Másik nem elhanyagolható szempont egy informatikai projekt esetében, hogy az **előre beárazott termékeknél évekre előre meg lehet mondani a szoftverre fordított teljes költséget**, ami az egyedi fejlesztésekhez képest hatalmas előny. Harmadik, nem elhanyagolható előny, hogy **a „kész” szoftverek esetén már a beépített funkciók is alkalmasak az adattár beindítására és kezelésére**, ráadásul a későbbi esetleges kiegészítő fejlesztések hatására a program magja nem változik, így az első körben bevitt adatok is használhatók maradnak.

2.2. A kialakítandó térinformációs rendszer fejlesztésének céljai

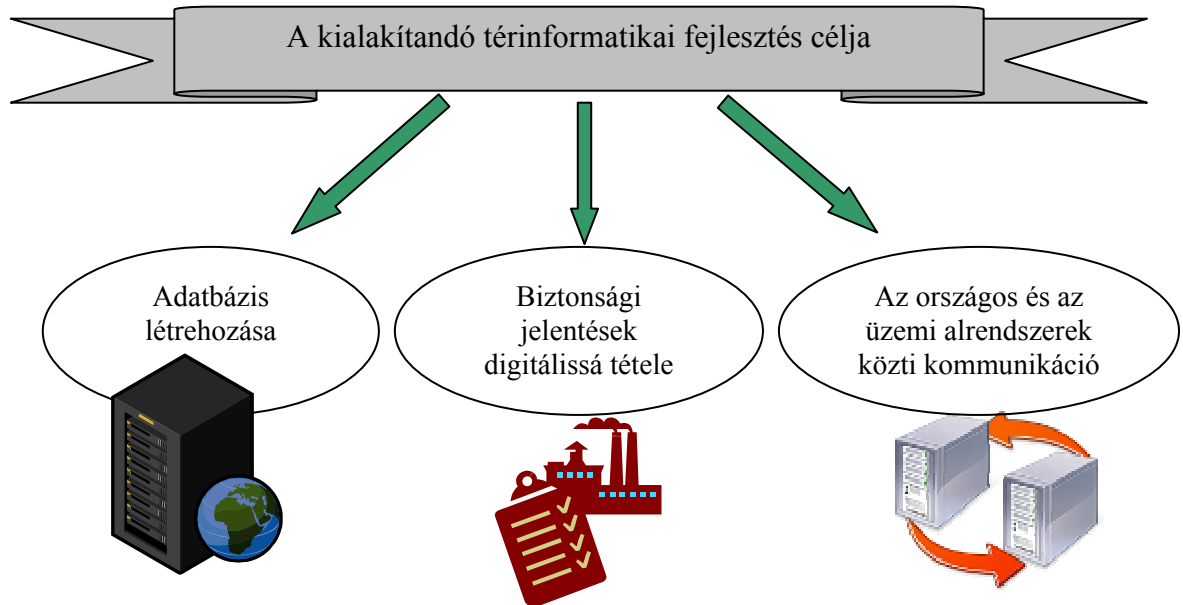
Az általam kifejlesztésre került térinformatikai rendszerkoncepció kapcsán megvizsgáltam, milyen szerepet töltsön be az állam (rajta keresztül az OKF), illetve az egyes vegyi üzemek konkrétan hogyan vegyenek részt a munkában. Nyilvánvalóan ez hosszabb döntési-konzultációs folyamat része. Ha úgy tetszik, egyfajta alku, ahol az OKF és a veszélyes üzemek képviselői megállapodnak a rendszerrel kapcsolatos főbb (elsősorban gazdasági) kérdésekben.

Mindenekelőtt tisztáztam a létesítendő térinformatikai 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 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 (23. ábra).



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

A fenti célok érdekében az alábbi **követelményeket** kell a térinformatikai rendszernek teljesítenie:

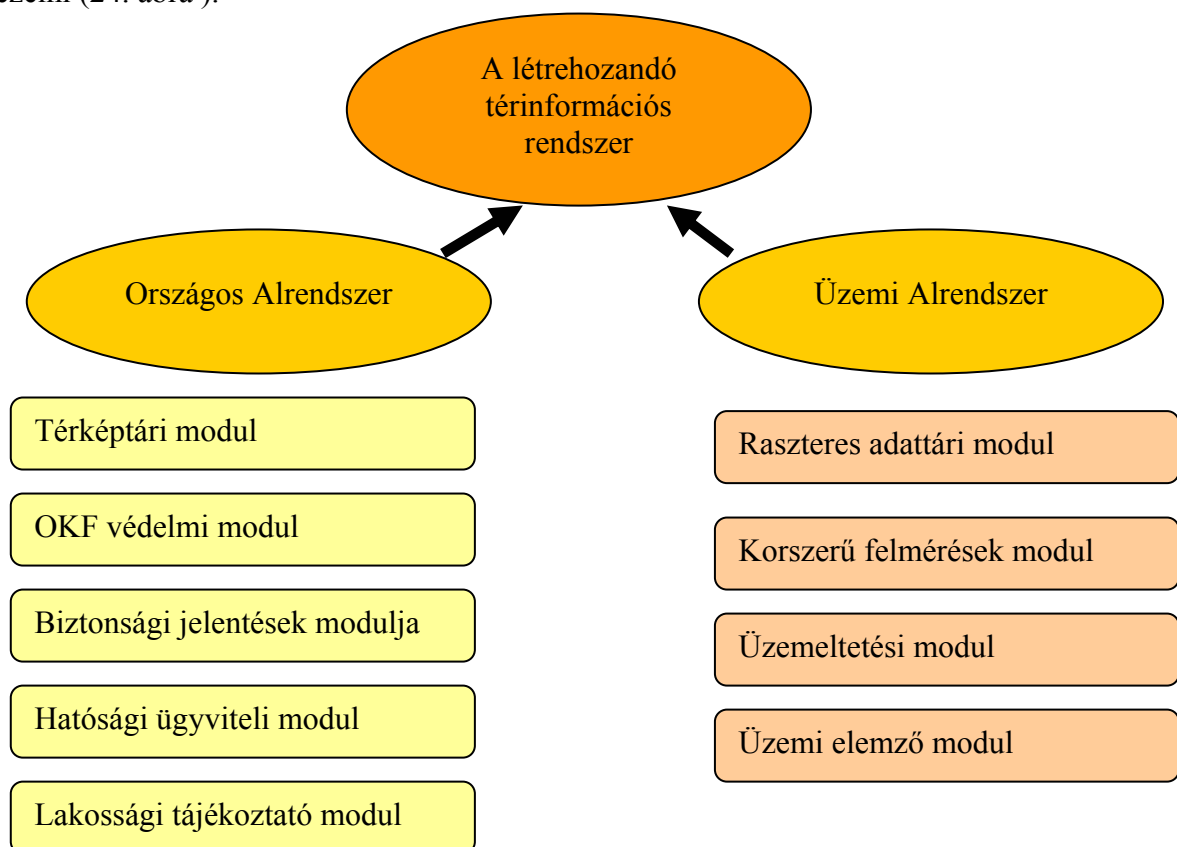
- Tartalmazza a teljes ország (digitális) alaptérképét
- Tartalmazza az összes vegyipari felső küszöbértékű veszélyes üzem teljes, nyilvános dokumentációját, amely a lakosság és a helyi hatóságok tájékoztatását szolgálja
- Képes legyen az adatok kezelését biztonságosan, jogosultság szerint kezelni
- Tartalmazzon olyan bővítési lehetőségeket, amelyek a veszélyes üzemeken túl is kiterjesztik a rendszer felhasználhatóságát (árvízvédelem, stb.)
- Használjon korszerű, pontos, szabványos, elterjedt, hosszú élettartammal jellemezhető adatokat, amelyek esetében a nyílt forráskódú fejlesztések is teret kaphatnak
- Kiépítése legyen gazdaságos, könnyen kezelhető, a rendszer legyen méretezhető
- Feltöltését, karbantartását végezze az OKF, bemenő adatainak jelentős részét viszont a vegyi üzemek védelmi szakemberei állítsák elő, szabványos adatcsere formátumban (Biztonsági jelentés elektronikus verziója)

2.3. A létrehozandó térinformációs rendszer felépítése

A fenti céloknak megfelelő, a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos ipari balesetek megelőzését szolgáló térinformációs rendszer meggyőződésem szerint akkor lesz hosszabb távon is működőképes, ha a rendszer felépítése már az elején kidolgozásra kerül. A követelmények és az egyes üzemek igényeinek egyidejű kielégítését **két alrendszerrel oldottam meg.**

Az első alrendszer egy országos átfogó rendszerként működik (továbbiakban: Országos Alrendszer), amelyet az egyes üzemek saját üzemi szintű alrendszere tesz teljessé (továbbiakban: Üzemi Alrendszer).

Mindkét alrendszer modulokból épül tovább. A modulok elsősorban a funkcionális elkülönítést követik, mert az egyes modulok elemeit eltérő szoftvermegoldással célszerű kezelni (24. ábra).



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

Míg az előbbi tartalmazza az üzemek legfontosabb adatszolgáltatásait, az üzemek számára a központi rendszer megkönnyíti egyes adattípusok kezelését. Például az Országos Alrendszer kezeli mindazon információkat, amelyek a veszélyeztetett településsel

kapcsolatosak, hiszen így az egy településen lévő veszélyes üzemek biztonsági jelentésén belül a környezet bemutatásakor az általános információk is összegyűjtésre kerülnek (Biztonsági jelentések modulja).

A másik irányban az Országos Alrendszer tárolja azokat a raszteres vagy állami alaptérképeket, amelyek szükségszerűen kellenek a biztonsági jelentéshez, de eddig csak papíron voltak meg (Térképtári modul). A térinformatika alkalmazásával így lehetővé válik a térképek teljes körű, interaktív használata, illetve ezek szélesebb körű publikációja.

További adatok kezelését is felvállalja a központi rendszer, hiszen például egy településen belül a mentéshez, vészhelyzet elhárításához mozgósítható erőforrások összegyűjtése inkább a katasztrófavédelem feladata. Gondoljunk csak egy Tisza menti település veszélyes üzemére. A települést ugyanúgy fenyegeti egy üzemi baleset, mint a folyó áradása. A katasztrófavédelem feladatai a két esemény kapcsán ugyan csak részben fedik át egymást, viszont az átfedésben lévő erőforrások nyilvántartása elsősorban a védelmi szervek feladata és érdeke (pl.: kórház felszereltsége, iskolák, étkezdék befogadó kapacitása). A közös adathalmaz képezi az OKF védelmi modult.

Nem is beszélve arról, hogy a mentéshez szükséges közérdekű adatok nyilvánossága sokkal inkább biztosítva van, ha az információk számítógépen elérhetők, mint egy nem nyilvános biztonsági jelentésben. Erre szolgál az Országos Alrendszeren belül a Lakossági tájékoztató modul.

Hasonlóan modulokból épül fel az Üzemi Alrendszer is. Természetesen itt az egyes üzemek eltérő jellemzőik miatt nagyobb szabadságot kapnak, de itt is át kell tekinteni a főbb közös modulokat.

Talán a legfontosabb modul az Üzemi Alrendszeren belül az Üzemeltetési modul. Itt az üzemi technológia részletes leírása kap helyet, illetve a felső küszöbértékű veszélyes üzem működésével kapcsolatos további információk. Itt tárolja az üzem a teljes belső térképeit, digitális műszaki rajzait.

A Raszteres adattári modul az olyan beszkenelt anyagok tárolását végzi el, amelyek teljes digitális átalakítása felesleges vagy túlzottan költséges. Itt elsősorban a régi, papír alapú leírások, térképek, műszaki rajzok tárolásáról van szó. Tény, hogy a Raszteres modul egyfajta kényszermegoldás: a rendszer bevezetésének idején ugyanis szinte alig lesz digitális dokumentum, tervrajz. Mégis, a rendszer bevezetésével szorgalmazni kell a papíron lévő ismeretek alapszintű digitálissá tételét, beszkennelését. A folyamatot segíti a berendezések

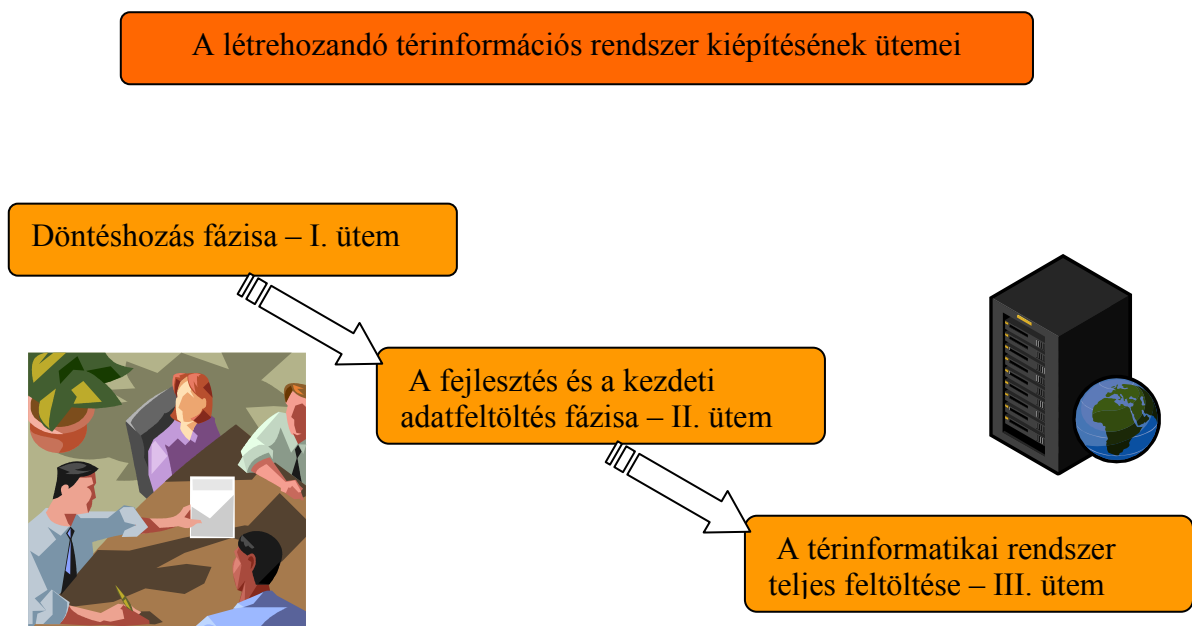
rendszeres karbantartása, cseréje, mert az új részegységekről a rendszer beindítása után már eleve digitális terveket szabad letárolni.

A Korszerű felmérések modulja tartalmaz minden olyan geometriai adatot, amelyet korszerű geodéziai technológiákkal nyertek. Ide tartozik különösen a légi vagy földi LIDAR felmérések eredményét jelentő pontfelhők gyűjteménye. Ezen állományok elsősorban méretük és a speciális kezelőprogramok miatt alkotnak külön modult.

A negyedik modul az Üzemi Alrendszeren belül az Üzemi elemző modul. Ez elsősorban arra szolgál, hogy az üzemen belüli folyamatok modellezése közvetlenül lehetővé váljon.

2.4. A létrehozandó térinformációs rendszer fejlesztésének ütemei

A fejlesztési tervet három ütemre bontottam (25. ábra). Az első ütemben érdemi fejlesztés még nem történik: ez a döntéshozás fázisa. 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.



25. ábra: A létrehozott térinformációs rendszer fejlesztésének ütemei (saját forrás)

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.

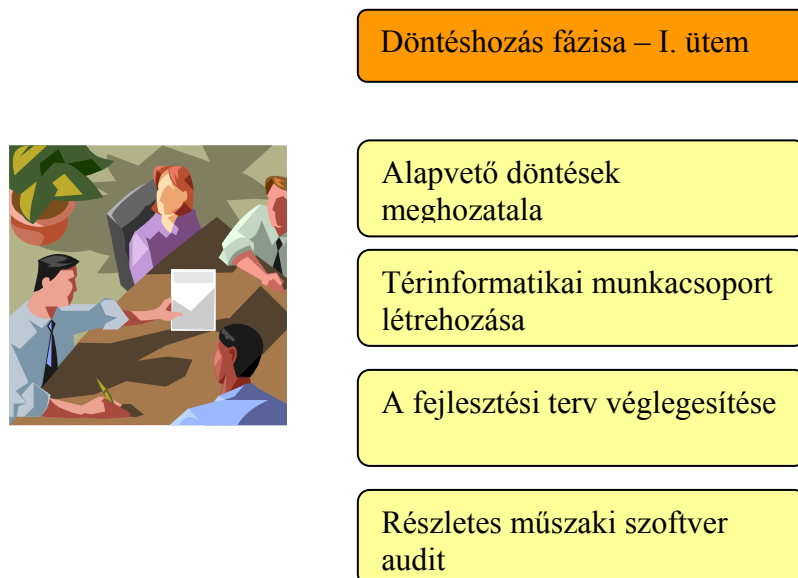
A második fázisban megindul az adatfeltöltés, elsősorban a könnyen strukturálható adatok digitális feldolgozása lesz hangsúlyos, illetve kialakul a nem strukturált adathalmaz alapja, amely egyfajta dokumentumtárként is üzemel (Office fájlok, leírások, nem térképi adatok). A második fázisban történik 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 második fázisban a gyakorlati munka beindulásával óhatatlanul is felszínre kerülnek olyan észrevételek a rendszer felépítésével, kezelésével kapcsolatban, amelyek vezetői döntést igényelnek. Ilyen lehet az is, amikor az adatgyűjtés egyes módszerei a korábban hittnél több költséggel járnak, vagy több időt kell rászánni az előzetesen tervezettnél. Ez a fázis tehát abban is szerepet játszik, hogy a következő, harmadik fázisban már ne kelljen a rendszer belső felépítésén módosítani, az ezt eredményező hibák felderítését, rendezését korábban el kell végezni.

A harmadik fázis a fejlesztés szempontjából az utolsó. Ebben a fázisban történik meg a teljes adatállomány feldolgozásának befejezése, illetve olyan szintű készültség elérése, amely mellett a rendszer naprakészen tudja fogadni a biztonsági jelentések később elkészülő rendszeres frissítéseit. A harmadik fázis végére kialakul az új rendszer, ahol az adatok elsődleges tárolása digitálisan történik, illetve a rendszerezett adattömeg alkalmas a korábbi rendszerből nem kinyerhető elemzések, statisztikai adatok készítésére.

2.5. A döntéshozás fázisa, I. ütem

Az első ütem időben rövid, de jelentőségében annál számottevőbb (26. 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.



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

2.5.1. Alapvető döntések meghozatala

A tényleges térinformatikai munkafolyamat előtt több alapvető döntést is meg kell hozni. A legelső lépés annak áttekintése, hogy a biztonsági jelentés tartalmi követelményeit mennyire lehet térinformatikai eszközökkel kezelni. A korábban már idézett jogszabály, amely részletezi a tartalmi követelményeket, szükségszerűen egyszerűsít.

Végig kell beszélni a biztonsági jelentés készítőivel, hogy az egyes előírt részeket hogyan állítják elő, mennyire konzisztens a különböző üzemektől beérkező adathalmaz, mennyire használható a papíron készülő jelentés, milyen korszerű eszközökkel lehetne a hatásfokot növelni.

Ki kell jelölni azon információk körét, amelyet a korábban megszokottól eltérően nem az üzem küld az OKF felé, hanem az OKF központilag állítja össze, és teszi elérhetővé az üzemek számára.

Tipikusan ide tartozik az üzem környezetét, a szomszédos települést bemutató fejezet, amely véleményem szerint a katasztrófavédelem hivatásos szervei számára kulcsfontosságú. Ezzel kapcsolatban korábban már említést tettem arról, hogy a települést érintő katasztrófavédelmi információk állami szervek által történő kezelése azért is fontos, mert így a rendszer nem csak a vegyi-üzemek okozta balesetek megelőzésében játszik szerepet, vagyis a rendszer kihasználtsága jobb. (Ezt a korábbiakban Országos Alrendszerként nevesítettem).

Másik alapvető kérdés az volt, hogy a létrehozandó rendszert ki üzemeltesse és kinek a pénzén. Itt a megoldásom a következő. Egyrészt, mivel a biztonsági jelentések elkészítését jogszabály írja elő, de annak formáját, technikai oldalról nem teljesen részletezi a szabályozás, ezért nem célszerű ezt a feladatot az egyes cégekre áthárítani.

Másrészt: könnyen előállhat olyan helyzet, hogy az egyik veszélyes üzem a másik hasonló profilú üzemnek üzleti konkurens, így a biztonsági jelentés is megfontolt adatkezelést igényel. Éppen ezért **szükséges a rendszer központjának az OKF-et megtenni, és a térinformatikai rendszer üzemeltetését rábízni.**

Nyilvánvaló, hogy egy rendszer üzemeltetése nincs ingyen. Ugyanakkor egy jól kialakított rendszerrel az adatfeltöltést leszámítva nem sok gond adódik. Mindez persze azt feltételezi, hogy a kezdeteknél rögzítve lettek azok a sablonok, szabályok, amelyek az újabb dokumentációk, bemenő adatok formai követelményeit rögzítik, és ezeket a követelményeket a továbbiakban is számonkérjük.

Hogyan lehet az egyes üzemeket bevonni a rendszer finanszírozásába? Vélhetően sehogy. Mivel a jogszabályok nem írják elő a pontos formai követelményeket (például a környezet bemutatásánál térinformatikai rétegstruktúra alkalmazását), ezért **direkt módon a rendszer használatáért pénzt kérni nem lehet.** Lehet viszont a fent említett együttműködés keretében a kölcsönösség elvét érvényesíteni: az OKF átad bizonyos állami alapadatokat, cserében a rendszerbe kerülő adatváltozások megadott szabvány szerinti formátumban, illetve ahol lehet szabványos térinformatikai adatként (pl. ArcView shp állományban) érkeznek. Erre szolgál az Országos Alrendszeren belül a Térképtári modul.

Nyilván lesz egy átmeneti időszak, amíg a kölcsönösség keretei kialakulnak, de véleményem szerint az elektronikus adatkezelés előnyeit hamar felismerik a cégek és ez nagy lendületet ad a térinformatikai rendszer bevezetésének, használatának.

A szervezeti keretek meghatározása a fentiek alapján az OKF hatásköre, hiszen a rendszer központjának fenntartója is az OKF lesz. **Szükségesnek tartom, a hivatalos vezetőség munkáját segítő, térinformatikai munkacsoport felállítását,** amely maximum 5 főből áll, tagjai kizárólag a rendszer technikai irányvonalát jelölik ki.

Érdekes kérdés a külső térinformatikai cég bevonásának módja. Tapasztalatom szerint amennyiben a külső fejlesztő cég akkor kerül bevonásra, amikor még a megbízó nem igazán tudja, mit szeretne, akkor a külső szakértő cég könnyen vezeti zsákutcába a fejlesztést, amelyből nagyon nehéz később egy más irányba folytatni. Mindenképpen szükségesnek

tartom más látásmóddal rendelkező szakértőt is alkalmazni.

2.5.2. Térinformatikai munkacsoport létrehozása

A munka sikeréhez, menet közbeni szakmai felügyeletéhez egy általam „térinformatikai munkacsoport”-nak elnevezett team létrehozása szükséges, melynek feladat és hatáskörét kidolgoztam, és az alábbiakban részletezem.

A munkacsoport a projekt technikai-szakértői feladatait oldja meg. A munkacsoportot a veszélyes üzem, az OKF és a külső szakcég képviselői, térinformatikai „guruk” alkotják. A munkacsoport működési szabályzatának kialakítása után minden további, szakmai vitát csak a munkacsoport bonyolíthat. Szükségesnek tartom, hogy a **döntések a munkacsoport határozatai alapján szülessenek**. A munkacsoport a projekt szakmai vezető csoportja, ám tényleges hatalommal nem rendelkezik. Inkább a projektvezető, vagy projekt-vezérkar alá tartozó **szakmai tanácsadó fórum**.

A munkacsoport kíséri végig a fejlesztési projekt szakmai irányítását, értékeli az elért eredményeket, és munkájával hozzájárul a felmerülő kérdések szakmai alapon történő megválaszolásához. A munkacsoport tagjai a térinformatikában járatos szakértők. A projekt irányítását ellátó térinformatikai tanácsadó cég képviselői szakmai moderátorként vesznek részt a testület munkájában, azzal a céllal, hogy a szakmai kérdések megvitatása során a projekt a kívánt ütemben haladjon a maga kijelölt útján. Bár a munkacsoport tényleges döntéshozói szereppel nem bír, a fejlesztésekben közvetlenül nem vesz részt, szerepe igen fontos abból a szempontból, hogy a tényleges **rendszerfejlesztéskor magas szakmai szinten közvetíti az átlagos felhasználók igényeit, illetve nyújt visszacsatolást az elkészült fejlesztésekről**. Az alrendszerek végleges használatba adása előtt a testület előzetesen véleményezi a fejlesztéseket, így nem fordulhat elő, hogy egy hosszas fejlesztési periódus után átadott rendszer nem tölti be eredeti szerepét. Még egyszer le kell szögeznem, hogy a munkacsoport által hozott döntések csak irányadó jellegűek, de nem kötelezőek a megbízóra vagy a fejlesztőre nézve.

A döntéseket a Megbízó minden esetben a saját hatáskörében hozza meg, ebben sem a munkabizottság, sem a fejlesztő cég nem gátolhatja.

A Megbízó számára a munkacsoport fontosságát az adja, hogy a munkacsoportban elhangzott felvetések alapján első kézből származó, felhasználói információk állnak rendelkezésre már az egyes alrendszerek kialakításának folyamatán belül is, így az esetleges

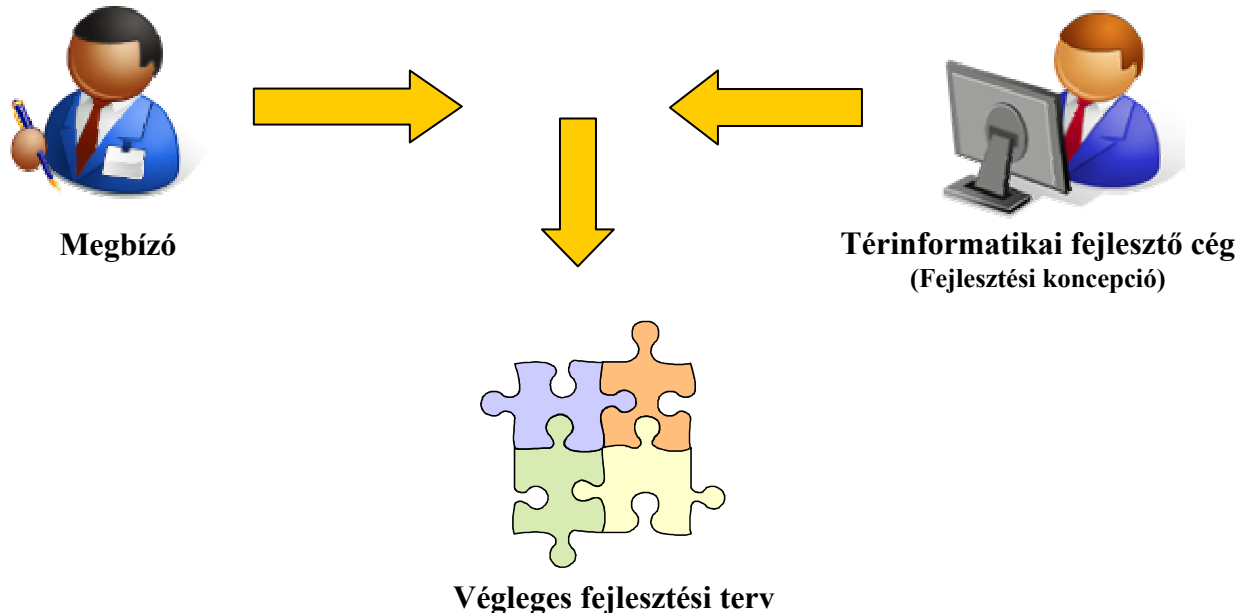
hibákról, fejlesztési problémákról Megbízó idejekorán tudomást szerez, módja van a fejlesztőre nyomást gyakorolni.

További előny a munkacsoport léte abból a szempontból is, hogy az üzemek dolgozói, képviselői közvetlenül értesülnek az éppen folyó fejlesztésekről, így bele tudnak folyni a munkálatokba. Figyelni kell a helyi kezdeményezésekre, véleményekre.

A munkacsoport szerepe a különféle döntés-előkészítési és fejlesztési fázisokban nagyon jelentős, ami a projektben az első két fázisra terjed ki. Később, **a fejlesztési szakaszok lezárultával a munkacsoport tevékenysége lezártnak tekinthető.**

2.5.3. A fejlesztési terv véglegesítése

A tervezési fázisban történik a fejlesztési terv véglegesítése (27. ábra). A fejlesztési terv egy lehetséges, a legjobbnak vélt és optimális ráfordításokkal elérhetőnek gondolt munkafolyamat vázát tartalmazza. Elképzelhető, hogy ez nem minden esetben egyezik meg a Megbízó, elvárásaival vagy lehetőségeivel, ezért kisebb-nagyobb módosítások vagy korrekciók elvégzésére még a projekt elején szükség van.



27. ábra: A végleges fejlesztési terv kialakítása (saját forrás)

A **munkafázis célja**, hogy a Megbízó és a Megbízott közösen gondolkodva, egymás szakmai érveit meghallgatva olyan formában véglegesítse a fejlesztési tervet, hogy a projekt fő vonalai ne sérüljenek, ugyanakkor a Megbízó a lehető legkedvezőbb feltételek mellett kapja meg az igényelt fejlesztést. A végleges fejlesztési tervet külső opponenssel kell

véleményeztetni, hogy a fejlesztő cég javaslatait felkészült vitapartnerek ellenérvein keresztül lehessen megmérni.

A fejlesztési terv a munkafolyamatok előrelátó tervezéséhez elengedhetetlen dokumentum, így attól a későbbiekben csak az apróbb részletek szintjén lehet eltérni. A bizalom megőrzéséhez **fontos, hogy a fejlesztési terv végleges változata konszenzuson alapuljon**, vagyis mind a Megbízó, mind a Megbízott magáénak érezze azt. Fontos megjegyezni, hogy a munka technológiai folyamatainak részletezése nem ebben a lépésben történik.

A fejlesztési terv véglegesítése a technológiai sorrend rögzítésén túl alapjául szolgál a projekt pénzügyi tervéhez is.

A **fejlesztési terv véglegesítése, majd kölcsönös elfogadása után a fejlesztési projekt hivatali beindításának munkafolyamata következik**. A munkafolyamat részeként megtörténik a program menetének elfogadása, anyagi, személyi és tárgyi feltételek biztosítása, a projekt vezetőinek és felelőseinek kijelölése. Itt már a fejlesztési terv ismeretében kell kidolgoznia a Megbízónak a projekt, általa finanszírozhatónak vélt, folyamatát, időbeli megoszlását, menetét. Nyilvánvaló, hogy a fejlesztési terv ebben az esetben is kulcsfontosságú, de itt a döntés elsősorban a projekt sebességét, időbeli ütemezését határozza meg. Konkrét ütemezést és gazdasági tervet elsősorban a rövid- és középtávon megvalósuló munkafázisokra lehet adni, mert a hosszabb távra szóló előrejelzések bizonytalansága jóval nagyobb. A veszélyes üzemek biztonsági jelentéseivel foglalkozó rendszer kiépítését gyorsítja az a tény, hogy a jelentéseket minden évben újra be kell adni, tehát az adatszolgáltatás időintervalluma jóval kisebb, mint más rendszereknél.



28. ábra: A Megbízó, a fejlesztő cég és a veszélyes üzem szakembereinek szerepe a projektben (saját forrás)

A projekt konkrét megvalósításában, finomításában, szakmai indokok miatt is, nagyon fontos szerepet töltenek be a veszélyes üzemnél térinformatikával foglalkozó kollégák (28. ábra). Mindenképpen szükségesnek tartom szorosabb bevonásukat a projekt megvalósításába, adatfeltöltésébe, mert észrevételeik nagyban hozzájárulnak a munka sikeréhez.

Ugyanakkor leszögezem, hogy a projekt lebonyolításában az **irányító, döntéshozó szerepet a Megbízóra, a szakmai irányítást és a kivitelezést** pedig mindenképpen **a térinformatikai-műszaki cégre kell bízni**. A veszélyes üzem térinformatikával kapcsolatban lévő dolgozóira, illetve az OKF szakembereire csak a kidolgozott rendszerek tesztelését, véleményezését és kisebb-nagyobb adatfeltöltéseit kell bízni a munka első fázisában. A későbbiekben a feltöltött rendszerek adminisztrátori ügyeletét végezzék el az OKF szakemberei, illetve az éves adatszolgáltatások kontrollját, beépítését a rendszerbe.

Megítélésem szerint az egyes veszélyes üzemeknél, a konkrét munkavégzést végző szakemberek, mérnökök számára, intézményesített formában, kell lehetőséget adni a fejlesztésben való részvételre, vagyis egy újonnan létrehozandó munkacsoportba kell őket kiemelni.

Alapvető döntések közé sorolom a projekt vezetőinek és felelőseinek kiválasztását. Ez természetesen a Megbízó feladata. A **vezetői szerepek és a felelősségi körök kiosztása**, az egyes vezetők szerepe szintén **az OKF-en belül eldöntendő** kérdés. A projektvezető mindenképpen egyszemélyi felelőse kell, hogy legyen a projektnek, az ő szava lesz a döntő. Természetesen nem kell az összes szakmai kérdésben neki egyedül döntenie, de a munkacsoportban előfordulhatnak olyan helyzetek, amikor a szakemberek között patthelyzet alakul ki, nem tudnak egy adott kérdésben megegyezésre jutni. Ilyenkor mindenképpen a projektvezető dönt el akár térinformatikai szakmai kérdéseket is.

A projektvezetőn kívül kell néhány magas beosztású emberből álló vezérkara a projektnek, akik a munkafolyamat szűk körű vezetését látják el. A vezérkar feladata az összes fejlesztési fázis elindítása, ellenőrzése és értékelése. A vezérkar közvetlen utasítási joggal rendelkezik a térinformatikai fejlesztő cég felé. Ezen felül **minden üzemben ki kell nevezni egy térinformatikai kapcsolattartót** (a biztonsági jelentésért felelős személyen túl), aki a konkrét ügyekben az üzemmel kapcsolatos adatok, dokumentációk kezelését végzi, illetve ha kell, napi szintű egyeztetéseket végez az OKF-fel.

2.5.4. Részletes műszaki szoftver audit

A térinformatikai-műszaki rendszerek megvalósításában kulcsszerepe van a különféle szoftvereknek. Kutatásaim során az üzemekben ellentmondásos helyzetet tapasztaltam a szoftverekkel kapcsolatban: a legtöbb helyen csak hozzávetőlegesen tudták megmondani a szoftverek számát, jellegét, de leginkább a pontos helyét. A legtöbb helyen a talált szoftverek lejárt, régebbi verzióhoz tartoztak, sok esetben a frissítésükre égető szükség lett volna.

Mindezek miatt igen **fontos, hogy pontosan ismerje a veszélyes üzem, hogy milyen szoftverekkel rendelkezik és azokat hol, és milyen célokra használják** jelenleg. A kérdések tisztázását legjobban egy részletes, a műszaki szoftverekre kiterjedő audit szolgálja. A vizsgálat módot ad a rendelkezésre álló szakembergárda feltérképezésében is.

A komplett műszaki- és térinformatikai rendszer kifejlesztése előtt mindenesetre nagyon fontos a szoftverkérdést tisztázni, hogy az esetlegesen szükségessé váló szoftverfejlesztések, kiegészítő alkalmazások – és egyáltalán, a teljes adattömeg – már a jelenleg elérhető legutolsó szoftververzióban kerüljenek kifejlesztésre. Különösen fontos ez az olyan gyorsan cserélődő adatformátumoknál, mint amilyen az AutoCad DWG szabványa, amely szinte háromévente cserélődik.

Egységesíteni kell a szoftvereket, hogy mindenhol azonos platformon folytatódhasson a munka. A mérnöki-térinformatikai szervereket alkalmazni kell, távlatilag a kliensek számának nagyarányú növelése a cél. Meg kell valósítani, kliens licenzek vásárlásával, a drága és nehezen betanulható műszaki szoftverek által használt adatok széles körben történő publikálását és használatát.

A kisebb műszaki igényeket támasztó, elsősorban adatlekéréssel foglalkozó kliensek számára az egyes gyártók által forgalmazott ingyenes szoftvereket kell alkalmazni. Az ingyenes szoftverek közül a legelterjedtebb, mindenki által hozzáférhető alkalmazás az Internet Explorer, amely a térinformatikai-műszaki szerverek segítségével képes a bonyolult adathalmazon belül is a megfelelő adatot elérhetővé tenni a kliensek számára. Bonyolultabb vegyipari tervek, csőhálózatok, berendezések ingyenes megtekintésére szolgál például a Bentley Navigator című program, amely alkalmas a megszerkesztett felmérési állományok elemeihez csatolt egyéb leíró adatok megtekintésére is.

Rövidtávon az a kérdés, hogy minden szervezeti egységben rendelkezésre áll-e a szükséges számú szoftver a jelenlegi feladatok ellátásához. **Középtávon** már komolyan

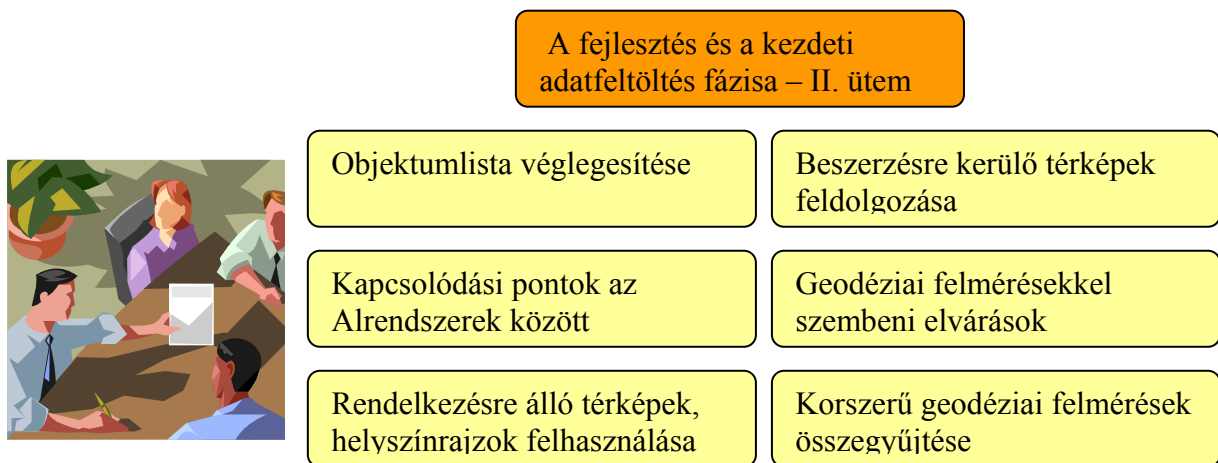
számolni kell a műszaki szoftverek számának jelentős növekedésével, még akkor is, ha a kevésbé igényes klienseknél elsősorban ingyenes szoftverekben gondolkodom.

Hosszútávon a szoftverek számának további növelése nem feltétlenül szükséges a középtávú tervekhez viszonyítva, ám itt már arra kell számítani, hogy a felhasználók az adatkezelési feladatok jelentős részét már számítógépen végzik el, ráadásul a terepi felmérések folyamatosan új adatok beillesztését jelentik a rendszerbe, ami ismét csak szoftver licenzeket jelent.

2.6. 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 rövidsége, hiszen minél tovább tart egy rendszer megvalósítása, annál kevésbé hatékony, és annál nagyobb a fejlesztés leállításának veszélye.

A két követelmény együttes teljesítése egyáltalán nem könnyű, mégis sikerült olyan kompromisszumos megoldást találnom, amely egyszerre biztosítja a szűkös anyagi lehetőségek és egy viszonylag rövid határidő betartásának együttes igényét.



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

A **második ütemben** (29. 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 leszorítani a költségeket, hiszen az adatgyűjtés a térinformatikai rendszerek legdrágább, és időben is legtovább tartó, művelete.

Általánosságban a második fázis elejéig megtörténik a projekt konkrét elméleti megalapozása, aminek a legfontosabb hozománya, hogy ugyanazon mederbe terelhetők az országszerte folyó kisebb-nagyobb, jelenleg még meglehetősen széttagolt – egymással nem kommunikáló – fejlesztések és felmérések. Figyelembe kell venni azt, hogy az egyes üzemekben elszigetelt adatfeldolgozás folyik, működő térinformatikai rendszerrel szinte nem is találkoztam, rendkívül vegyes adattárolási formátumokkal viszont igen. Nagy szükség van arra, hogy **az Országos Alrendszer** egyúttal olyan **mintaként szolgáljon a helyi Üzemi Alrendszerek üzemeltetői felé**, amellyel az egyes üzemekben is katalizálni lehet naprakész, korszerű, viszonylag egységes adattartalmú térinformatikai rendszerek kifejlesztését, ezzel pedig a naprakész, precíz és megbízható geodéziai felmérések beindítását.

Az adatfeltöltés kapcsán egy kérdést tisztázni kell: sok helyen a biztonsági jelentések olyan (jellemzően térképi) munkarészeket tartalmaznak, amelyek ugyan könnyen és olcsón beszerezhetők (pl. egy topográfiai térkép), viszont a rajta szereplő adatok megbízhatósága, naprakészsége kérdéses. Esetünkben például a topográfiai térkép eredetije az 1970-es évekből származik, amit azóta csak egy kisebb felújítással igyekeztek naprakésszé tenni.

Másik példa: az üzem helyszínrajza sok esetben egy olyan kis méretarányú, általában fénymásolt régi rajz, amely szinte biztosan nem elégíti ki egy korszerű felmérés követelményeit. Néhány példa, jellemző hibalehetőség:

- a rajz nincs meg digitálisan
- a helyszínrajz több különböző felmérés egybegyűréséből keletkezett
- a helyszínrajz nem illeszkedik az országos térképrendszerbe, így az üzem környezetének térképével nem illeszthető
- a felmérés még a korszerű geodéziai eszközök és módszerek elterjedése előtt készült
- a finomabb részletek, az igazán veszélyes egységek feltüntetése pontatlan vagy hiányos adatok érhetők el a veszélyesség mértékéről

Figyelembe kell venni azt is, hogy egy nagyobb felmérési program esetében a korszerű felmérési módszerek egységára jóval kedvezőbb, mint a hagyományos geodéziai módszereké, vagyis egy LIDAR felmérés által készített pontfelhő előállítása is megéri (akár az üzem számára is). Ilyen indokok miatt célszerűbb, ha csak az új adatokkal dolgozunk, ezzel is csökkentve a hibák lehetőségét.

A második ütemben az adatfeltöltés beindítása a legfontosabb lépés. Ki kell alakítani a

nem térinformatikai adatok (leírások, szöveges vagy táblázatos, jellemzően nem helyhez köthető dokumentációk) tárolási hierarchiáját. Legfelső szinten az egyes üzemek helyezkednek el, mivel az egyes üzemek kijelölt kapcsolattartói is csak a saját mappáikra kapnak adatkezelési jogosultságot. Vélhetően nagyon sok adatkonverzióra lesz szükség, ugyanakkor ez alapján össze kell állítani a következő évtől bevezetendő adatleadási szabványokat.

2.6.1. Objektumlista véglegesítése

A fejlesztési projekt gyakorlati megvalósítása egy látszólag kevésbé fontos munkarésszel indul, **a térinformatikai-műszaki objektumlistát kell véglegesíteni**. Amilyen egyszerűnek látszó feladat ez, annyira fontos a teljes munka szempontjából, és fontos hogy erre már a munka elején sor kerüljön. Természetesen az objektumlista főbb elemeit a rendszer tervezésekor össze kellett állítani. A véglegesítésre kerülő objektumlista tehát a tervezési fázisban kialakított vázától az üzemi szintű egyeztetéseken keresztül csiszolódik, majd kap végleges formát.

Amennyiben az egyes üzemekben már történtek térinformatikai kezdeményezések, az ott látottak tapasztalatait be kell építeni az OKF rendszerébe.

Az objektumlistával az a célom, hogy kinyilvánítsam, mit gyűjtök a „veszélyes üzemi” térinformációs rendszer számára, illetve ezzel indirekt módon kinyilvánítom azt is, mit nem gyűjtök. **Hosszútávra határozom meg a rendszer adattartalmát**, ezért némi ráhagyással kell dolgozni. Minden szervezeti egységnek kötelezően előírom, az igazodás alapját jelentő, keretrendszert. Kinyilvánítom, hogy a rendszer milyen formában fogadja az adatokat, deklarálok az adatcsere formátumát, tartalmi elemeit. Ez egyaránt igaz az Országos és az Üzemi Alrendszerek moduljaira. A főbb keretet nyilván a biztonsági jelentés előírt tartalma határozza meg.

Az objektumlista **szerepe az, hogy tisztázza, és egységesítse az adatgyűjtésekbe vont objektumok felosztását**. Az ilyen ügyekben a munkabizottság tagjainak kell egyetértésre jutniuk, hiszen ez elsősorban szakmai kérdés. Néhány dolgot azonban figyelembe kell venni. Nem jó, ha túl sok szempont szerint kerülnek szétaprózásra az objektumosztályok. Nem jó, ha olyan adatok kellenek az osztályba soroláshoz, amelyeket csak nagy költségek árán lehet begyűjteni. Az objektumosztályok kialakítása minimum 10 évre előretételezve történik. Lehetőség van az objektumosztályok utólagos bővítésére, ha erre igény mutatkozik.

Csak a feladathoz kapcsolódó adatokat kell gyűjteni, hogy ne egy „mindenre alkalmas”, de kezelhetetlenül drága rendszer induljon el.

Az objektumlista hosszútávra határozza meg a rendszer adattartalmát, ezért mindenképpen kell hagyni a későbbi fejlesztéseknek helyet, illeszkedési pontokat. Nem valószínű, hogy a nyilvántartandó objektumok körében jelentős változások történnek, de hosszabb távon előfordulhat, hogy egy objektumosztályt több részre kell bontani, illetve ennek fordítottja, amikor több, kis elemszámú, de hasonló objektumosztály összevonásra kerül a fejlesztések következtében. Az objektumlista kinyilvánításával a külső beszállítók felé is jelezni kell, milyen adatok fogadásában gondolkodik a szervezet, milyen formában kell adatot átadni.

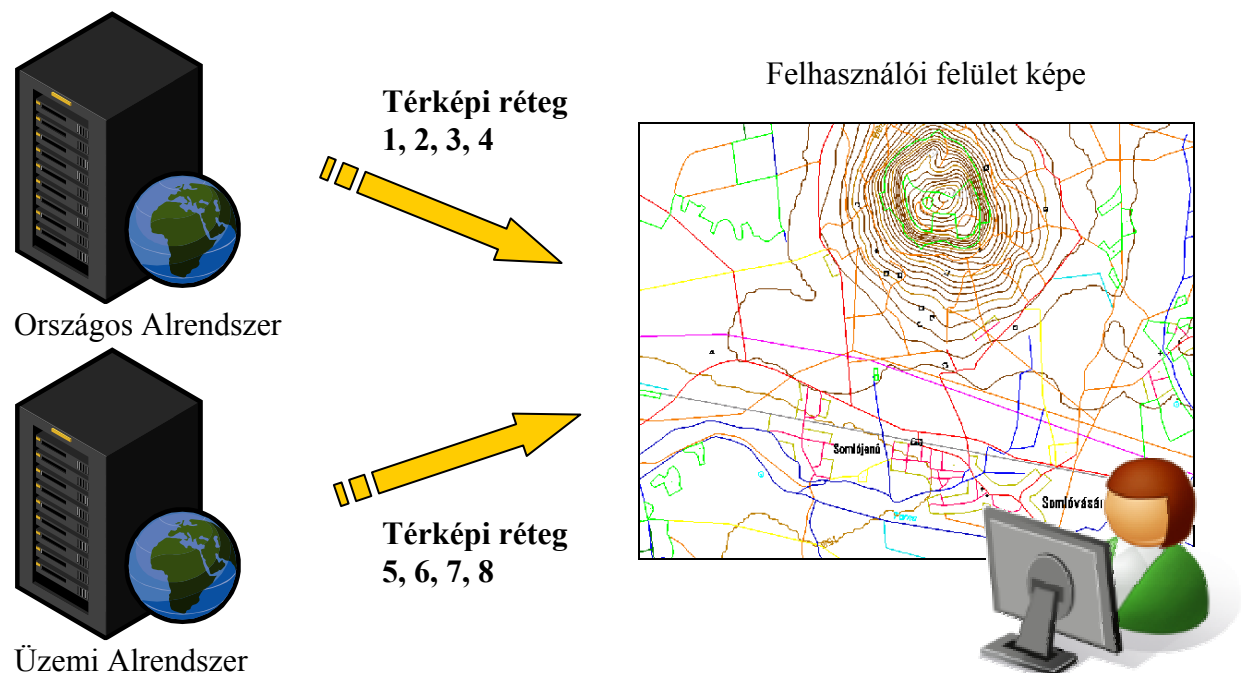
Mivel az üzemi szintű térinformatikai rendszerek kiépítése ebben a fázisban még nem igazán indult be, meg kell fogalmazni egy olyan ajánlást, amely az egyes üzemek műszaki vezetőségének ad iránymutatást a később tervezett térinformatikai fejlesztésekkel kapcsolatban. Ez jelöli ki az Üzemi Alrendszer követelményeit. A munkafázis fő célja az, hogy az OKF országos kiterjedésű alrendszere számára a későbbiekben is biztosítsa a szabványos felmérési adatokat, **ne induljanak az Országos Alrendszerrel szembenő fejlesztések az üzemekben.** Másrészt mutasson irányt az egyes üzemek későbbi részletes felméréseihez azáltal, hogy a korszerű geodéziai módszerek alkalmazását konkrét mintaterületen mutatja be.

Az üzemek számára részletesen be kell mutatni azon előnyöket, amelyek az OKF Országos Alrendszeréhez, például a Térképtári modulhoz kapcsolódva érhetők el. A korábbi fejezetekben már említésre került azon állami alapadatok köre, amelyek az OKF kezelésében elérhetők WebMapServer (WMS) technológiával. Ehhez ki kell dolgozni a kapcsolódási interface-t.

Az elfogadott objektumlistával kapcsolatban **deklarálni kell, hogy** az elfogadás után már csak **az objektumlista szerint tematizált állományok kifejlesztését, létrehozását lehet elfogadni.** Az objektumlistákat részletes magyarázatokkal ellátva dokumentálni kell, és minden egyes térinformatikával, vagy műszaki rajzállományokkal foglalkozó részlegre el kell juttatni.

2.6.2. Kapcsolódási pontok az Országos Alrendszer és az Üzemi Alrendszerek között

Mint említettem, a kidolgozott fejlesztés két fő pillére az Országos Alrendszer, illetve az Üzemi Alrendszer. A két Alrendszer közötti kapcsolatban több réteget kell megvizsgálni. A jogi réteg az a mechanizmus, amely során az adatcsere folyamat egyes szereplői megállapodnak egymással, hogy a másik adattárból milyen mélységben és feltételekkel biztosítanak betekintést a másik fél számára (30. ábra).



30. ábra: A felhasználó számára nem derül ki, de az általa látott térkép több helyről származhat (saját forrás)

A jogi természetű megállapodás létrejötte után, következik a számítógépes - informatikai megvalósítás folyamata. Az adatkapcsolat technikájában általánosan elterjedt megoldás a WebMap Serverek alkalmazása, ahol egyes térinformatikai rétegek tárolását nem a helyi rendszer végzi, hanem egy vagy több külső partner által üzemeltetett szerver. A két rendszer (a „saját” és a „külsős”) szabványos adathivatkozási protokollok segítségével kommunikál egymással. A kapcsolatokat a rendszer irányítói konfigurálják, a mezei felhasználók a folyamat technikai részleteiből szinte semmit sem látnak.

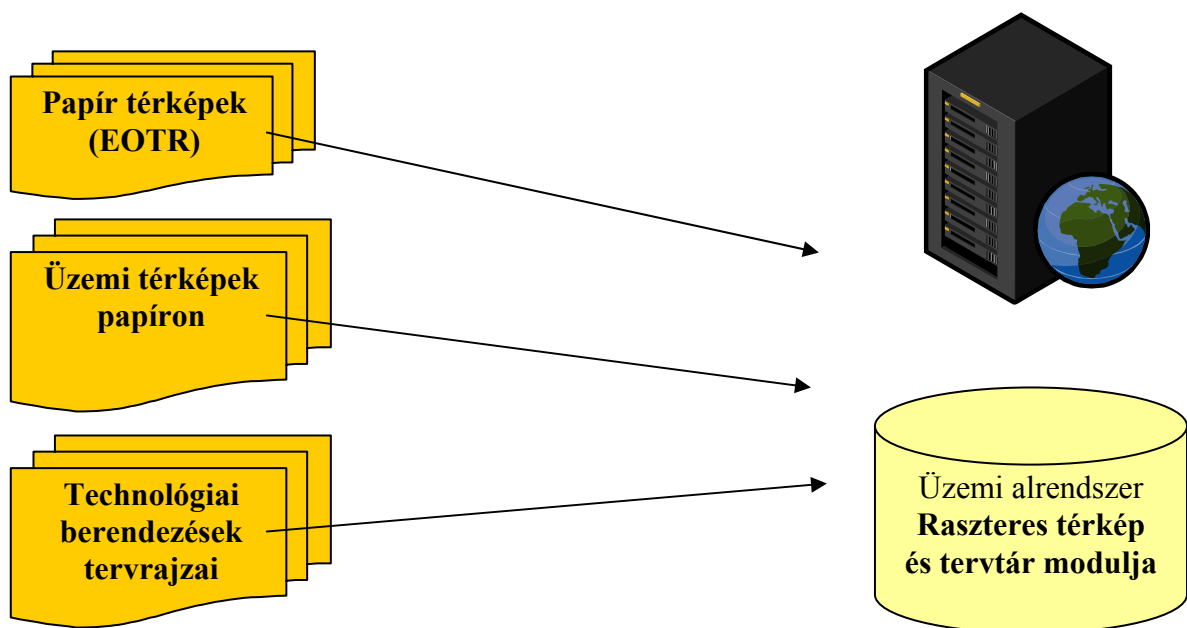
A térinformatikai rendszer tervezési fázisában meg kell vizsgálni, hogy az OKF Országos Alrendszere kialakítható-e a jelenlegi infrastruktúrán, mekkora forgalomnövekedést bír el.

2.6.3. Rendelkezésre álló térképek, helyszínrajzok felhasználása

A fejlesztés két fontos eleme is a térképeken alapszik. Egyrészt az üzem környezetének bemutatása kapcsán játszanak fontos szerepet a térképek. Elvben hasonló jelentőségű a veszélyes üzem helyszínrajza is, amely szintén a biztonsági jelentés része. Míg az első esetben az üzemek a bárki által hozzáférhető EOTR vagy katonai szelvények papír alakú kivágatait használják, az üzem helyszínrajzát általában saját felmérésük alapján közlik. A papír alapú megoldás miatt a kettő nem kezelhető egy rendszerben.

Kutatásaim során vizsgáltam, hogy pontosan milyen topográfiai térképek vannak jelenleg forgalomban a veszélyes üzemeknél, a papír alapú térképek alkalmasak-e a további felhasználásra. Fontos a digitális formában adott térképek felkutatása is. Létre kell hozni a részletes adattáblákat és az összesítő adattáblákat. Vizsgáltam a térképek jogtisztaságát, amely szintén fontos kérdés napjainkban!

A kép meglehetősen vegyes. Mivel eddig az OKF nem kért digitális térképet, mindenütt a papír alapú térképeket használták a jelentésben. Amennyiben van a környezetről digitális formátumú térkép, az általában szkenneléssel keletkezett, digitalizálása pedig nem történt meg. Ennek fényében **szükségesnek tartom, hogy a korábbi papír alapú adatfeldolgozás helyett egy térinformatikai szemléletű, digitális, vektoros alaptérkép képezze az országos rendszer térképi alapját**, vagyis ne kerüljön sor digitalizálásra.



31. ábra: A raszteres adatok tárolásának sémája (saját forrás)

Addig is, amíg nincs lehetőség az állami alapadatok teljes körű digitális tárolására, szükség lehet egy raszteres térképtár bevezetésére (31. ábra).

Általában a vektoros térképszerverek egyúttal tartalmazzák a raszteres adatok kezeléséhez szükséges modult is, tehát ezzel külön gond nem lesz. Amire viszont figyelni kell: egyrészt a raszteres adatok mozgatása nagyobb hálózati kapacitásokat köt le, mint egy vektoros adathalmaz (egy jobb légifotó mérete száz MB-os nagyságrendű). A másik szempont, hogy **a raszteres térképtárra mindaddig szükség lesz, amíg az üzemi szintű felmérés feldolgozása teljes körűen meg nem történik.** A régi, papír alapú dokumentáció hozzáférését mindaddig biztosítani kell, amíg a berendezéseket LIDAR-ral fel nem mérik, illetve a régi technológiai berendezések cseréje nem történik meg.

Felmerülhet a kérdés, hogy a raszteres térképtári modul miért az Üzemi Alrendszeren belül van? Ennek oka, hogy hosszabb távon a teljes országot lefedő adathalmazban nem lehet cél a régi papír alapú dokumentációk tárolása. Amennyiben ilyen van, akkor annak karbantartását az üzem végezze el. Másrészt: a korszerű légifotók kezelésére az Országos Alrendszer Térképtári modulja lesz jogosult, de az itt tárolt adatok nem alkotnak szerteágazó térinformatikai modult.

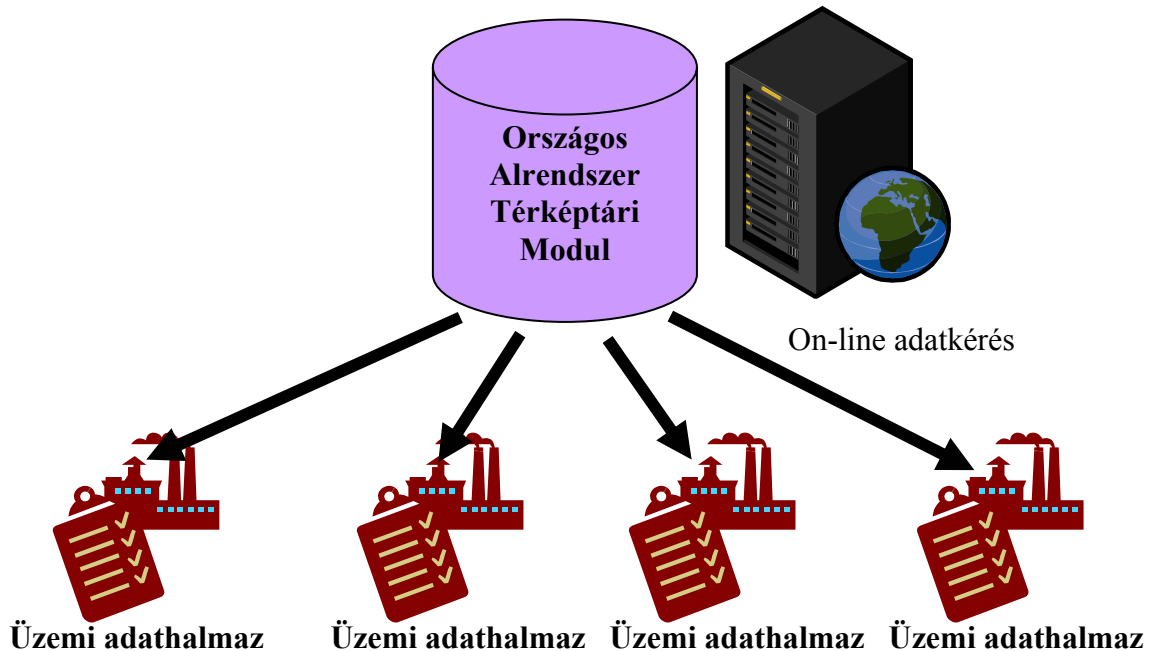
A térképekkel kapcsolatban a hosszú távú fejlesztésben is mindenképpen a jogkövető magatartást kell választani. Ez jelenleg azt jelenti, hogy az állami alapadatok felhasználása után a FÖMI részére az adathozzáférési díjat meg kell fizetni.

2.6.4. Beszerzésre kerülő térképek feldolgozása

Arról korábban már ejtettem szót, hogy az Országos Alrendszeren belül kerülni kell a régi papírtérképek használatát. Remélhetőleg a felső küszöbértékű veszélyes üzemekhez kapcsolódó térinformatikai rendszer kialakításakor már előrehaladott állapotban lesz az ország topográfiai térképeinek digitális kiadása, akár térinformatikai többlettartalommal is.

Ennek beszerzése alapvető feltétel az OKF számára. Meg kell vizsgálni, hogy a beszerzésre kerülő adathalmaz mennyire konzisztens, mennyire pontos. Nyilvánvalóan lesznek eltérések, ezek közül pedig jó néhány különösen fontos lehet egy veszélyes üzem számára. Távlatokban kell gondolkodni, amely a kölcsönös együttműködés lehetőségét is magában rejti. Ha a veszélyes üzemek új, korszerű geodéziai felmérése megfelelő standardok szerint készül, minőségét tanúsítani lehet, akkor **létrejön az, hogy az állami térinformatikai rendszer frissítése a veszélyes üzemek adatszolgáltatásán is alapszik.**

Az Országos Alrendszer külső adatainak felhasználását az üzemeken belül mutatja a 32. ábra.

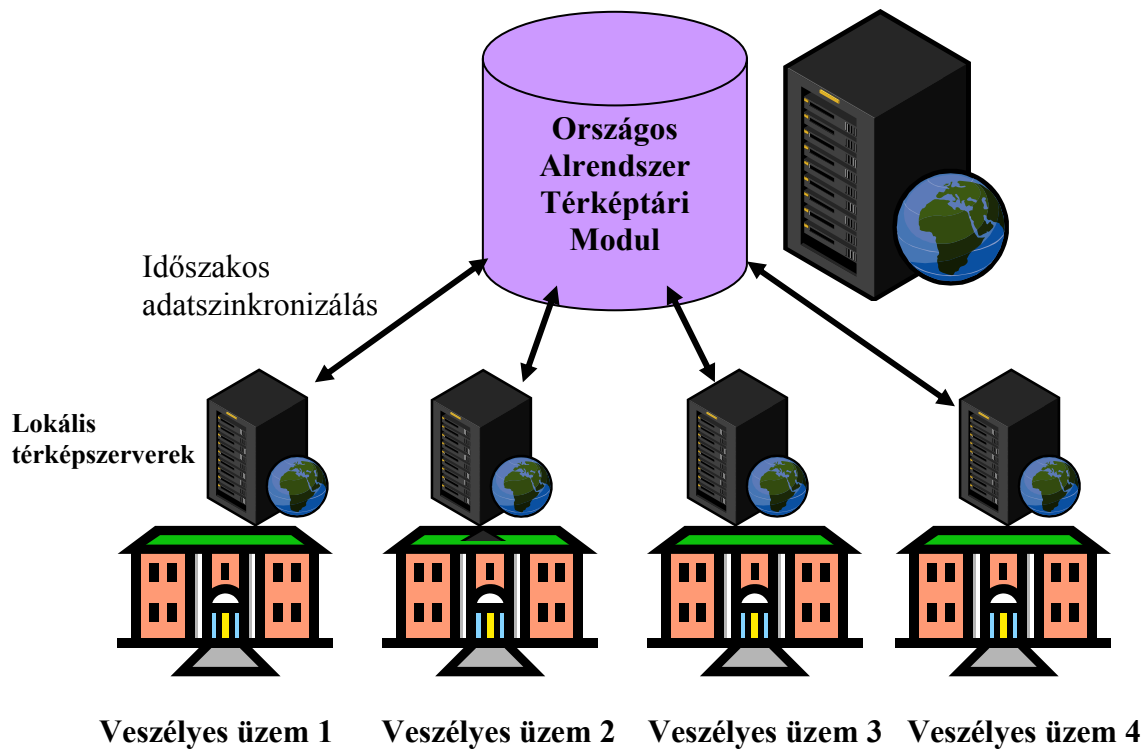


32. ábra: Az Országos Alrendszer külső adatainak felhasználása az üzemeken belül (saját forrás)

A hosszú távra tervezés kapcsán meg kell említenem azt is, hogy a térinformatikai rendszeren belül mindvégig **el kell különíteni az államtól beszerzett térinformatikai adatokat a közvetlen felmérésen alapuló, a veszélyes üzemektől származó adatoktól**. Ha úgy tetszik, akkor ez esetben az üzemek saját felmérései jelentik az elsődleges adatnyerés módszereit, míg beszerzett állami adatok a másodlagos adatnyerést.

Ez egy jól megindokolható besorolás: ha az OKF kidolgozza az üzemek felmérésének szabályzatát, ajánlásait (lásd a következő fejezetben), akkor pontosabb, naprakészebb adatokat kap, mint amit egy korábbi, évtizedes térkép digitalizálásából nyert digitális állami térkép tartalmaz.

A nagyméretű térinformatikai állományoknál **a nagyobb adatállományok mozgatásához** – különösen a nem helyben tárolt adatokon végzett lekérdezéseknél **a hálózati kapacitások bővítése szükséges**. A próbaüzem során igényként merül majd fel veszélyes üzemenként egy kisebb térképszervert beállítása is, amely elsősorban a helyi adatok köztes tárolását végzi (33. ábra).



33. ábra: Az Országos Alrendszer adataihoz az üzemek lokális térképszerverén keresztül is hozzá lehet férni kisebb hálózati kapacitás esetén (saját forrás)

A koncepció szerint létrehozandó rendszerben a külső forrásból beszerzett és az üzemek adatszolgáltatásából kinyert térinformatikai rétegek:

- egymástól függetlenül kezelhetők (elemzés, tárolás, stb.)
- egymástól függetlenül frissíthetők (eltérő ütem szerint)
- ahol az üzemi felmérések adatai pontosabbak, ott nem a pontatlanabb országos adatok szerepelnek az elemzésekben.

A térképszerverek beüzemelése után a korábban már meglévő és az újonnan beszerzett térképek feltöltése következik. A szerverre került térképi állományokkal különféle terhelésvizsgálatokat kell végrehajtani. Ez a normál fájlkezelőn keresztüli vizsgálatoktól indulva halad a térinformatikai-műszaki szoftvereknél használt referencia-csatolás műveletéig, amelyet később a leggyakrabban fognak alkalmazni a térképi állományok esetében.

A szerver vagy a szerverek esetében **ki kell alakítani a távoli menedzselhetőség feltételeit, valamint a hozzáférési jogokat.** Ezt gyakorlatilag a működési rend, írásba foglalása, teszi teljessé. A működési rend kialakításakor véglegessé válik, hogy ki, hogyan,

honnan és milyen jogokkal telepítheti a frissebb térképszervényeket, hogyan kell az adatbázisban a szükséges változtatásokat átvezetni, valamint a változások hogyan kerülnek át az üzemekben működő tükörszerverekre.

Dönteni kell arról, hogy az egyes üzemekben **ki legyen a térképszerver üzemeltetője**, tudora, aki ott helyben segíti kollégáit a térképi állományok felhasználása során.

A térképszerver lesz az elsőként üzembe helyezett egysége a térinformatikai fejlesztésnek (a korábban induló dokumentumtár térinformatikai kötődése csak lazább). Szerepe azért különösen fontos, mert az üzemeknél jelenleg még a legkülönbözőbb térképtípusok alapján, eltérő pontossági követelményekkel dolgoznak. **A térképszerver lehetővé teszi a térképek egységes elérését és kezelését mindenki számára.** A hozzáférési jogok szabályozása azonban elengedhetetlen a visszaélésekkel szemben (konkurens üzemek adatai).

2.6.5. Geodéziai felmérésekkel szembeni elvárások kidolgozása

A korszerű eszközökkel végzett, **digitális térképek formájában tárolt geodéziai felmérések jelentik az Üzemi Alrendszeren belül kialakított „Korszerű felmérések modul” bemenő adatait** hosszabb távon.

Korlátozott mennyiségben, mindenütt történnek kisebb-nagyobb geodéziai felmérések. Ahhoz, hogy a közeljövőben végzendő geodéziai felmérések eredményeit már fel lehessen használni a következő munkafázisban beinduló fejlesztésekhez, **szükség van a felmérésekkel szemben támasztott követelmények írásba foglalására.** Ennek célja, hogy egy minden munkára kiterjedő, országosan is egységes felmérési utasítást határozzon meg. A jelenlegi rendszer szerint a veszélyes üzemeknél más és más tartalmi követelményeket kell kielégítenie a terepi felmérést végző földmérési cégnek, vagyis még a frissebb geodéziai felmérések adattartalmában is nagyfokú inhomogenitás található.

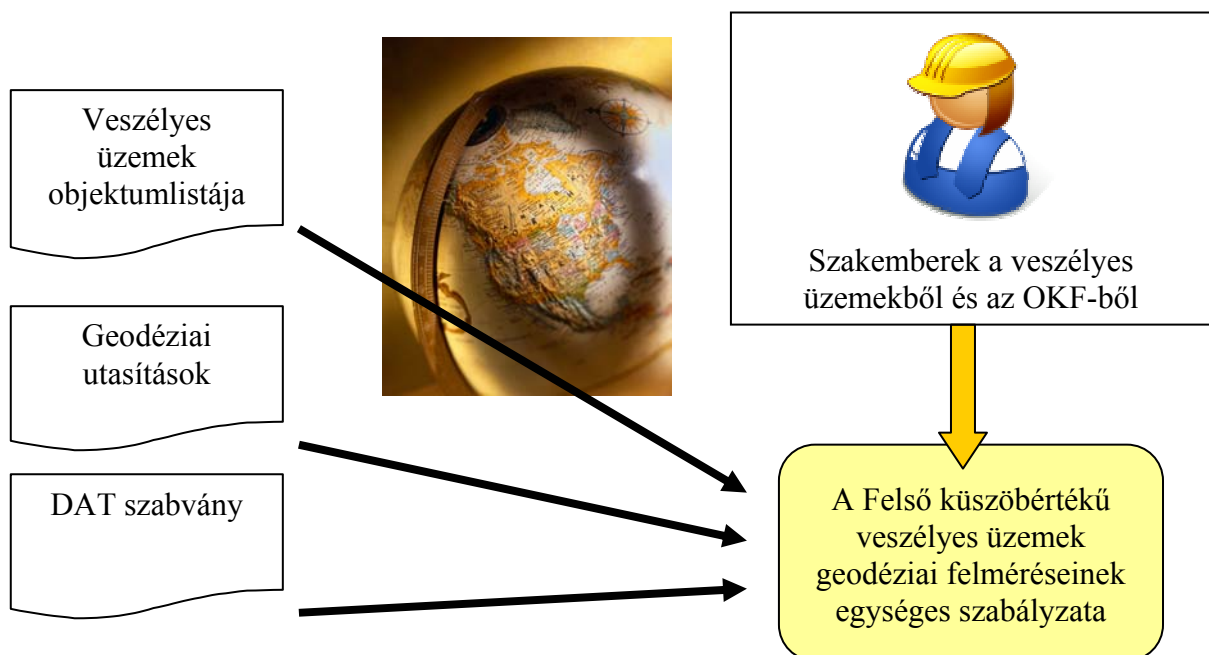
A koncepcióm szerint létrehozandó térinformatikai rendszerben **alapfeltétel a felső küszöbértékű veszélyes üzemek geodéziai felméréseinek egységes szabályozása.** Az általam létrehozni javasolt felső küszöbértékű veszélyes üzemek geodéziai felméréseinek egységes szabályzatában az egységesítésnek ki kell terjednie a munkavégzés technológiájának leírására, a felméréndő objektumtípusok magyarázattal ellátott leírására (térinformatikai követelmény!), a pontossági követelmények meghatározására, valamint az ábrázolás rendjére és a leadás formai követelményeire. Ez utóbbi a digitális formában átadásra kerülő térképek

rajzi tartalmát részletezi, pl. réteglista, feliratok mérete, formátumok, stb.

A követelményrendszert geodéziai cégnek kell összeállítani, melyhez konzulensként a veszélyes üzem szakembergárdáját kell hívni segítségül. **Az elvárások geodéziai alapja** a hagyományos **mérnökgeodéziai** munkákban irányadó **utasítás és jelkulcs**, azzal a kiegészítéssel, hogy egyes objektumok esetén a veszélyes üzem vagy az OKF részletesebb osztályba sorolást használjon a Mérnökgeodéziai Utasításban szereplőnél. A dokumentáció kidolgozásához mindenképpen **figyelembe kell venni** a korábbi szakaszban elkészült **üzemi objektumlistát**, amely a térinformatika szemszögéből állít fel egyfajta minimális ajánlást.

Megjegyzem, hogy hosszabb távon el kell felejtetni a digitalizálással létrehozott geometriai adatok használatát. Az első időszakban ugyan még megengedhető a raszteres állományok vektorossá alakítása, de akkor is csak indokolt esetben, hiszen a korábbi térképek feldolgozása jóval gyorsabb és valamivel olcsóbb a terepi felmérésnél, de **hosszabb távon a vektoros formátumú adatoknak csak tényleges terepi felmérésből szabad származni**.

A felmérésekkel szemben támasztott követelményeknek az alábbi alapokon kell nyugodnia: Üzemi objektumlista, mérnökgeodéziai és más geodéziai utasítások, földhivatali DAT szabványok, egyéb távlati elvárások az OKF és az üzemek szervezetén belül (34. ábra). Az elvárások megfogalmazásánál, az ellentmondások, feloldására kell törekedni, oly módon, hogy a lehető legtöbb igény egyszerre legyen kielégíthető.



34. ábra: Az egységes geodéziai utasítás kidolgozásának forrásai (saját forrás)

Az adattartalom és a rétegrend kialakításánál, az osztályba sorolás szempontjainak kialakításakor arra kell ügyelni, hogy a létrehozandó szabályzatot ne csak egyetlen szoftverrel lehessen kielégíteni. A szabályzat záró fejezetében részletesen ki kell térni a geodéziai felmérések ellenőrzésének módszerére, valamint a számonkérés módjára. **Meg kell határozni a kötelezően benyújtandó műszaki leírás formai és tartalmi követelményeit.**

A műszaki leírásra azért van már most is nagy szükség, hogy a felmérés menete megismerhető legyen, ne csak a végeredménye, ugyanis ennek tudatában el kell dönteni valamely felmérésről, hogy mennyire tekinthető a digitális Adattárban megbízhatónak az anyag.

Megítélésem szerint **külön** részben kell **szabályozni a LIDAR felmérések esetén alkalmazható technológiát**, a kapott pontfelhő elvárt paramétereit, a feldolgozás menetét és pontosságát, a lehetséges formátumokat. Figyelembe kell venni azt, hogy egy veszélyes üzemben a technológiai berendezések jó részének geometriai leírására a hagyományos térinformatikai szoftverek nem alkalmasak, ezért olyan környezetet kell alkalmazni, amely kifejezetten a vegyi üzemek berendezéseinek tervezésére is használható (pl. a Bentley cég TriForma, P&ID termékcsaládja). Ilyen esetben is törekedni kell a szoftverformátumok közti átjárhatóságra (a fenti példában a vegyipari tervező alkalmazásai ugyanazt a CAD-es formátumot használják, mint a cég térinformatikai platformja).

2.6.6. Korszerű geodéziai felmérések összegyűjtése

A koncepcióm szerint kialakítandó térinformációs rendszerben nagyon fontos helyet foglalnak el a korszerű geodéziai felmérések. Az áttekintő, és a részletesebb tájékozódást segítő **térinformatikai adatbázisok mellett a legfontosabb szerepe egy kellő pontosságú terepi geodéziai felmérésnek van.** A geodéziai felmérések során a veszélyes üzemek és környezetük adatait nagy pontossággal határozzák meg, amely messze túlmutat egy szokásos térinformatikai adatgyűjtés elvárt pontosságán.

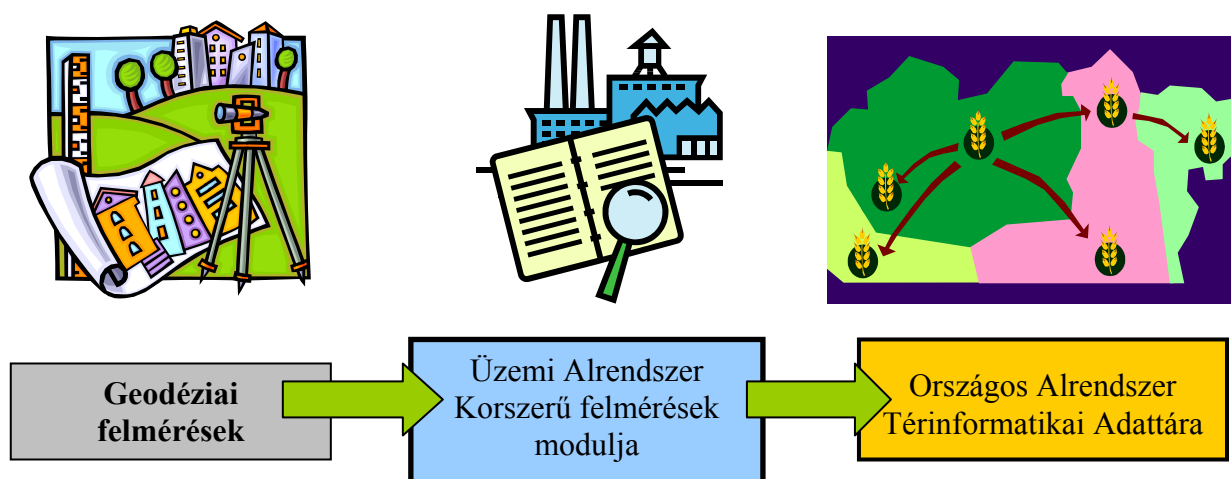
A nagyméretarányú felmérések technológiája 1990-ig gyakorlatilag semmit sem változott a 100 évvel azelőttihez képest. Akkor viszont öt év alatt szinte minden megváltozott a korszerű, nagy pontosságú, digitális adattárolásra és mérésre is alkalmas eszközök megjelenésével. A műszerek ára olyan szintre esett, hogy egy átlagos földmérő cég is beszerezhetette a legújabb műszereket, így hazánkban is általánosan elterjedté váltak a korszerű digitális geodéziai felmérések. Azt javaslom, hogy **az elmúlt években végzett felmérések**

eredményeit gyűjtjük össze minden érintett veszélyes üzemre vonatkozóan, és az így létrehozott dokumentációk, rajzi állományok egy központi helyen is jelenjenek meg.

A fő cél az, hogy a rendszerfejlesztés során már rendelkezésre álljanak olyan korszerű felmérések, amelyek alkalmasak a Korszerű felmérések modulján belüli tárolásra, illetve későbbi felhasználásra. Csak és kizárólag olyan adatok vagy felmérések jöhetnek szóba, amelyek az elmúlt 10 évben keletkeztek, tartalmuk naprakész, a végtermékük teljesen digitális formában adott (nem utólag digitalizált), és a pontosságuk dokumentált, illetve vizsgálható.

Természetesen ezt a fajta szűrést csak geodéziai képesítéssel rendelkező személy végezheti, hiszen nagyon fontos, hogy **tisztázatlan eredetű és vitatható felmérési módszerrel készült adatok ne kerülhessenek a rendszerbe**. Nagyon fontos kiszűrni azon digitális térképeket is, amelyek csak egy korábbi felmérés papíron létező térképének vektorizálásával jöttek létre, így nem tekinthetők az elsődleges adatnyerés végtermékének. Hasonló a probléma akkor is, amikor csak részben ugyan, de egy korábbi felmérésből emeltek át a számítógép segítségével adatokat, tehát a digitális térkép vegyesen tartalmazza a különféle forrásokból származó elemeket.

Miért fontos ez a szigorúság? **A hosszú távú fejlesztés három nagy alrendszere egymásra épül, adataik részben közösek**. Az elképzelésem az, hogy néhány év múlva az összes érintett felső küszöbértékű veszélyes üzemről és környezetéről rendelkezésre áll egy korszerű geodéziai felmérés. Ez a felmérés lép a legtöbb helyről rendelkezésre álló 20-30 éves régi felmérések helyébe.



35. ábra: A geodéziai felmérések hosszabb távlatban (saját forrás)

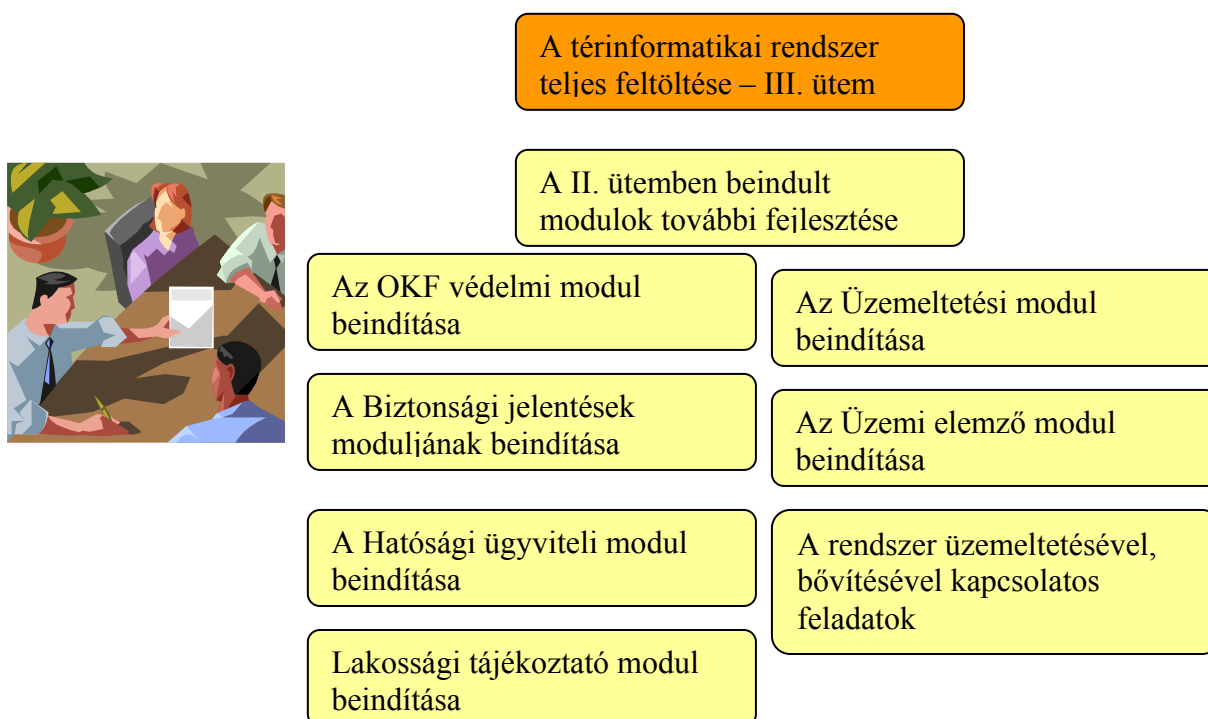
A felmérések eredményei az Üzemi Alrendszeren belül kapnak helyet, strukturált

rendben (35. ábra). A részletes adatok naprakész nyilvántartása mindenképp az üzemek feladata, és optimális működés esetén a haszna is az üzemben csapódik le. Van a részletes adatoknak egy olyan lenyomata, amelyet elsősorban a katasztrófavédelem használ, ez lehet a biztonsági jelentés része. Olyan rendszerkonceptiót fogalmaztam meg, amelyben **az üzemi rendszer a geodéziai adataiból többé-kevésbé automatikusan állítja elő az OKF országos térképtárának adatait.**

A geodéziai felmérések nem olcsók, ezért nem szabad figyelmen kívül hagyni az elmúlt néhány évben elkészült fejlesztéseket sem. Ezt a célt szolgálja ez a művelet. A vizsgálatnak ki kell terjednie arra, hogy a felmérések mennyire korrekt geodéziai alapon nyugszanak, vagyis mekkora a hibás adatok bevitelének kockázata. Lehetőség szerint a felmérésekhez kapcsolódó dokumentációt is elő kell keresni, ahol – elvileg – a műszaki leírásban rögzíteni illett volna a munkavégzés technológiáját és körülményeit.

A második ütem feladatai itt véget érnek. Ha idáig eljutnak a veszélyes üzemek, akkor már lerakták az új rendszer legfontosabb alappilléreit, és megteremtették az átmenet lehetőségét a korábbi széttagolt fejlesztések korszakából. **A második fázisban megindul a digitális formátumú, térinformatikai struktúrába rendezett adatok feltöltése és használata.**

2.7. A térinformatikai rendszer teljes feltöltése, III. ütem



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

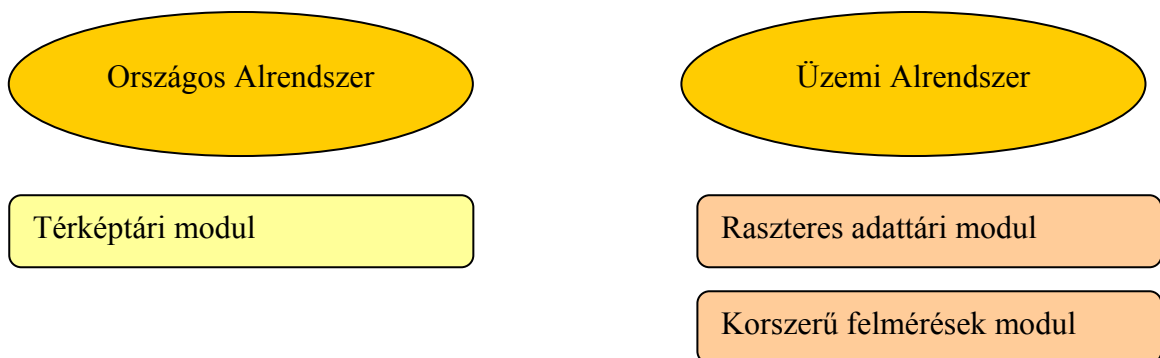
A felső küszöbértékű veszélyes üzemek felmérését tartalmazó térinformatikai rendszer fejlesztésének második ütemében elindulnak azok az adatfeltöltési munkák, amelyekről az első fázisban született döntés. A második ütem végén a rendszer már jelentős adatmennyiséget kezel, de még nem nyújt teljes körű 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, méghozzá a legkorszerűbb, digitális formátumban (36. ábra).

Amikor egy ennyire komplex fejlesztést kell bemutatnom, akkor komoly nehézségekbe ütközöm, ugyanis nem egyszerű papíron leírni mindazt, amivel egy komoly, adatokkal feltöltött rendszer segíteni tudja az OKF és a veszélyes üzemek munkáját. Ennek érdekében azt az utat választottam, hogy a rendszer teljes kiépítését jelentő III. ütem kapcsán bemutatom, hogy a létrehozandó térinformációs rendszer egyes moduljai milyen kiépítésben valósulnak meg, illetve, hogy mit tudnak az ütem befejezésekor.

2.7.1. A II. ütemben beindult modulok további fejlesztése

A fejlesztés második ütemében már sor került az Országos Alrendszeren belül a Térképtári modul beindítására, illetve ehhez kapcsolódva az Üzemi Alrendszer Raszteres adattári moduljának, illetve a Korszerű felméréseket tartalmazó moduljának a beindítására (37. ábra). Először áttekintem azt, hogy a már működő modulokkal mi történik a fejlesztést záró, III. ütemben.



37. ábra: A fejlesztés II. ütemében beindított modulok (saját forrás)

Az Országos Alrendszer a komplex fejlesztés azon eleme, amely az OKF kezelésében **rendszerbe foglalja hazánk összes veszélyes üzemének munkarészeit**. Elsődleges tartalma a biztonsági jelentések dokumentációja, de helyet kell benne biztosítani minden olyan ismeretnek, amely az OKF számára más jellegű védekezési folyamatban is hasznos lehet. Célja ezen felül az általános felügyeleti és statisztikai feladatok térinformatikai támogatása, például a kötelező adatszolgáltatások tárolása.

Az Országos Alrendszeren belül a **Térképtári modul** tartalmazza mindazon vektoros térképi adatokat, amelyeknek kezelését az OKF végzi. Ennek része egy központilag beszerzett, országos kiterjedésű digitális topográfiai adatbázis, illetve minden más olyan térképi adat, amely akár a biztonsági jelentések kapcsán az OKF rendelkezésére áll.

A II. ütemben ez a modul, jellemzően a korábban már rendelkezésre álló adatok rendszerezését végezte. A III. ütem abban más, hogy **beindulnak az egyes üzemek új felmérései, illetve az üzemek környezetének korszerű, LIDAR alapú felmérési munkái**. Az így létrejövő adatok egyrészt pontosabbak és naprakészebbek, mint a korábbi térképi állományok, másrészt a felbontásuk, részletezettségük is meghaladja a korábbi adatokét. A tagolás oka az, hogy célszerűnek tartom a kisebb költséggel elvégezhető munkákat előbb elvégezni, míg a nagyobb költségű új felmérések már a rendszer beindítása után, a III. ütem részeként készülnek.

A térképtár elemei, ezen felül, az egyes üzemeknél korábban már létrehozott vektoros állományokon alapulnak, amelyek rendszerbe illesztése főként a második szakasz feladata. Az esetleges ellentmondások feloldásánál a pontosabb, újabb felmérések eredményeit kell alapul venni. **Az egyes rajzi elemekhez hozzá kell rendelni a megfelelő leíró adatokat is**. A fejlesztés végül egy országosan egységesnek tekinthető, durva hibáktól mentes adatállományt eredményez, amely fenntartások nélkül alkalmazható a vele szemben megfogalmazott elvárások teljesítésére.

A rendszeren belül ez az a modul, amelyet folyamatosan karban kell tartani, hiszen a cél az, hogy a rendszeres időközönként készülő biztonsági jelentések és a folyamatosan készülő felmérési adatok átvezetése szinte észrevétlenül, akár automatizáltan is megtörténhessen. A változások nyomon követése ezek után az egyes felhasználók gépén is elvégzendő, hiszen a korábban említett módon ők is a központilag karbantartott, folyamatosan aktualizált adatokhoz férnek hozzá.

Az Üzemi Alrendszeren belül két modul is beindul a fejlesztés megelőző fázisában: a

Raszteres adattári modul mellett a Korszerű felmérések modulja is.

Az előző ütemben kialakított, viszonylag egyszerű felépítésű raszteres térképszervert az új térinformatikai rendszer első, teljesen feltöltött és használatba adott eleme. Adatfeltöltését a lehető leggyorsabban kell elvégezni.

Az új rendszer megbízható működéséhez a korszerű felmérések eredményeit kell használni, **a raszteres adattár egyre inkább archív adatokat tartalmaz**. Amennyiben az archív, korszerűbb adatokkal felváltott tételek nagysága elér egy kritikus szintet, célszerű a raszteres adattárat kisebb mértékben átstrukturálni, és mint archívumot üzemeltetni tovább.

A Raszteres adattári modul archívummá történő átalakítását indokolja az is, hogy a harmadik ütemben beinduló két modul, a Biztonsági jelentések modulja és a Hatósági ügyviteli modul számítógépesíti azon két nagy feladatkört, amelyek miatt rengeteg papír kezelését kellett az OKF-en belül megoldani. Amennyiben tehát a fenti két modul beindul, a papíros adathordozó nagyrészt feleslegessé válik, és ezt célként kell kitűzni magunk elé.

A korszerű felmérések moduljából a korábbi ütemben elkészültek azok a munkarészek, amelyek megfelelnek a korszerű digitális műszerekkel végzett felmérések követelményeinek. Ebben a modulban kapnak helyet azok a LIDAR alapú, teljesen korszerű, valós 3D-s adatokat szolgáltató felmérések, amelyeket a veszélyes üzemek korszerű térinformatikai rendszeréhez alapvető fontosságúnak gondolok.

Hangsúlyoznom kell, hogy a korszerű geodéziai felmérések alkalmazására a jelen fejlesztési projekttől függetlenül is szükség van, ezért a felmérésekkel kapcsolatos költségeket csak áttételesen lehet a projekt részének tekinteni.

A geodéziai felmérésekkel kapcsolatosan a legtöbb ismérvet és szempontot már említettem a fejlesztés második fázisa kapcsán. Minden esetben a felmérés végeredménye csak digitális végtermékként fogadható el, még akkor is, ha e mellé papíron is átadásra kerülnek a felmérés eredményei.

A felmérést végző cégtől meg kell követelni, hogy a felmérési technológiát részletesen dokumentálja a teljes munkafolyamat során, és az elkészült anyaggal együtt digitális adathordozón adja azt át (egy példa: a lézerszkenneres méréseknél a nyers, feldolgozás előtti pontfelhőt is meg kell őrizni). A felmérés mellé kapott leírást meg kell őrizni, célszerűen a felmérési eredményeket is tartalmazó alkönyvtárban. A geodéziai felméréseknél is el kell végezni a pontosság vizsgálatát. A pontossággal kapcsolatos észrevételeket és feljegyzéseket

a felmérés eredményeivel együtt kell digitális formában tárolni.

A **geodéziai felmérések minden adata a Korszerű felmérések modulba kerül**. Ez vonatkozik a felmérés végeredményére, és a legfontosabb munkaközi állományokra ugyanúgy, mint az előzőekben említett vizsgálati jegyzőkönyvekre és a műszaki leírásra. A korszerű felmérések adatai bizonyos automatizált szűrésen keresztül megjelennek majd az Országos Alrendszer Térképtári moduljában is, ahogy erről korábban már szót ejtettem.

2.7.2. OKF védelmi modul beindítása

A Térképtári modul korábban említett beindítása kapcsán már leírtam, hogy a veszélyes üzemeken kívül is szükség van egy olyan, elsősorban az OKF munkáját segítő adathalmazra, amely az ország településeinek adatait katasztrófavédelmi szempontok alapján dolgozza fel.

Az OKF védelmi modulja tehát a veszélyes üzemeknél tágabb horizonton bekövetkező balesetek és katasztrófák kapcsán is hasznos. **A Védelmi modul beindítását a Térképtári modul alapadatokkal való feltöltése után kell megkezdeni**. A cél egy korszerű térinformatikai rendszer létrehozása a megfelelő térbeli adatkapcsolatokkal.

A III. ütemben tehát az adatok beszerzésével, rendszerezésével, struktúrák, és adatkötések létrehozásával létrejön az a térbeli információs rendszer, amely egy vészhelyzet esetén leegyszerűsíti az érintett terület legfontosabb térbeli adatainak elemzését.

2.7.3. A Biztonsági jelentések moduljának beindítása

A felső küszöbértékű veszélyes üzemek általam kidolgozott rendszerkonceptió szerinti egyik legfontosabb célja a biztonsági jelentések teljesen digitális formában történő tárolása, kezelése. Az Országos Alrendszeren belül működő Biztonsági jelentések modulja kezeli a jelentések alkotórészeit, illetve végzi a jelentésekkel kapcsolatos adminisztrációs feladatokat.

Megjegyzem, hogy a Biztonsági jelentések modulja önmagában nem tartalmaz minden elemet egy korszerűnek gondolt jelentésből. A korábbiakban bemutatott **Térképtári modul** (az Országos Alrendszeren belül), illetve a **Raszteres adattár**, valamint a **Korszerű felmérések modulja** mind-mind **együtt kell, hogy működjön a Biztonsági jelentések moduljával**.

Éppen azért indul be az említett három modul fejlesztése egy ütemmel korábban, hogy

a biztonsági jelentések modulját már az ezekben korábban elhelyezett adattartalomra lehessen építeni. Különösen a Térképtári modul adataira igaz, hogy azok a biztonsági jelentés térinformatikai munkarészét képezik.

2.7.4. Hatósági ügyviteli modul beindítása

Az előzőekhez nagyban kapcsolódik a Hatósági ügyviteli modul beindítása. A Hatósági modul nevéhez híven az OKF által elvégzendő hatósági feladatok minél jobban számítógépesített, korszerű informatikai eszközöket alkalmazó, lebonyolítását segíti. Az elsődleges cél az, hogy kialakuljon a tisztán digitális, papírmentes ügyintézés.

Ebben a modulban a térinformatika szerepe kiegészítő, hiszen ilyen célú általános ügyviteli szoftverek és rendszerek már nagy számban léteznek a piacon. Mégis fontos megemlíteni azért, hogy az ügyviteli modul kialakítása igazodjon a térinformatikai rendszer adatstruktúrájához.

A térinformatikai fejlesztési projekt egyik fő célja a hatósági feladatok segítése. A fejlesztés csak akkor igazán sikeres, ha a térinformatikai adatokhoz, legalábbis azok egy részéhez az OKF-en belül a lehető legszélesebb körben hozzá lehet férni. Ez azt jelenti, hogy olyan embereket is be kell - legalább alapfokon - avatni a térinformatika rejtelseibe, akik nem rendelkeznek széleskörű mérnöki ismeretekkel, ám a térinformatika segíthet hivatali teendőik ellátásában.

A műveletet úgy is jellemezhetném, hogy **a hatósági munkában résztvevő összes szereplőt** (középvezetőt, adminisztrátort, stb.) **meg kell ismertetni a rendszerek használatával.** Természetesen az átlagos felhasználók hozzáférését a biztonság miatt korlátozni kell, hogy a rendszer adatait csak a megfelelő képzettséggel rendelkező szakemberek kezelhessék.

2.7.5. Lakossági tájékoztató modul beindítása

Az Országos Alrendszeren belül a Lakossági tájékoztató modullal zárom a III. ütem feladatainak felsorolását. A Lakossági modul feladata, hogy biztosítsa mindazon információkat, amelyeket a veszélyes üzemek környezetében élők tudomására kell hozni a jogszabályok alapján. Ezen adatok egyik lehetséges forrása a cégek által szolgáltatott biztonsági jelentés. A fejlesztésnek illetve magának a térinformatikai rendszer kialakításának is fő célja a korszerű, nem papír alapú adatszolgáltatás bevezetése, ezért **indokolt, hogy a**

lakossági adatszolgáltatás is digitális alapú legyen, felhasználva a számítógépes rendszerek rugalmasságát.

A modul nem alkalmas a térinformatikai rendszer adatainak módosítására, csak annak felügyelt, korlátozott lekérdezésére. Tipikusan a pufferzóna generálás és adatbázis-lekérdezések elvégzésére és publikálására alkalmazható, amely azonban még így is jelentősen meghaladja a jelenlegi megoldások információtartalmát és hozzáférhetőségét.

Az Országos Alrendszer után az Üzemi Alrendszer még nem részletezett két moduljának bemutatására térek át.

2.7.6. Az Üzemeltetési modul beindítása

Az Országos Alrendszer mellett szükségesnek tartom, hogy az OKF szakmai gesztorsága mellett az **üzemek szintjén is valósuljanak meg naprakész, precíz geometriai felméréseken alapuló térinformatikai rendszerek**. Az Országos Alrendszer és az Üzemi Alrendszerek megfelelő kiépítés esetén nagyon szorosan együtt tudnak működni. A cél az, hogy az Országos Alrendszeren belül az üzemekre vonatkozó adatok frissítése az Üzemi Alrendszerek adatai alapján is elvégezhető legyen, még hozzá szabványos adatsere formátumban, jelentős részben automatizált folyamatként. Természetesen ez nem jelenti a régebbi adatok végleges törlését a rendszerből.

Az Üzemi Alrendszeren belül az Üzemeltetői modul feladata a napi mérnöki üzemvezetési operatív munka segítése precíz, fejlett módon megjeleníthető térinformatikai adatokkal.

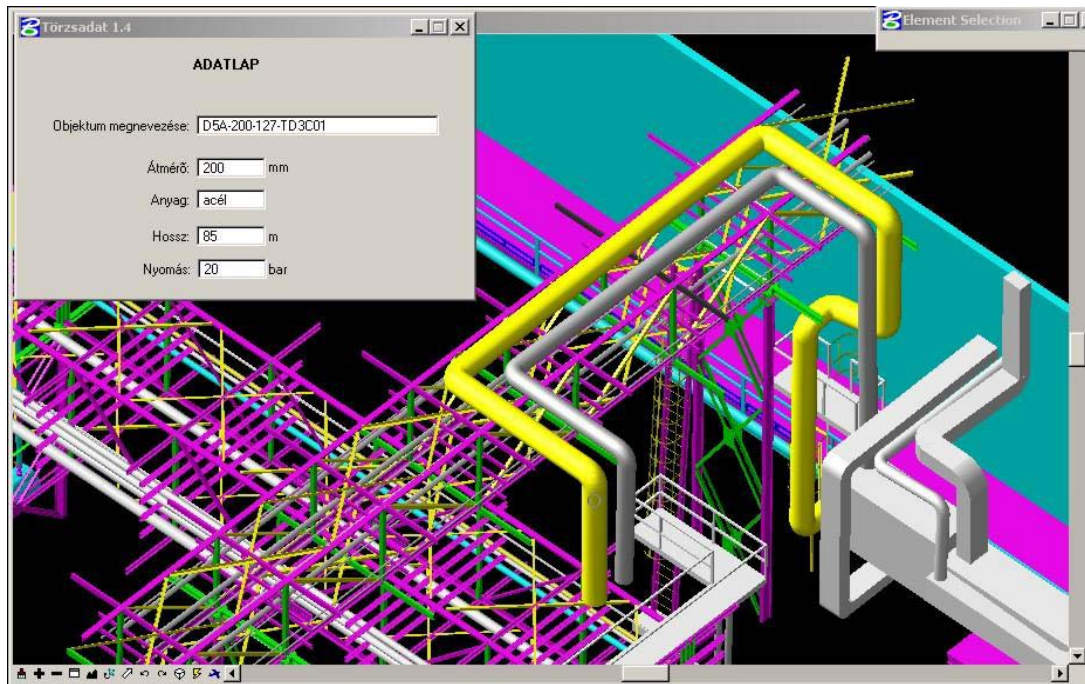
Az Üzemeltetési modul adattartalma elsősorban a veszélyes üzemek környezetével kapcsolatban felmerült térinformatikai igényt elégíti ki. A modulban tárolt adatokat az üzem állítja elő, korszerű, 3D-s geodéziai felméréssel. A legtöbb üzemnél még nem folyt tervszerű és átfogó, valós 3D-s adatokon alapuló vektoros adatfeldolgozás.

Az Üzemeltetési modul térinformatikai adattárának kifejlesztésekor fel kell használni az előző lépésben elkezdett Országos Alrendszer létrehozása és beindítása során szerzett tapasztalatokat.

Az Üzemeltetési modul kifejlesztése előtt a korábban, országos szinten elfogadott objektumlistán kell elvégezni az esetlegesen szükséges pontosításokat (38. ábra). A modul adatainak kialakításakor ügyelni kell arra, hogy csak a legújabb szoftververziókon történjen a

fejlesztés, hogy a már elkészült munkához egy darabig ne kelljen hozzányúlni – legalábbis ne a szoftver miatt.

Az üzemi szintű modul „felbontása”, részletezettsége meg kell, hogy haladja az **Országos Alrendszer felbontását**. Az országos rendszerben nem szereplő, de az üzem számára fontos objektumokat kiegészítő objektumtípusként kell szerepeltetni.

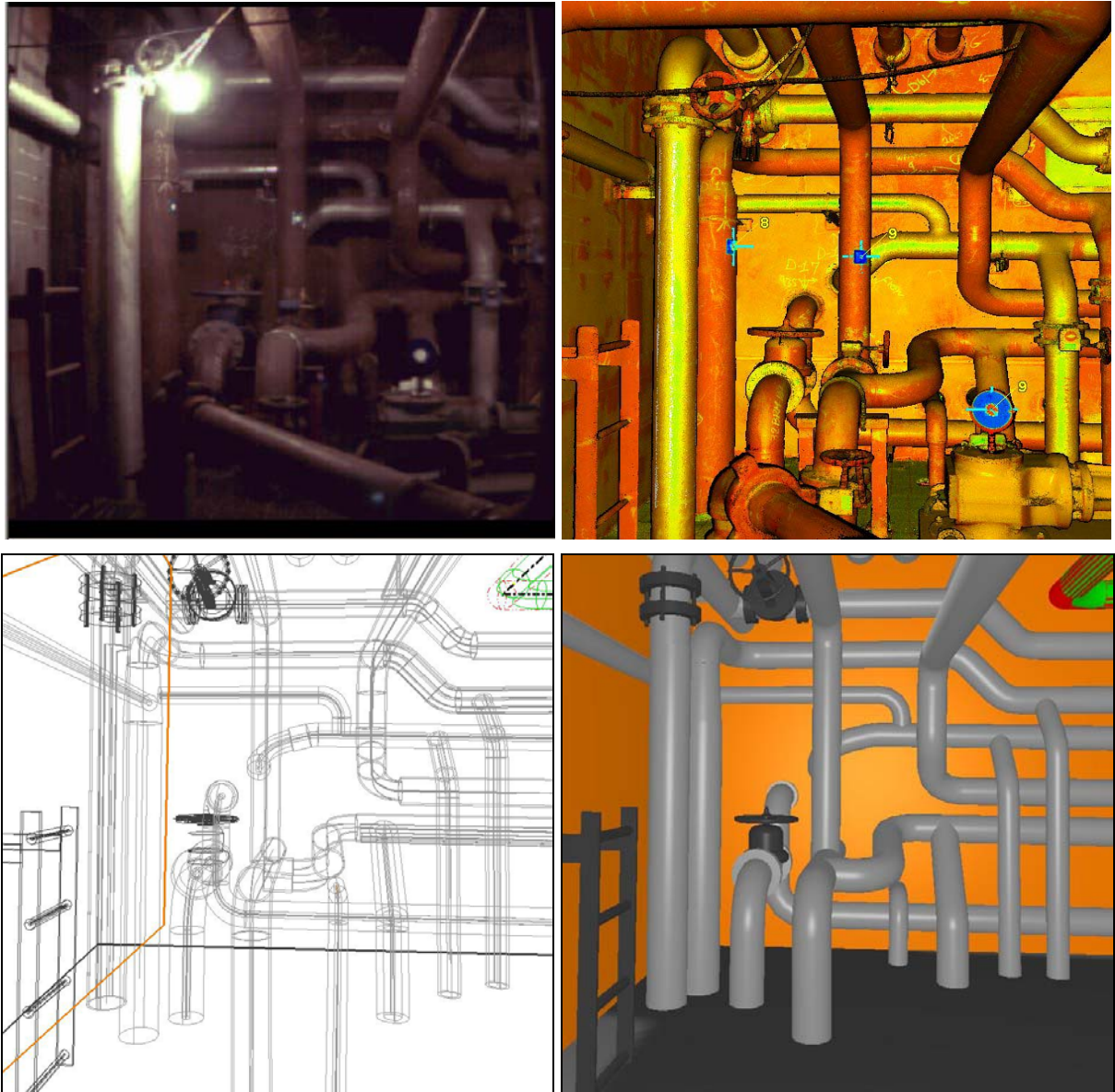


38. ábra: Vegyi üzemi csőhíd adatai a térinformatikai rendszerben. A csőhíd sárgával kiemelt elemének adatlapja egyetlen rákattintással előugrik (saját forrás)

Az Üzemeltetési modul számára elsősorban olyan szoftvereket kell választani, amelyek képesek, nagyszámú kliens, webes felületen történő kiszolgálásra (pl. ArcIMS, MapGuide, Bentley Publisher). Az adatokat minél közelebb kell vinni az átlagos felhasználókhöz, ahol lehet, kerülni kell a speciális szoftverek használatát. Arra kell törekedni, hogy alacsony tudásszinttel és speciális szoftverek alkalmazása nélkül is a lehető legtöbbet ki lehessen csiholni az adatbázis majdani tudásából, ne csak a térinformatikusok „zárt világa” számára szolgáljon hasznos adatokkal a fejlesztés.

A kifejlesztésre kerülő rendszerben az **Üzemeltetési modul része a Műszaki Tervtár** is, amely a veszélyes üzemek technológiai berendezéseinek részletes terveit tartalmazza (39. ábra). Hasonló funkciókat tölt be a régebbi tervek esetén a Raszteres Adattári modul is, de ott nem vektoros formában kerülnek tárolásra a régi iratok. A Műszaki Tervtár tehát abban

hasonlít a Raszteres Adattári Modulhoz, hogy mindkét elem az Üzemi Alrendszer része. Abban különbözik viszont, hogy a Raszteres Adattár a múltra koncentrálnak (amit már nem éri meg digitálisan átszerkeszteni, pl. ha egy berendezést 3-5 éven belül úgyis lecserélnek), míg az Üzemeltetői modul Tervtára a jelenre és a jövőre fókuszál.



39. ábra: Vegyi üzem eldugott csőrendszerének részlete a Tervtárban. Bal fent: nehezen bevilágítható fotó. Jobb fent: földi lézerszkennelés ponthalmaza kirajzolva. Bal lent: a lézerszkennelés után megszerkesztett drótvázás CAD modell. Jobb lent: Világosan áttekinthető, animálásra alkalmas renderelt rajz a CAD programon belül. (saját forrás és Cyrax demo felmérési adat)

Már korábban is említettem: az Üzemeltetői modul a megbízható, valós 3D-s geodézia

felmérések vektorosan letárolt, szerkesztett, adatbázis kapcsolatokkal letárolt elemeit tartalmazza.

Az Üzemeltetési modul az általam kialakított műszaki-térinformatikai megoldás egyik legnagyobb eleme. Az adatfeltöltése is csak hosszú távon valósítható meg.

Az **Üzemeltetési modul feladata** az összes beérkező, vagy itt keletkező műszaki rajzállomány (CAD rajz) befogadása és a struktúrába rendezése. Biztosítja, hogy az egyes műszaki dokumentációk a továbbfelhasználást lehetővé tevő korszerű digitális formátumban is rendelkezésre álljanak. Az üzemen belüli vektoros rajzok egyes állományai hivatkozásként megjelennek az OKF objektum-adatbázisában is.

Az Üzemeltetési modul az Országos Alrendszer Térinformatikai adatbázisához képest egyszerűbb felépítésű. Elsődleges funkciója egy fájlszerverhez hasonlatos, melynek célja, hogy az állományok ne szóródjanak el az egyes felhasználók gépein. Másodlagos funkciójában adatpublikáló szerverként szolgál. Az adatok publikálásának célja az, hogy olyanok is hozzáférhessenek a meglévő tervekhez és felmérésekhez, akinél nincs CAD program. A fájlszintű hozzáférést (olvasást CAD, GIS programmal) csak mérnököknek engedélyezi, akik felelősséggel képesek az esetleges adatfrissítéseket bevinni a rendszerbe.

A várható adatmennyiség miatt üzemi szinten kell elkülöníteni a Műszaki adatok tervtárát. Célszerűen ez azt jelenti, hogy minden üzemben önálló alkalmazásként fut (egy vagy több kiszolgálón) a modul helyi példánya.

A felhasználók tevékenységének nyomon követésére **indokoltnak tartom** egy arra alkalmas **naplózási folyamat bevezetését**. A Tervtár a rendelkezésre álló, vagy később elkészülő digitális rajzi állományok legszélesebb körét fogadja be. Annak érdekében, hogy ez ne jelentsen nehézséget az adatok visszakeresésében, a rajzokat, a bekerülő állományokat a rendszer katalogizálja. A katalogizálás azt jelenti, hogy minden bekerülő rajz jellemző attribútumait adattáblában tárolja (típus, verzió, készítés ideje, mit ábrázol, azonosító, pontosság, szerkesztés alapja mi volt, régi azonosító, stb.). A katalógus célszerűen a fájlokkal azonos helyen van tárolva. A katalógus-rendszer jó működésének talán legfontosabb feltétele, hogy az állományok tárolására egy igen stabil könyvtárszerkezetet és fájlnév-konvenciót kell kidolgozni. A katalogizálásból kitűnik, hogy melyik állomány mikor készült, és melyik állományon történik folyamatos változás átvezetés.

A Tervtárba kerülő rajzokat a lehető legnagyobb tömörséggel, csak a szükséges adatokkal tárolja le a rendszer. Leválogatja azokat a rétegeket, amelyek az üzem számára még

távlatilag sem hordoznak hasznos információt.

A Tervtár számára különböző szoftverek javasolhatók (pl. Bentley Publisher, Bentley Project Wise). A szoftver kiválasztásánál fontos szempont, hogy a Tervtárban elsősorban műszaki tartalmat kell kezelni, ezért nem elegendő csupán az irodai iktatási feladatok elvégzésére alkalmas szoftvereket alkalmazni.

2.7.7. Üzemi elemző modul beindítása

Az Üzemeltetési modul adatfeltöltése egy idő után eléri azt a szintet, amikor a rendszerbe bevitt adatok már olyan strukturált rendszert alkotnak, hogy kisebb térinformatikai elemzések elvégzése is lehetségessé válik.

Szükségessé tartottam ennek az elemző résznek egy külön modult létrehozni. Ennek elsősorban az az oka, hogy az Üzemeltetői modul az üzem személyzetének napi munkáját hivatott segíteni, míg **az elemző modul egy zártabb körben szolgálja az üzem saját döntéshozzájárulási folyamatait**. Természetesen az elemző modul az Üzemeltetői modul adatait használja fel bemenő információk forrásaként.

2.7.8. A rendszer üzemeltetésével, bővítésével kapcsolatos feladatok

A rendszerbe az alrendszerek kiépülésével és üzembe helyezésével egyre több adat kerül be. Minden téren megnő az igényelt tárterület mérete, folyamatos és nagymértékű bővüléssel számoltam. A növekvő tárhely igény és a szervergépek fokozott igénybevétele miatti erkölcsi és fizikai avulás miatt is **szükségszerű a szerverek ütemezett lecserélése** legalább 4-5 évente, ideális esetben 2-3 évente. A szerverek cseréje rotációs rendszerben történik, vagyis egyszerre csak 1-2 gép esik ki a teljes rendszerből. Gondoskodni kell az adatok mentéséről és ideiglenesen kieső gépek funkciójának más gépekre telepítéséről is.

A hardvereszközök avulásával párhuzamosan a **szoftvereszközök frissítéséről is folyamatosan gondoskodni kell**. Erre legegyszerűbb megoldás, ha a kiszolgálókon szoftverkövetési szerződés keretén belül telepítésre kerülnek a legújabb programváltozatok, upgrade-ek. A szoftverfrissítéseket és az adatverziók frissítését össze kell hangolni.

A rendszer adatmennyiségének növelésével együtt figyelni kell a hálózat egyes elemeinek kapacitását. Amennyiben az adattovábbítás sebessége nem megfelelő, összehangolt fejlesztéssel, esetleges **új technológiák alkalmazásával kell növelni a rendszer belső kapacitását**.

2.8. A fejlesztés összefoglalója

A veszélyes anyagok okozta súlyos ipari balesetek megelőzésében szerepet játszó üzemi feladatok térinformatikai támogatása bonyolult és összetett feladat. Az OKF-ben és az egyes veszélyes üzemekben tett látogatásaim alkalmával azonban kirajzolódott az a kép, amely mentén egy lehetséges hosszú távú projekt kivitelezhető. Igyekeztem a lehető legjobban figyelembe venni a lehetőségeket és adottságokat. Általánosságban néhány olyan észrevételt fogalmaztam meg, amely a jelenleg több szálon futó fejlesztések és az elképzeléseim közti eltéréseket mutatják.

Összességében **a műszaki igényeket hangsúlyosabbnak érzem a térinformatikai igényekkel szemben az üzemeknél**. Hosszabb távon mindkét adattípusra szükség lesz, a rendszerben a műszaki igényeket nem lehet csak úgy, „mellékesen” kielégíteni.

A hardver és szoftverbeszerzések helyett **az adatgyűjtést kell a projekt főszereplőjévé tenni**, főleg az anyagi ráfordítások tekintetében. Amíg nem áll rendelkezésre nagy mennyiségű korszerű, friss és pontos adat, biztosan nem kell beszerezni gyorsan amortizálódó hardvereket és drága adatszoftvereket. A csak térinformatikai célokra alkalmas szoftverek helyett inkább **a térinformatikai és műszaki feladatokra egyaránt alkalmas szoftverek használatát javasolom** (pl. Autodesk, Bentley). A lehetséges felhasználók nagy száma miatt az átlagos igényű klienseknél **törekedni kell az ingyenes, vagy kis költségű szoftverek alkalmazására**, a webes felületen történő publikálásra (pl. ArcIMS, Autodesk MapGuide, Bentley Publisher).

A koncepcióm szerint kialakítandó rendszer **egy országos áttekintő, és egy üzemi szintű alrendszerből áll**. Mindkét alrendszer **modulokból** épül tovább. A modulok elsősorban a funkcionális elkülönítést követik, mert az egyes modulok elemeit eltérő szoftvermegoldással célszerű kezelni.

Míg az előbbi tartalmazza az üzemek legfontosabb adatszolgáltatásait, az üzemek számára a központi rendszer megkönnyíti egyes adattípusok kezelését. Például az Országos Alrendszer kezeli mindazon információkat, amelyek a veszélyeztetett településsel kapcsolatosak, hiszen így az egy településen lévő veszélyes üzemek biztonsági jelentésén belül a környezet bemutatásakor az általános információk is összegyűjtésre kerülnek (Biztonsági jelentések modulja).

A másik irányban az Országos Alrendszer tárolja azokat a raszteres vagy állami alaptérképeket, amelyek szükségszerűen kellenek a biztonsági jelentéshez, de eddig csak

papíron voltak meg (Térképtári modul). A térinformatika alkalmazásával lehetséges a térképek teljes körű, interaktív használata, illetve ezek szélesebb körű publikációja.

További adatok kezelését is felvállalja a központi rendszer, hiszen például egy településen belül a mentéshez, vészhelyzet elhárításához mozgósítható erőforrások összegyűjtése inkább a katasztrófavédelem feladata. Gondoljunk csak egy Tisza menti település veszélyes üzemére. A települést ugyanúgy fenyegeti egy üzemi baleset, mint a folyó áradása. A katasztrófavédelem feladatai a két esemény kapcsán ugyan csak részben fedik át egymást, viszont az átfedésben lévő erőforrások nyilvántartása elsősorban a védelmi szervek feladata és érdeke (pl.: kórház felszereltsége, iskolák, étkezdék befogadó kapacitása). A közös adathalmaz képezi az OKF védelmi modult.

Nem is beszélve arról, hogy a mentéshez szükséges közérdekű adatok nyilvánossága sokkal inkább biztosítva van, ha az információk számítógépen elérhetők, mint egy nem nyilvános biztonsági jelentésben. Erre szolgál az Országos Alrendszeren belül a Lakossági tájékoztató modul.

Hasonlóan modulokból épül fel az Üzemi Alrendszer is. Természetesen itt az egyes üzemek eltérő jellemzőik miatt nagyobb szabadságot kapnak, de érdemes itt is áttekinteni a főbb közös modulokat.

Talán a legfontosabb modul az Üzemi Alrendszeren belül az Üzemeltetési modul. Itt az üzemi technológia részletes leírása kap helyet, illetve a felső küszöbértékű veszélyes üzem működésével kapcsolatos további információk (ez ismerős a biztonsági jelentésből). Itt tárolja az üzem a teljes belső térképeit, digitális műszaki rajzait.

A Raszteres adattári modul az olyan beszkenelt anyagok tárolását végzi el, amelyek teljes digitális átalakítása felesleges vagy túlzottan költséges. Itt elsősorban a régi, papír alapú leírások, térképek, műszaki rajzok tárolásáról van szó. Tény, hogy a Raszteres modul egyfajta kényszermegoldás: a rendszer bevezetésének idején ugyanis szinte alig lesz digitális dokumentum, tervrajz. Mégis, a rendszer bevezetésével szorgalmazni kell a papíron lévő ismeretek alapszintű digitálissá tételét, beszkennelését. A folyamatot segíti a berendezések rendszeres karbantartása, cseréje, mert az új részegységekről a rendszer beindítása után már eleve digitális terveket szabad letárolni.

A Korszerű felmérések modulja tartalmaz minden olyan geometriai adatot, amelyet korszerű geodézia technológiákkal nyertek. Ide tartozik különösen a légi vagy földi LIDAR felmérések eredményét jelentő pontfelhők gyűjteménye. Ezen állományok elsősorban méretük

és a speciális kezelőprogramok miatt alkotnak külön modult.

A negyedik modul az Üzemi Alrendszeren belül az Üzemi elemző modul. Ez elsősorban arra szolgál, hogy az üzemen belüli folyamatok modellezése közvetlenül lehetővé váljon.

A fejlesztési tervet időben három fázisra bontottam.

Az **első ütemben** érdemi fejlesztés még nem történik: ez a döntéshozás fázisa. 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.

A **második fázisban** megindul az adatfeltöltés, elsősorban a könnyen strukturálható adatok digitális feldolgozása 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, a különféle területi és szervezeti egységek meggyőződnek a rendszer gyakorlati hasznáról, illetve megkezdődik az áttérés a korábbi papír alapú jelentésekről.

A **harmadik fázis** a fejlesztés szempontjából az utolsó. Ebben a fázisban történik meg a teljes adatállomány feldolgozásának befejezése, illetve olyan szintű készütség elérése, amely mellett a rendszer naprakészen fogadja a biztonsági jelentések később elkészülő rendszeres frissítéseit. A harmadik fázis végére kialakul az új rendszer, ahol az adatok elsődleges tárolása digitálisan történik, illetve a rendszerezett adattömeg alkalmas a korábbi rendszerből nem kinyerhető elemzések, statisztikai adatok készítésére.

III. FEJEZET

KORSZERŰ TÉRINFORMATIKAI MINTAADATBÁZIS HASZNÁLATA

A veszélyes anyagok okozta, súlyos ipari balesetek megelőzése, a bekövetkezés utáni kárelhárítás, kárenyhítés, valamint az utólagos elemzés számára nagyon fontos egy jól felépített, friss és pontos adatokkal rendelkező térinformatikai rendszer. Az általam kidolgozott koncepcióban a térinformációs rendszer felépítésével, működtetésével, adatfeltöltésével foglalkoztam. A rendszer technikai kivitelezése mellett legalább olyan fontos, hogy az a majdani felhasználók számára is közérthető, könnyen hasznosítható legyen.

Más térinformatikai rendszerekkel összehasonlítva több lényeges különbséget kellett figyelembe vennem. Az egyik, hogy a súlyos ipari balesetekkel foglalkozó térinformatikai rendszer alkalmazásának kiemelt szerepe éppen a katasztrófahelyzet közben van, vagyis a rendszernek olyan formában kell publikálnia a rendszerezett adatokat, hogy azt további elemzés nélkül, azonnal lehessen értelmezni. Magyarán: **az időtényező és az érthetőség elsődleges.**

Érdeemes ezt összevetni egy közműszolgáltató rendszerének felhasználásával. Ott a napi munka nagy részét a folyamatosan jelentkező „kis ügyek”, jellemzően néhány elemre kiterjedő grafikus és attribútum lekérdezések teszik ki. Ezen felül, a szabad kapacitások függvényében végzik azokat a nagyobb térinformatikai elemzéseket, amelyeket a cég számára hosszabb távon szükségesek, például a hálózati kapacitások rendszerszintű elemzését. Magyarán a komolyabb, erőforrás-igényesebb műveletekre – nyilván bizonyos korlátok között - „van idő”.

Ezzel szemben a katasztrófahelyzetben használt 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 – ez talán még az előzőnél is fontosabb: **a rendszer képes legyen egy vészhelyzetben is világos, egyszerű és közérthető formában megmutatni a benne tárolt adatokat**, illetve elemzéseket.

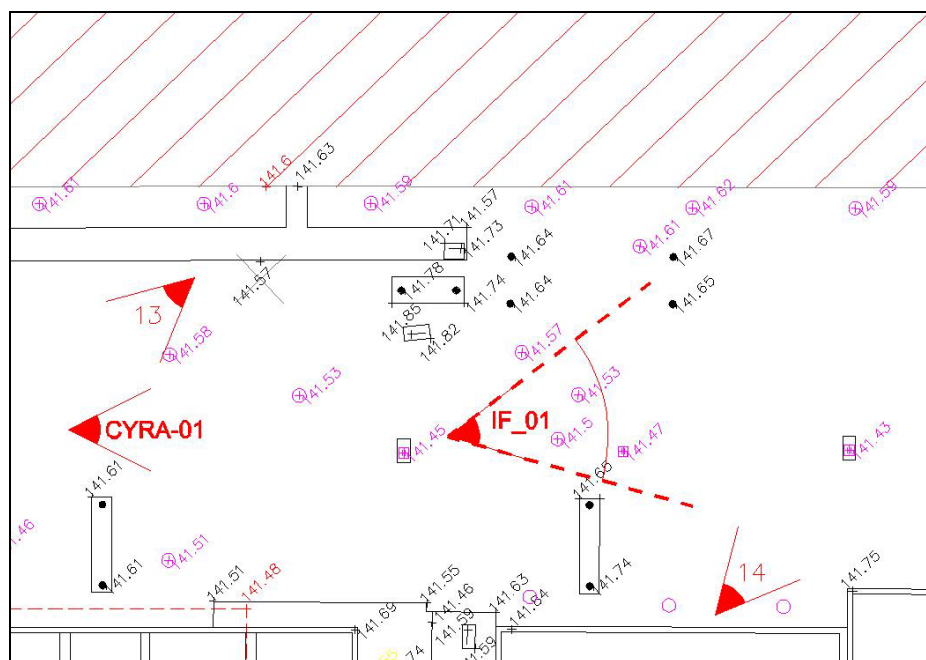
Továbbmenve a példán: egy közműszolgáltató esetében a térinformatikai rendszer használói és adatfeltöltői ugyanazon személyek, jellemzően mérnöki végzettségű, képzett

felhasználók, akik napi szinten, foglalkozásszerűen alkalmazzák a rendszert. Ezzel szemben, a veszélyes anyagok okozta, súlyos ipari balesetekre fejlesztett térinformatikai rendszer felhasználói jellemzően nem használják napi rendszerességgel a lekérdező és elemző funkciókat, jellemzően más szakterületek specialistái, akiktől nem várható el a térinformatikában meghonosodott szakzsargon ismerete, illetve az összetettebb térinformatikai lekérdezések kezelése.

Számukra – de különösen az érintett területek lakói számára – létfontosságú, hogy a rendszer mennyire tudja plasztikus formában megjeleníteni az adatokat.

3.1. Felső küszöbértékű veszélyes üzemekkel foglalkozó térinformatikai mintaadatbázishoz adatok gyűjtése

Értekezésem készítése kapcsán adatokat gyűjtöttem egy olyan mintaadatbázishoz, amely főbb jellemzőiben jól modellezi egy felső küszöbértékű veszélyes üzem térinformatikai adatbázisát. A rendszer természetesen nem teljeskörű, igyekeztem az egyes komponenseket úgy összeválogatni, hogy teljes funkcionalitást nyújtson viszonylag kisebb elemszám mellett is.

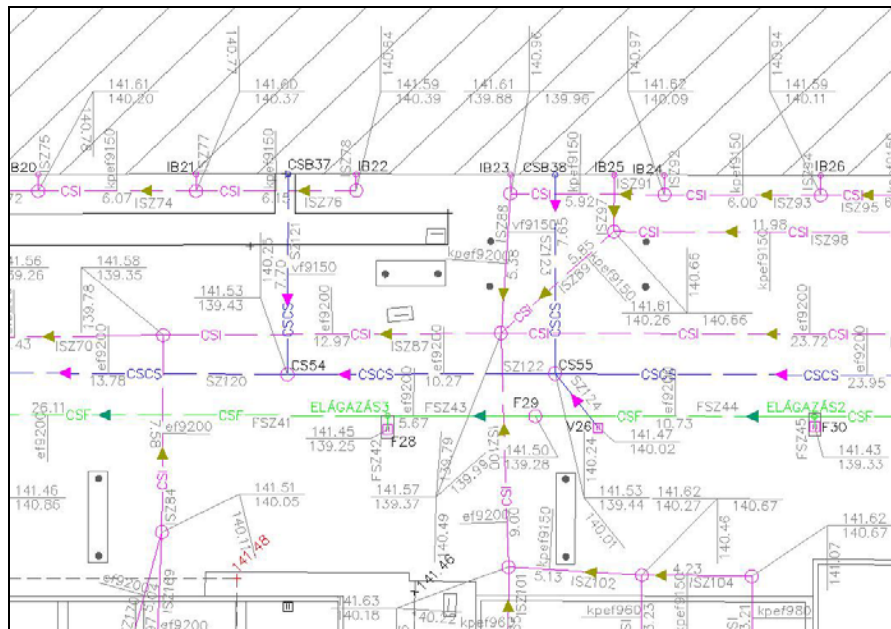


40. ábra: Az üzem alaptérképének részlete (saját forrás)

Az adatbázis alapját az üzem felmérésének hagyományos alaptérképe adta (40. ábra).

Ez áll a legközelebb egy általános geodéziai felmérés eredményéhez, amin szerepelnek az egyes létesítmények, épületek, gépalapok kontúrjai, a felmérés magassági pontjai. Tartalmazza még a rajz a felszínen bemérhető közmű műtárgyakat, de nincs rajta a csőhídon vezetett, meglehetősen összetett csőhálózat. A felmérés hagyományos földi geodéziai műszerekkel, mérőállomással készült. Természetesen tartalmazza a helyszínen készült földi lézeres felmérés álláspontját (Cyra-01), illetve a megértést segítő irányfotó készítési helyét (IF_01).

A területről külön (földalatti) közműkutató nem készült, ennek elsősorban a magas költség volt az oka. A közműadatok kapott adatszolgáltatás alapján, a bemért közmű műtárgyakra igazítva lettek felszerkesztve (41. ábra).



41.ábra: Az üzem közműterképének részlete (saját forrás)

A csőhálózat felmérése 3D-s lézershakkennerrel, földi eljárással készült. Az eljárás dokumentálásának részét képezte, hogy a jellegzetes helyeken a csőhálózatról és a környezetéről digitális fotókat készítettem (42. ábra).

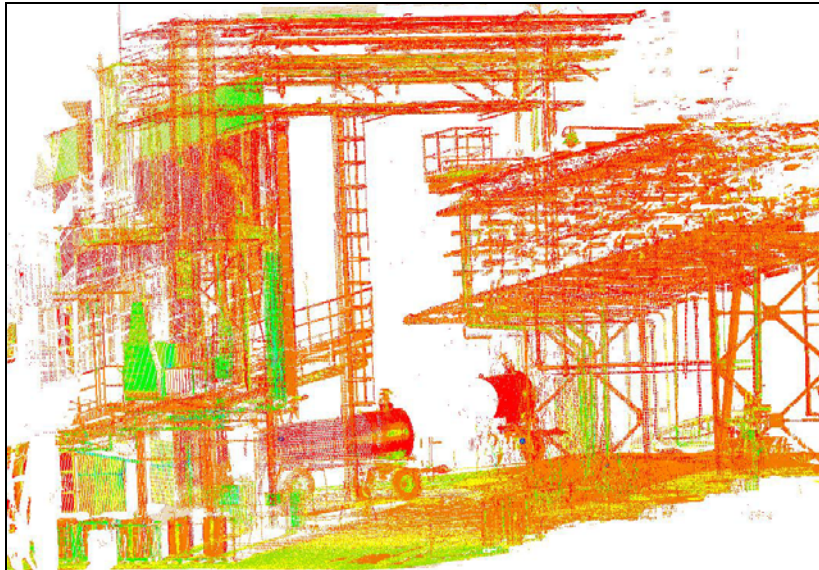
A lézershakkennerelés több álláspontból történt. Egy álláspontból megközelítően 1-1,5 millió mért pont állt rendelkezésemre (43. ábra). A nagy adatsűrűség biztosította azt, hogy a csőhíd egyes elemei is pontosan leképezhetők legyenek: alakjuk, méretük, helyzetük még a viszonylagos takarásban lévő elemeknél is meglehetősen jól kiserkeszthető volt.

A kapott nyers felmérési adatok feldolgozása egy külön lépést jelentett. Megjegyzem, hogy a lézershakkenner nyers mérési állományának kezelése meglehetősen nehézkes.

Hagyományos CAD programoknál a nagyszámú pont eleve nagy fájlméretet eredményez (a fenti példa esetén 1,2 millió pont minden egyéb rajzi elem nélkül 44 MB-os DGN állományt adott).



42. ábra: Irányfotó a gyárudvaron, a felmért csőhíd felé nézve (saját forrás)

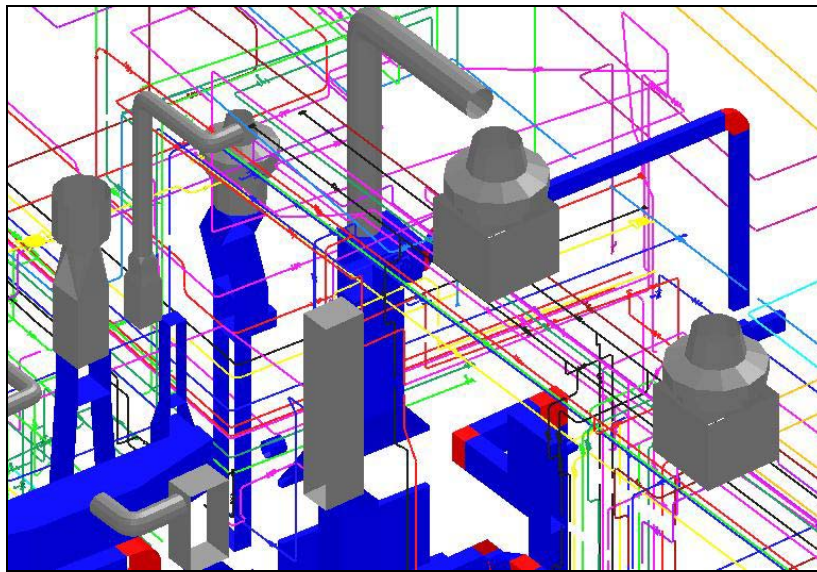


43. ábra: A lézeres felmérés pontfelhője a csőhídról és környezetéről (saját forrás)

A pontfelhő állományok feldolgozása speciális szoftverrel történt. A feldolgozó szoftver általában valamely ismert CAD szoftver mellett, vagy abba beépülve működik, általában a lézershírdő mellé adják. A szoftverben sok olyan funkció van, amely kifejezetten nagy pontállományok kezelését segíti: elsősorban ide sorolható a pontok osztályozására szolgáló rész (intenzitás, távolság alapján). Sok segítséget jelent a

metszetkészítő, amely egy megadott helyen felvesz a közeli pontok alapján egy metszetet (ez itt, az összetett csőhálózat esetében kifejezetten jó szolgálatot tett)

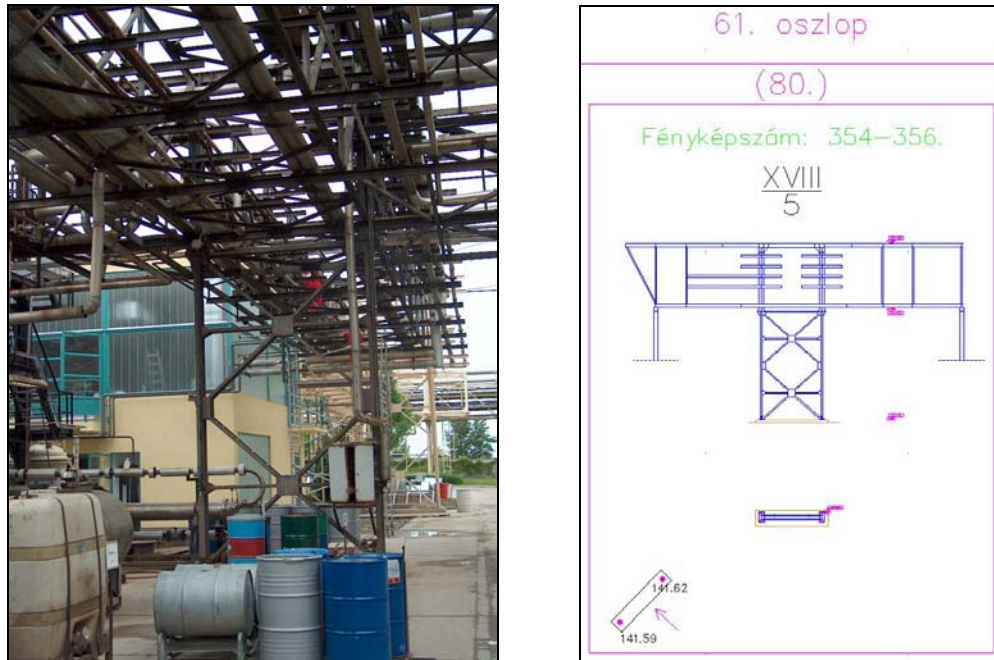
Szintén nagy szerepet kapott a csőhálózat nyers mérési adatainak feldolgozásakor, hogy a kezelőszoftver a hasonló tulajdonságok alapján besorolt és kiválasztott pontelemek alapján képes volt az egyes csöveket 3D-ben felszerkeszteni szabványos elemekkel (pl. kötött csőátmérő), mégis a legjobb illeszkedést biztosítva a ponthalmazra (deformálódott elemeknél is) (44. ábra).



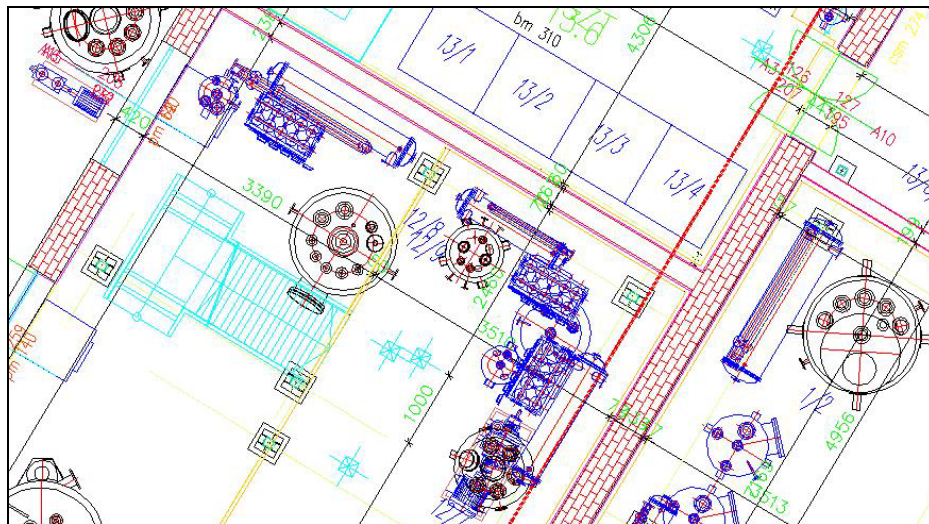
44. ábra: A csőhíd elemei megszerkesztve. Gépészeti berendezések 3D-s modellben, a csövek térbeli vonalakkal (saját forrás)

A csőhálózat egyes elemeiről célszerűen külön dokumentáció is készült. Ilyen munkarész volt az egyes oszlopokat bemutató rajz és fotó, amely természetesen a térinformatikai adatbázisban összekapcsolva jeleníthető meg (45. ábra).

Az épületen belül részben más technológiát lehetett alkalmazni. Egyrészt a bemérés jelentős része az egyes berendezésekre vonatkozott. Másrészt az épületek belső elemeiről általában sokkal jobb volt a rendelkezésre álló dokumentáció (46. ábra).

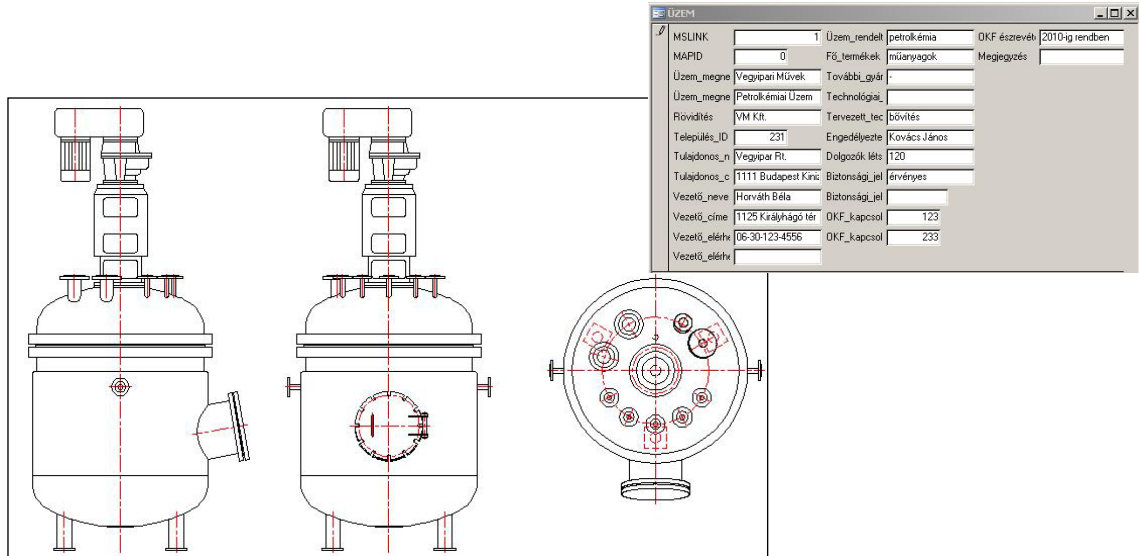


45. ábra: Csőhíd oszlopának fényképe és megszerkesztett rajza (saját forrás)



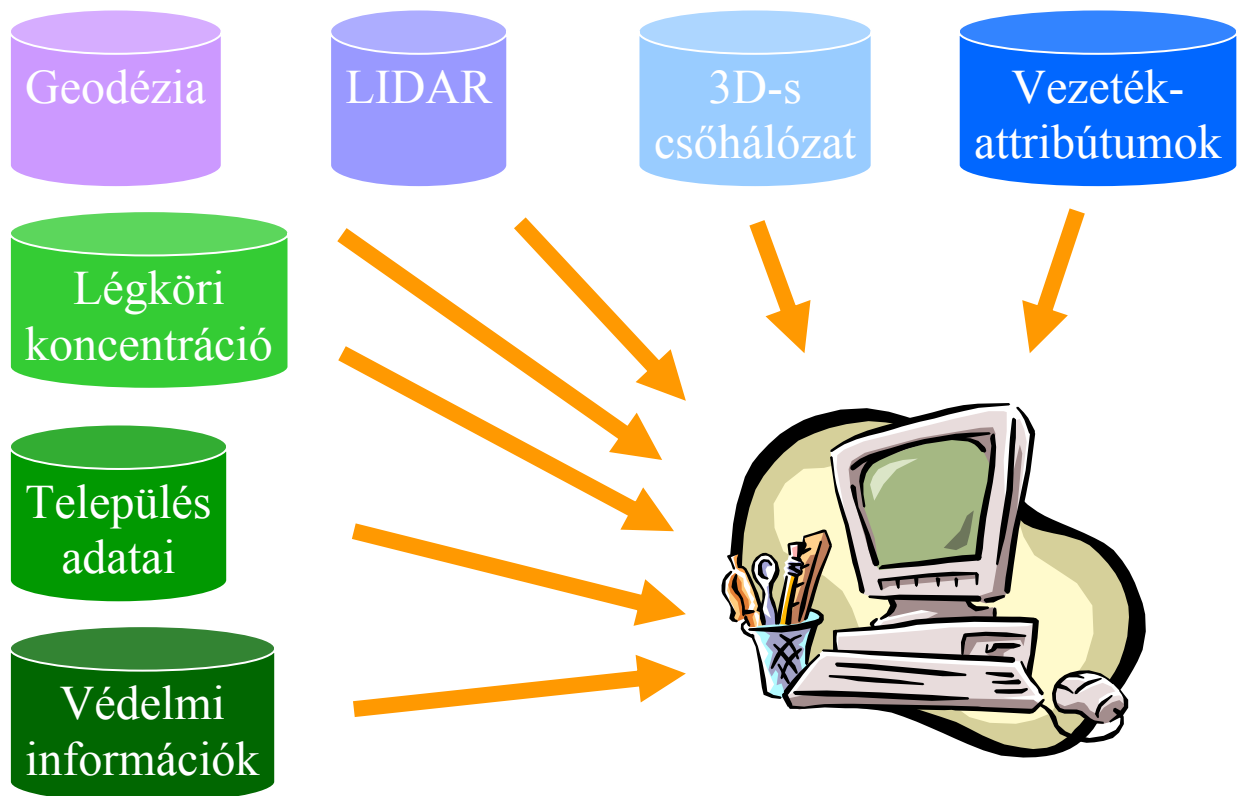
46. ábra: Épület belső felmérésének helyszínrajza (saját forrás)

A belső berendezések esetén is alkalmazható a lézerszkenneléses felmérés, de a költségkímélés szempontjait figyelembe véve alkalmazható a helyszínrajzot kiegészítő hagyományos gépészeti dokumentáció is, ahol a 3D-s információ a nézetrajzok (elöl, oldalt, felülnézet) alapján nyerhetők ki (47. ábra).



47.ábra: Veszélyes üzem berendezésének nézetrajz alapú digitális dokumentációja a kapcsolódó adattáblával (saját forrás)

Az épületek belső felmérése kapcsán szükségesnek tartom megjegyezni, hogy az **épületbelső helyszínrajzát** - a felső küszöbértékű veszélyes üzem teljes térképi-térbeli dokumentációjához hasonlóan – **az országos EOVS koordinátarendszerben kell megadni és tárolni**. Az egyes készülékek, berendezések külön dokumentációit a helyszínrajzon kapcsolt dokumentumként kell letárolni. Üzemi bemenő adattípusokat mutat a 48. ábra.



48.ábra: Az üzem térinformatikai rendszerének bemenő (input) adatai (saját forrás)

3.2. Holovíziós megjelenítő rendszer alkalmazása

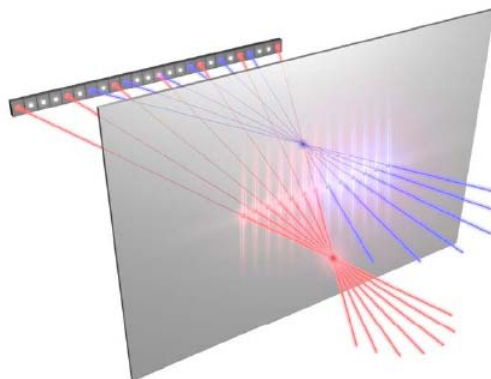
3.2.1. A Holovízió technológiája

A holovízió a jól ismert hologrammok elvén alapuló korszerű, dinamikus megjelenítő eszköz. A berendezést egy hazai kutatóműhely fejlesztte, a Holografika Kft. A cég által fejlesztett holovíziós berendezések más 3D-s megjelenítő eszközöknél szebb, körbejárható képet biztosítanak, ráadásul egy adott térben előállított képet többen is szemlélhetnek (szemben a speciális szemüveget használó más megjelenítőkkel).

A rendszer nagy előnye, hogy a hagyományos 2D-s képalkotó eszközök elvét továbbfejlesztve kínál korszerű, dinamikus megjelenítést. A rendszer alkalmas egyedi igények szerinti testre-szabásra, vagyis tetszőleges felhasználói tartalom térbeli megjelenítésére.

A térbeli megjelenítés több információt tartalmaz, mint a síkbeli. A legegyszerűbb, sztereó képpáros megjelenítés is ezen alapszik, hiszen itt is van egy bal és egy jobb kép, vagyis kétszeres információmennyiségről beszélhetünk. Az ún. „multi-view” eszközök a hagyományos képernyőpixel helyett, 9-16 irányt megkülönböztető nézetet, tudnak kezelni.

A holovízió lelke egy holografikus képernyő, amely voxelekből épül fel. A voxel ennek a speciális képernyőnek egyetlen pontja. Jellemzője, hogy a voxelek képesek a különböző színű, intenzitású, és főleg különböző irányból érkező fénysugarakat szabályozott módon átengedni. A fénysugarak előállítását speciális geometria szerint elrendezett, a projektorokhoz hasonlítható fényforrások végzik. A fénysugarak összességéből a speciális holovíziós képernyő segítségével áll elő a 3D-s kép.



49. ábra: A Holovízió sematikus ábrája: a különböző irányból érkező fénysugarak eltérő síkban metszhetik egymást (forrás: www.holografika.com)

A különböző irányú fénysugarakból a képernyő speciális tulajdonságai miatt nem csak a képernyő síkjában áll össze a kép. A **3D-s megjelenítés** a holovízió esetében **azt jelenti, hogy az egyes térbeli pontokat alkotó fénysugarak a képernyő előtt, illetve mögött is találkozhatnak.** Vagyis a nézők „belesétálhatnak” a kép egy részébe (a vászon előtt keletkező részbe) (49. ábra).

A **rendszer mentes az** úgynevezett multi-view rendszerű megjelenítők hátrányát jelentő **áttűnésektől**, amikor az egyik irányba néző felületdarab képe még bezavar a következő képrészletbe. A **holovízió** ezen felül **kiküszöböli a** hagyományos holografikus rendszerekre jellemző **többszörösen redundáns adatmennyiséget**, ezáltal megvalósíthatóbb alternatívát jelent. A holovízió által előállított kép **természetes színeket használ**, ezáltal **megjelenítése életszerű**, azonnal megszokható, mindezek mellett a szemet sem fárasztja.

A Holovízióban csak a **fényforrások helye rögzített**: a belőlük kiinduló **fénysugarak iránya variálható**. Ugyanígy nincs semmilyen megkötés a képernyőre sem: egy adott pontban bármilyen irányú, és színű fénysugár áthatolhat, egyszerre több irányból (fényforrás felől) is érkezhethet jel. A vetítési helyekről a képernyő hátoldalára érkező fény törésszöge egyben meghatározza a néző oldalán értelmezett kilépési szöget is: ezáltal lehet megkomponálni a létrehozandó képet.

A fentiek miatt nincs a képernyőn olyan fénytörést biztosító prizmarendszer, mint a hagyományos multi-view rendszereknél, ezáltal elmarad az ott megszokott, a köztes irányokra jellemző „szellemkép”. A Holovízió a multi-view rendszereknél jóval több képforrást tartalmaz, ezáltal a mozgás során nincs akadozás, a látvány helyzetéről helyzetre, minimális ugrás (szakadás) nélkül is folyamatosan változik. A néző szemszögéből pillanatnyilag látszó kép is egyszerre több fényforrás képéből tevődik össze. A holovízió esetében a **mélység-élesség is nagyobb**, mint más technológiáknál.

A rendszer nagy előnye, hogy a térbeli kép élvezetéhez semmilyen kiegészítő eszközre (3D-s „Virtual Reality” sisak, speciális szemüveg) nincs szükség, illetve, hogy egyetlen képernyő több ember számára is ugyanazt a 3 dimenziós élményt nyújtja. A többszereplős megtekintés főleg akkor nagyon hasznos, amikor a valós idejű 3D-s térmodellt döntési szituációban kell alkalmazni, hiszen így a szakértői csoport számára biztosítjuk a realisztikus ábrázolást. A fentiek miatt értelemszerűen nincs megkötve a néző pozíciója sem, mivel a térbeli kép a képernyő előtti térségben mindenütt élvezhető.

Más rendszerekkel összehasonlítva a Holovízió által ábrázolt tárgyak stabilan egy

helyben látszanak (más eszközöknél a forgatás hatására változik a tárgy helye is), így **a precíz geometriai adatok minden pillanatban érvényesek.**

A rendszer rugalmasan telepíthető a felhasználói igényekhez igazodva: a képernyő mérete lehet egy teljes fal méretével megegyező is (pl.: vészhelyzeti irányító-központ), a képernyő lehet íves kialakítású. A méret növekedésével a készülék fényereje nem csökken. Hátránya ugyanakkor, hogy a készülék a képernyőn túl is viszonylag jelentős helyet foglal, ami fix beépítést és installálást feltételez.

A Holovízió jól beilleszthető a szabványos számítástechnikai rendszerekbe. Maga a megjelenítő is több számítógépet foglal magába (ezek az egyes projektorok képét számolják ki és vezérlik), de a rendszer magját a Windows környezetre fejlesztett OpenGL grafikus leíró nyelv képezi. A Windows környezetnek hála a rendszer minden olyan program jelét képes fogadni, amely ezen operációs rendszer alatt futtatható, vagyis **alkalmas például 3D-s tervek megjelenítésére is.**

A rendszer fényereje normál irodai fények mellett is élvezhető képet biztosít. A kép felbontása olyan nagy, hogy a keletkezett kép minden pontja élesen látszódik. 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. Az egyszerűbb példák közé tartozik, amikor 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.

3.3. Térinformatikai adatbázisok kezelése 3D-ben

3.3.1. A 3. dimenzió a hagyományos térinformatikában

A mérnöki szoftverek, illetve a térinformatikai alkalmazások jelenleg is sokféleképpen kezelik a 3D-s adatokat. Egy dologban azonban mindegyik azonos: a kijelzés korlátai miatt a szoftverek által kezelt 3D-s tartalom mindig csak 2D-ben jelenik meg a képernyőn. Ez hatalmas információvesztést eredményez, ami miatt meglehetősen nagy kompromisszumokat kell kötni az alkalmazóknak.

A legtöbb alkalmazásban lehet 3D-s adatokkal is dolgozni, de a tényleges

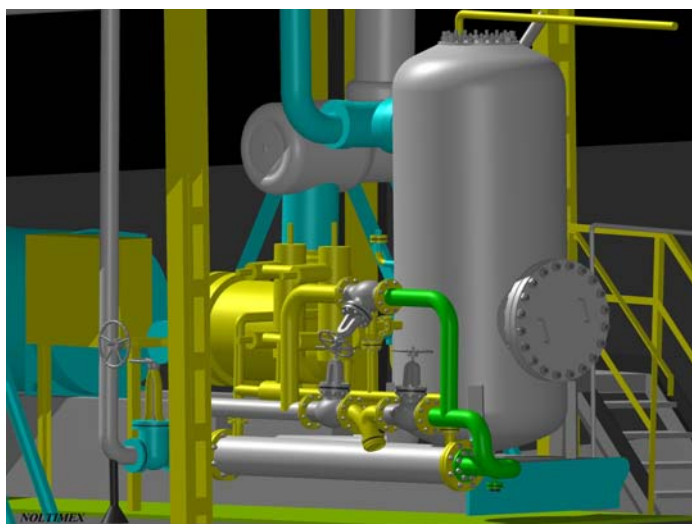
térinformatikai lehetőségek legnagyobb részét csak a 2D-s síkban érhetők el. Topológiai modellezés és vizsgálat legtöbbször csak a síkban lévő rajzi elemeknél végezhető, a topológiai hibák javítására a 3D-s eszközök nem mindig adnak megfelelő eredményt.

A „Z” magassági értékek használata talán a CAD programokból eredeztethető térinformatikai rendszereknél a legcélszerűbb. Az „igazi”, kifejezetten térinformatikai célú szoftverrendszerek térbeli képességei messze nem érik el egy átlagos mérnöki szoftver tudását. Nehézkesen, vagy egyáltalán nem lehet velük kezelni például bármilyen, térben ábrázolt csővezeték-rendszer adatait.

A „klasszikus” térinformatikai rendszerekre jellemző, hogy magasságábrázolásuk elnagyolt, a domborzatmodell felbontása nem felel meg a mérnöki igényeknek.

Közelebb járnak a megoldáshoz a CAD alapú szoftvergyártók ahhoz, hogy valós 3D-s műszaki-térinformatikai rendszert alkossanak. Ennek oka, hogy az iparági megoldások közt ezeknél a gyártóknál már most léteznek olyan 3D-s, ipari csővezetékek tervezését és megtekintését magas fokon biztosító szakalkalmazások, amelyek rendelkeznek alapvető térinformatikai tudással. Erre példa a Bentley cég „Plant” termékcsaládja, melynek része például a Bentley Navigator adatmegtekintő és elemző eszköz. Mit jelent ez a gyakorlatban?

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.



50. ábra Veszélyes üzem egyik létesítménye valóság-hű 3D-s látványképe (Forrás: Noltimex Kft, saját forrás)

A 3D-s megjelenítés a példaképpen említett programban már majdnem megközelíti egy játékszoftver által nyújtott élményt, miközben a pontossága megfelel a mérnöki rendszerek elvárt precizitásának (50. ábra). Hozzá kell tenni azt is, hogy a rendkívül kifinomult térbeli megjelenítésen túl ezek a szoftverek rendelkeznek olyan térinformatikai elemzéshez is használható eszközökkel, amelyek messze túlmutatnak a hagyományos, 2D alapú rendszerek jellemzőin. Ezen alkalmazások már eleve alkalmasak az elemek és adattáblák egymáshoz rendeléséhez, vagyis a grafika leíró adatokkal történő összekapcsolására.

A fejlettebb csőtervező programok elemző képességeit mutatja, hogy alkalmasak bonyolultabb csőhálózatok, berendezések, szerelvények esetében az átfedések vizsgálatára, illetve a technológiának megfelelő kapacitásvizsgálatra (ahol a kapcsolt adatsorok alapján is végez elemzést a rendszer). Némi fejlesztéssel ez a rendszer alkalmas lehet a teljes 3D-s térinformatikai elemző eszköztár kiépítésére.

Lehet szó a térbeli modellezésről, az ehhez kapcsolódó 3D-s térinformatikai elemzésről, de még mindig nem jutottunk túl a megjelenítés problémáján. Egyrészt a megjelenítési technológia jelenleg is fejlődik, az előző fejezetben bemutatott holovíziós megoldás is sokat segít ebben. A másik része a dolognak, hogy egy előremutató térinformatikai rendszer minden elemének fel kell nőnie a 3D-s megjelenítés nyújtotta többlet lehetőségekhez.

Tehát nem csak arról van szó, hogy egy előremutató hardver rendszer szükséges, hanem mindezt olyan korszerű, részben csak később kifejlesztendő szoftveres technológiákkal kell ötvözni, amelyek valódi előrelépést jelentenek az adatkezelésben és elemzésben.

3.3.2. 3 dimenziós adatkapcsolatok a veszélyes üzemek térinformatikai rendszerében

A hagyományos térinformatikai rendszerekben az adatok kezelése, az adatok elemzése, valamint a kapcsolódó információk elérése mind a rendszer eszközein keresztül történik. A megjelenítésre és az interakciók nyomon követésére jelenleg a hagyományos képernyő alapú megjelenítés szolgál, annak minden korlátaival.

A koncepcióm szerint kialakítandó térinformatikai rendszerben a valós idejű 3D-s megjelenítők (pl. holovízió) alkalmazásával elérhető az, hogy a térbeli adatstruktúra valóban a térben jelenik meg, elszakadva a képernyős megjelenítés korlátaival. Ennek több előnye is

létezik. Elsősorban azért jobb ez a módszer, mert a **térinformatikai alkalmazás kezelése**, főleg az adatelemzés **átláthatóbbá, szemléletesebbé** válik. Fontos szempont, hogy a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos ipari balesetek kapcsán a nem térinformatikus képesítésű szakértők, érintettek is belelátanak a döntéshozás, adatelemzés fázisaiba, hiszen ennek térbeli kivetülését a saját szemükkel követhetik.

A 3D-s kockázatelemzés azért nyit meg új utakat, mert a legtöbb terjedési modell (bemenő adat, terepmodell híján) nem tudja figyelembe venni a környezet domborzatát, ami pedig alapvetően befolyásolja a kiszabaduló gázok terjedését. A kockázatelemzést új szintre emeli, ha a vészhelyzeti scenáriók elemzése csapatmunka keretében, a 3D-s megjelenítő térben történik. A **3D-s térbeli pozícionálás**, a holovíziós rendszerhez kapcsolódó helyzet és mozgásérzékelő rendszer társításával, **szinte teljesen függetleníthető az eddigi billentyűzet - egér alapú adatbeviteltől**.

A 3D-s mozgásérzékelő rendszer használatával különösen látványos a grafikai elemekhez kapcsolódó egyéb leíró adatok és más, külön állományban kezelt kapcsolódó dokumentációk használata.

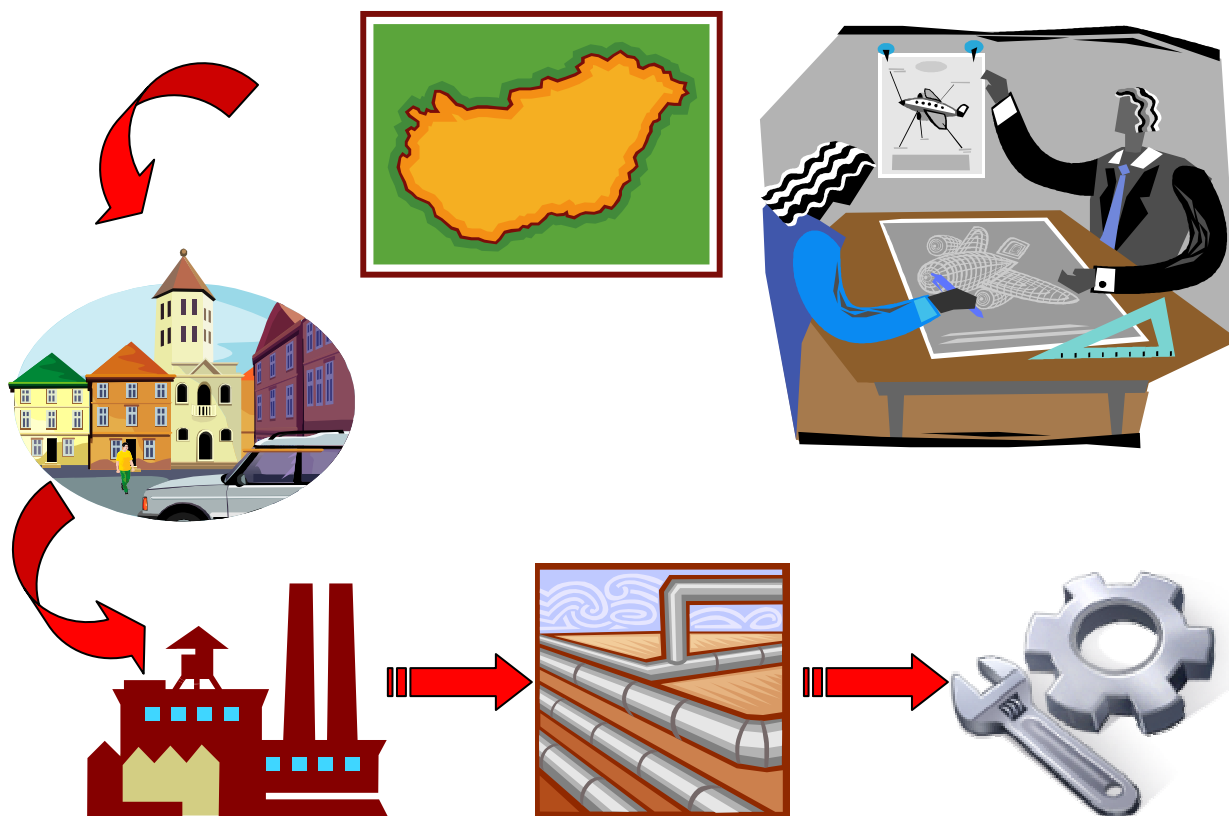
Az általam elképzelt térinformatikai rendszer, a jövőben, szélesebb körben, elterjedő, technológiák alkalmazására épül. Konkrét alkalmazás például az lesz, amikor a **felső küszöbértékű veszélyes üzemek biztonsági jelentése** a fent részletezett korszerű, előremutató **3D-s technológiák által jön létre**.

Mit jelent ez? A jövőben az OKF rendelkezésére állnak azok a térinformatikai alkotóelemek, amelyek az egyes vészhelyzetek, vagy szimulált vészhelyzetek elemzését lehetővé teszik. A térinformatikai alkotóelemek döntően a biztonsági jelentés korszerű, digitális, digitális elemzésre alkalmas formátumú részeit jelentik.

A védekezést irányító személy, ezen információk birtokában saját maga, a 3D-s megjelenítés lehetőségeit és erőnyeit kihasználva állítja össze azon információkat, amelyek a biztonsági jelentésből az adott, vagy szimulált káresemény elhárításához nélkülözhetetlenek. A félreértések elkerülése végett: **nem a vészhelyzetben történik az adatok előállítás**a, illetve több időt igénylő elemzése. A katasztrófhelyzetben csak a korábban rendszerezett információk előkeresése és az ezekből levonható feladatok megállapítása zajlik.

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, vagy baleset-megelőzési elemzés során azzal a feltételezéssel

élünk, hogy meghibásodik. A hibás alkatrész beazonosítása megtörtént, a veszélyhelyzet nyilvánvaló. A feladat: a kockázatok és a teendők meghatározása, a katasztrófa elkerülése, a károkozás korlátozása.



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

A **baleseti vészhelyzet térbeli elemzésének sémája** a következő (51. ábra): Az első közelítésben a védekezés irányítói az OKF-nél 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 hagyományos biztonsági jelentésben ez a „környezet bemutatása” című fejezetnek felel meg.)

A 3D-s holovíziós megjelenítésnek köszönhetően egyből látszanak a terepidomok (völgyek, hegyvonulatok), amelyek a veszélyes anyagok terjedését befolyásolják. Ugyancsak a térben elemezve sokkal szemléletesebb az egyes települések helyzete. Nem csak azt látjuk, hogy valamely két település egyaránt 5-5 km-re van a veszélyes üzemtől, hanem azt is, hogy az egyiket nem igazán veszélyezteti a szennyeződés, hiszen egy magas dombosor választja el az üzemtől. Már ez is segíti a védekezést, hiszen a védelmi erőket koncentráltabban,

irányítottabban lehet bevetni.

A hagyományos terepmodellen felül a 3D-s, holovíziós technológia még egy területen alkalmas nagyon szemléletes megjelenítésre. A területen lévő **meteorológiai állomások** aktuális széljárás adatainak, valamint a **vegyi monitoring állomások** digitális **adatainak megjelenítésével** nagyon pontosan **modellezhető** a kiáramló **gázok feltételezett terjedése**. A hagyományos biztonsági jelentés ugyan tartalmaz adatot az uralkodó széljárásra, de ez jelentősen eltérhet az aktuális helyzettől. A **holovíziós technológiával** a kiszabaduló **gázok áramlása térben követhető**, veszélyességük, koncentrációjuk modellezésével. Baleset-megelőzési szimuláció során a bemenő külső monitoring rendszerek adatai változtathatóak.

A környező terület bemutatása után a megjelenítés fókuszába az üzem kerül. Ez a hagyományos dokumentációban is külön fejezet, az általam létrehozott korszerű térinformatikai rendszerkonceptióban 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. Jól beazonosíthatók azon egységek, amelyek a mentésben szerepet kapnak, vagy kaphatnak, ahol az emberéletek mentése a cél, azon egységek, amelyeket a bekövetkezett káresemény továbbterjedése közvetlenül veszélyeztet, vagy azon egységek is, amelyekre a káresemény várhatóan semmilyen hatással nem lesz. Mindezt a térinformatikában használatos átszínezéssel (tematikus térképek), részben automatizálva vagy térbeli rámutatással hajtjuk végre.

Az üzem szintjén vizsgálva a baleset lehetséges következményeit, ugyanazon elemzéseket, terjedésvizsgálatokat futtatjuk le, mint korábban, amikor még az üzem környezetének szintjén mozogtunk. Itt azonban már részletesebbek az eredmények, amelyek a valós 3D-s vizsgálat miatt közvetlenül kihatnak, vagy kihathatnak a mentés menetére. Gondoljunk csak arra, hogy a baleset közvetlen közelében minden káros hatás koncentrációja nagyobb, hatása sokkal veszélyesebb, ezért akár a menekülő és mentési felvonuló utak kiválasztásának is milyen fontos a szerepe.

Az **üzem szintjén egybeépül a korszerű geodéziai felmérések eredménye**. A légitfotók, 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 üzem belüli navigáció kiindulópontja a teljes üzem 3D-ben megjelenített képe (a korábbi módszernél: az üzem helyszínrajza). A **holovíziós térben a védekezést irányító vezető**, vagy a baleset-megelőzési elemzést végző személy 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 dinamikusán, fokozatos átmenettel, a felhasználó számára szinte láthatatlanul.

Az egyes üzemi létesítmények szintjén megjelenik az épületek 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 dinamikusán változik. Hasonló módon lehet navigálni az épületeken belül is.

A fenti módokon eljutottunk az üzem környezetének tanulmányozásától az egyes elemekig. A védekezés, vagy 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.

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.

Szintén hasznos funkció, amely csak részben kapcsolódik a térinformatikához, ha az egyes elemek meghibásodása kapcsán a rendszer a teljes technológiai folyamat elemzésével mutatja meg a kapcsolódó veszélyeztetett berendezéseket. A veszélyeztetett berendezések térbeli kivetítése alkalmas a kapcsolódó berendezés dokumentációjának vizsgálatára.

A fent részletezettek alapján megállapítható, hogy a holovíziós technológia és a mozgásérzékelő eszközök, valamint a térbeli adatkapcsolatok együttes alkalmazása nem csupán a rendszer adatbázisában tárolt adatok passzív háromdimenziós megjelenítésére alkalmas, hanem a balesetek megelőzését célzó elemzések végrehajtásában is aktív szerepet tölt be. Az ember és gép kapcsolat a szimulációs tevékenység során interaktivitást mutat. A mindenre kiterjedő felmérés adathalmaza lehetővé teszi a létesítmények legeldugottabb zugában lévő alkatrészek folyamatosan történő figyelését, lehetőséget teremtve az

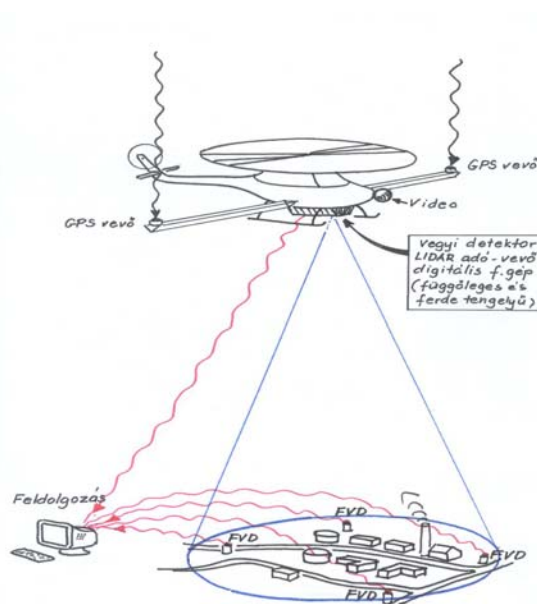
üzemeltetők számára a folyamatos karbantartást, ezáltal minimálisra csökkentve az alkatrészek meghibásodásából származó balesetek bekövetkezésének kockázatát.

Valamennyi felbontás mellett a rendszer képes térbeli mozgóképet előállítani. Ehhez természetesen erős számítókapacitás (hardver) és precíz 3D-s adatok kellenek. A 3D-s adatok előállításáról korábban már bőszéggel esett szó. Elsősorban **a LIDAR felmérések nyers vagy szerkesztett pontfelhői alapján lehet a tér fontos elemeit a holovízióval szemlélni**. Olyan technológia is bevezethető, amely a felmérések alapján valóságghú, 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.

3.3.3. Valósídejű légi adatnyerés LIDAR technológiával

A korábban bemutatott LIDAR technológiának lehetséges egy továbbfejlesztett alkalmazása a felső küszöbértékű veszélyes üzemeknél. A felső küszöbértékű veszélyes üzemek, koncepcióm szerint kialakítandó, térinformációs rendszerének 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 nyerve a veszélyes anyag terjedéséről.

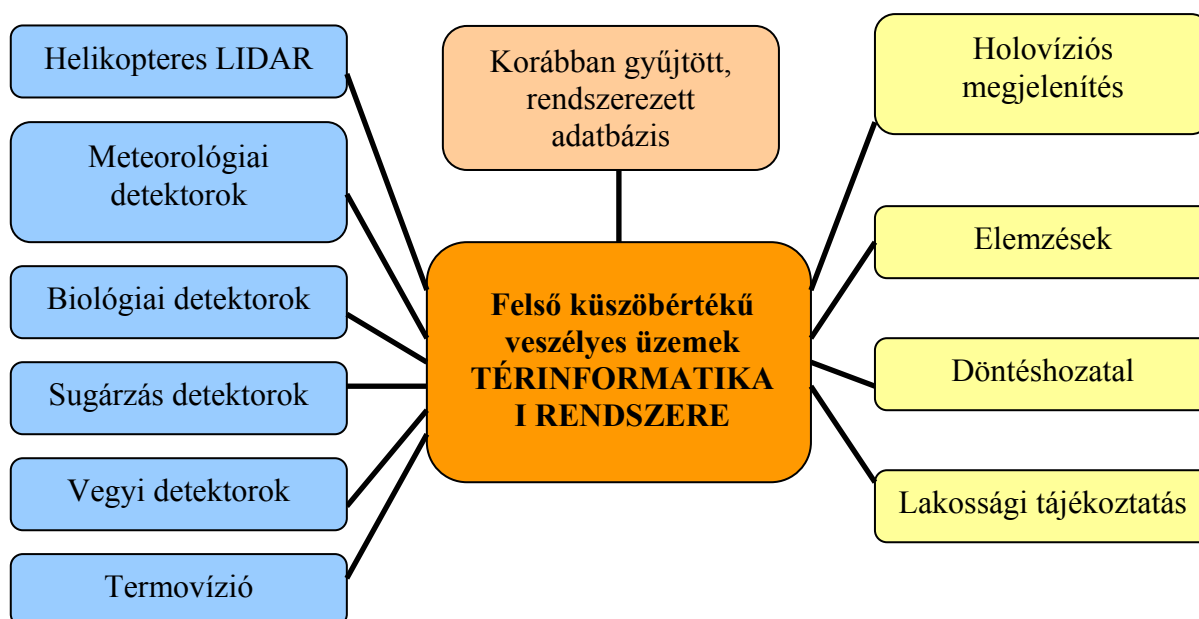
Javaslatom sémáját mutatja be az 52. ábra. Adott a repülő eszköz, mely a LIDAR berendezést hordozza. A pozícionálást a gépen elhelyezett GPS- és inercia-rendszer teszi lehetővé. Ezen adatok birtokában minden pillanatban, valós időben meghatározható a hordozójárművön lévő légi detektorok helyzete. A lézeres letapogatást kiegészíti egy 360 fokos szögben elforgatható videokamera, amely videó jelet továbbít a földön elhelyezkedő feldolgozó egységnek. Itt történik a LIDAR felmérés eredményeinek analízálása is. A kiértékelte 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.



52. ábra: Valós idejű légi LIDAR felmérés baleset esetén (saját forrás)

A légi megfigyelés során termovíziós kamera alkalmazását is, javasolom 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.



53. 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 rendszertervnek, ezért az on-line beérkező adatok is alkalmasak a korábban bemutatott térinformatikai elemzések elvégzésére, tematikus térképek készíthetők belőlük. Egyesítve az on-line LIDAR megfigyelést a holovíziós megjelenítési technológiával, **létrejön egy valós idejű, veszélyes üzemi baleseti elemző és elhárító rendszer, amely mind az adatgyűjtést, mind az adatok publikálását 3D-ben végzi** (53. ábra).

Az itt leírtak csak látszólagos ellentmondásban vannak az értekezés címével, ugyanis minden bekövetkezett baleset során nyert tapasztalat felhasználható egy esetleges későbbi baleset megelőzésében a baleset során foganatosított intézkedések tapasztalatait a levont következtetéseket beépíthetjük a balesetek elleni védekezés tervezése során.

Már korábban is történtek kísérletek a LIDAR rendszerek vegyi detektorként való használatával kapcsolatban, amikor is az érzékelők nem a felszínen, rögzített helyen, hanem légi járművön kerülnek elhelyezésre. Úgy gondolom, hogy a letisztult, üzemszerűen alkalmazható megoldás kifejlesztése hamarosan eredményt hoz.

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. Ennek reményében dolgoztam ki és részleteztem az előző fejezetekben egy korszerű térinformatikai rendszer egy lehetséges kiépítésének javasolt munkamenetét, folyamatát.

Jelenleg még újdonságnak tűnik az általam kigondolt, és részletezett megoldás de a közeljövőben egészen biztosan megvalósítható lesz a felső küszöbértékű veszélyes üzemek részére egy valós idejű 3D-s adatgyűjtés és holovíziós megjelenítés, természetesen a megfelelő térinformatikai elemző funkciókkal kiegészítve.

3.4. Korszerű térinformatikai mintaadatbázis használata – összefoglalás

Dolgozatom harmadik fejezetében egy korszerű és előremutató módon kiépített térinformatikai **mintaadatbázis használatát** mutattam be. Elsőként egy hagyományosabb, térképi megközelítésben dolgoztam fel egy veszélyes üzemet. Természetesen a teljes **munkafolyamat alapja a digitális adat**, eszköze pedig a számítógép. Az üzem alaptérképe digitális formában készült, melyet különféle egyéb felmérések egészítettek ki. Legfontosabb ezek közül az üzem közművezetékeinek térképe (adatbázis-csatlakozásokkal), illetve az egyes épületeken belül a gépek, berendezések helyszínrajza. Az egyes berendezések adatait szintén a rendszerben tároltam le.

Az üzemen belüli összetett csőhálózat geometriai meghatározását az igen korszerű földi lézerszkennerek segítségével végeztem el. A nyers pontfelhő alapján valós méreteket tükröző, 3D-s, CAD szoftverben készült vektoros geometriai adatok jöttek létre, amelyek a különféle elemzések elvégzésére alkalmasak.

A következő szakaszban rámutattam arra a paradoxonra, hogy az általánosan elterjedt térinformatikai-műszaki rendszerek egyre fejlettebb 3D-s térbeli adatok kezelésére képesek ugyan, mégis a 2D-s megjelenítő felületek korlátaiba ütközünk lépten-nyomon. Ezen ellentmondás feloldására a **holovíziós megjelenítés alkalmazását tartom a megfelelő megoldásnak**. A holovízió egyik legnagyobb előnye ugyanis éppen az, hogy más kijelzőkkel ellentétben valós 3D-s térben történő megjelenítést tesz lehetővé.

A megjelenítés kérdésein túlmutatva olyan 3D-s térinformatikai alkalmazást mutattam be, ahol az adatbázisban történő navigálás, illetve a keresések egy része is a 3D-s térben zajlik. Ezt szintén a holovíziós megjelenítéssel lehet elérni, melyet térbeli mozgásérzékelők egészítenek ki. Bemutattam, hogyan lehet ezen eszközök együttes alkalmazásával egy teljes védekezési folyamatot áttekinteni, hogyan lehet az országos szinttől valódi térélményt nyújtva eljutni az üzem környezetének bemutatásáig, majd tovább az üzem belsejébe, egészen a meghibásodott alkatrész részletes vizsgálatáig.

A záró szakaszban egy olyan példát hoztam, mely szintén jelentős újdonságot jelent. A veszélyes anyagok kimutatását szolgáló detektorok légi járműre helyezését kiegészítettem azzal, hogy a korábban bemutatott térbeli térinformatikai adatbázis a baleset bekövetkezése után az on-line beérkező detektált adatok azonnali, térbeli feldolgozásával segíti a védekezés és a baleset-megelőzés összetett munkafolyamatát, a rendelkezésre álló erőforrások minél optimálisabb elosztását.

IV. AZ ÉRTEKEZÉS ÖSSZEGZÉSE

Értekezésemben a magyarországi vegyipari felső küszöbértékű üzemek által kötelezően készítenő biztonsági jelentés összeállítása kapcsán felmerülő térinformatikai lehetőségek kerültek tárgyalásra. 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 rendszer kialakítására is.

A térinformációs rendszerrel kapcsolatos elvárások elemzése kapcsán

Kidolgoztam azt a folyamatot, amelynek során a hagyományos biztonsági jelentés egy korszerű, a térinformatikai eszközeivel kezelhető adattartalommal válik. Meghatároztam a térinformatika feladatát a térinformációs rendszerek szerepét. Megvizsgáltam a veszélyes anyagok okozta, súlyos ipari balesetek elleni védekezés törvényi eszközrendszerét a térinformatikai tartalom szemszögéből.

Összegeztem mindazon korszerű térinformatikai eszközöket, módszereket, illetve eljárásokat, amelyek alkalmazhatók az adatnyerési eljárásokban. Törekedtem arra, hogy kiemelt szerepet kapjanak az elsődleges adatgyűjtési módszerek, szemben a levezetett, korábbi felméréseken alapuló adatok költséges utófeldolgozásával.

A rendszerbe kerülő térinformatikai adatok elemzése során

Megvizsgáltam az egyes adattípusokkal kapcsolatban az adatok észlelésével, fogadásával, gyűjtésével, tárolásával, feldolgozásával, értékelésével kapcsolatos problémákat. A rendszer tartalmi felépítését alapvetően a biztonsági jelentés tartalmi elemeit részletező jogszabály alapján alakítottam ki.

Az egész hosszú távú megvalósítási folyamatot, az adatgyűjtés „köré” építettem, mert ezt látom az egyetlen járható útnak. Elemeztem a súlyos ipari balesetek elleni védekezéssel kapcsolatban létrehozott térinformációs rendszer adatbázisának lehetséges feltöltési problémáit. Megfogalmaztam a megfelelő térinformációs szoftverrendszer kiválasztásának szempontrendszerét.

A létrehozandó térinformációs rendszer felépítésének vizsgálata során.

Kidolgoztam egy átfogó mérnöki „veszélyes üzemi” térinformációs rendszer

kialakításának legfontosabb lépéseit. Elsődleges szempontom volt, hogy egy használható és megvalósítható, az állami szervek és a privát tulajdonú üzemek között esetleg meglévő érdekellentétet figyelembe vevő rendszer jöjjön létre. A koncepcióm szerint kifejlesztendő rendszer egy országos áttekintő, és egy üzemi szintű alrendszerből áll. Mindkét alrendszer modulokból épül tovább. A fejlesztési tervet időben három fázisra bontottam.

Térinformatikai mintaprojekt kidolgozása kapcsán.

Adatgyűjtést végeztem mintaprojekt kialakításához.

Olyan 3D-s térinformatikai alkalmazást mutattam be, ahol az adatbázisban történő navigálás, illetve a keresések egy része is a 3D-s térben zajlik. Ezt a holovíziós megjelenítéssel lehet elérni, melyet térbeli mozgásérzékelők egészítenek ki. Bemutattam, hogyan lehet ezen eszközök együttes alkalmazásával egy teljes védekezési folyamatot áttekinteni, hogyan lehet az országos szinttől valódi térélményt nyújtva eljutni az üzem környezetének bemutatásáig, majd tovább az üzem belsejébe, egészen a meghibásodott alkatrész részletes vizsgálatáig.

A kockázatelemzést új szintre emeltem azzal, hogy a vészhelyzeti scenáriók elemzését csapatmunka keretében, a 3D-s megjelenítő térbe helyeztem el. Rámutattam arra, hogy a 3D-s térbeli pozicionálás, a holovíziós rendszerhez kapcsolódó helyzet és mozgásérzékelő rendszer társításával, szinte teljesen függetleníthető az eddigi billentyűzet - egér alapú adatbeviteltől. A 3D-s mozgásérzékelő rendszer használatával különösen látványos a grafikai elemekhez kapcsolódó egyéb leíró adatok és más, külön állományban kezelt kapcsolódó dokumentációk használata.

A baleset bekövetkezése utáni bemenő adatok is részét képezik a koncepcióm szerint kidolgozandó térinformatikai rendszernek, ezért az on-line beérkező adatok is alkalmasak a korábban bemutatott térinformatikai elemzések elvégzésére, tematikus térképek készíthetők belőlük. Egyesítve az on-line LIDAR megfigyelést a holovíziós megjelenítési technológiával, létrejön egy valós idejű, veszélyes üzemi baleseti elemző és elhárító rendszer, amely mind az adatgyűjtést, mind az adatok publikálását 3D-ben végzi.

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

V. KÖVETKEZTETÉSEK

A koncepcióm szerint létrehozandó térinformatikai rendszerrel kapcsolatos elvárások elemzése kapcsán levont következtetésem az, hogy:

- Addig nem beszélhetünk érdemben a térinformatika szerepéről, a veszélyes anyagok okozta súlyos ipari balesetek megelőzése témakörben, amíg gyakorlatilag nem létezik egy, egységesen használható, konzisztens adathalmazzal dolgozó, legalább a felső küszöbértékű üzemek vonatkozásában működő, a hatóság számára is hasznosítható, egész országot lefedő, valós adatokon nyugvó „veszélyes üzemi” térinformációs rendszer, amely adattartalmában vetekedhetne a jelenleg papíron tárolt adatmennyiséggel.

- A korszerű térinformatikai vívmányok jelenleg még nem kerültek széleskörű alkalmazásra a vegyipari felső küszöbértékű veszélyes üzemeknél a súlyos ipari balesetek elleni védekezésben, holott a jelenleginél sokkal könnyebb adatelérést, illetve komplexebb adatelemzést biztosítanának egy esetleges katasztrófahelyzetben.

- A jelenlegi jogi szabályozás nem tér ki részletesen a térinformatika alkalmazásának szükségességére, az adatszolgáltatás jellemzően papír alapon történik, ennek minden hátrányával együtt.

A koncepcióm szerint kidolgozandó rendszerbe kerülő térinformatikai adatok elemzése kapcsán a következtetésem az, hogy:

- Az adatokhoz történő széleskörű hozzáférés a „veszélyes üzemi” térinformációs rendszer megvalósíthatóságának, és sikerének a kulcsa.

- A hardver és szoftverbeszerzések helyett **az adatgyűjtést kell a projekt főszereplőjévé tenni**, főleg az anyagi ráfordítások tekintetében.

- A csak térinformatikai célokra alkalmas szoftverek helyett inkább a **térinformatikai és műszaki feladatokra egyaránt alkalmas szoftverek használatára kell törekedni**.

A létrehozandó térinformációs rendszer kiépítésének vizsgálata kapcsán levonható az a következtetés, hogy:

- Kialakítható egy olyan térinformációs rendszer, amely megkönnyíti a veszélyes üzemek vezetői, valamint, a károk elhárításában közvetlenül és közvetve érintett szervezetek operatív irányító szerveinek, vezetőinek, a hatékonyabb intézkedések megtételét mind a megelőzési mind pedig a kárelhárítási munkák során.

- A koncepcióm alapján kifejlesztett térinformációs rendszer nemcsak az országos adatszolgáltatás teljesítésére lesz képes, hanem az üzem belüli irányítási rendszert is ki tudja szolgálni.

Térinformatikai mintaprojekt kidolgozása kapcsán levonható következtetés, hogy:

- A korszerű térinformatikai rendszerek bemenő adatainak is korszerűnek kell lennie. A veszélyes üzemek felmérésekor **nagy hangsúlyt kell fektetni a térbeliségre**, a nagyfelbontású térbeli ponthalmaz előállítását végző eszközök alkalmazására. A veszélyes üzemek felmérése kapcsán **kiemelt szerepet kell juttatni a lézerszkenneléses felméréseknek**, akár földi, akár légi bázisról készítve a felvételeket.

- A felső küszöbértékű veszélyes üzemeknél létfontosságú lehet, hogy az üzembről, 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.

- A térinformatikai rendszerek jelenleg legkevésbé korszerű eleme a megjelenítés. A jövő útja a holovíziós megjelenítés, ahol a **térbeli adatkapcsolások segítségével, az adatbázis felhasználója a térben mozogva, mozgásérzékelőkön keresztül kezeli a rendszert, hívja elő a kapcsolódó adatokat, adattáblákat, illetve lekérdezéseket.**

- Az adatfeltöltésnek egyrészt ki kell terjednie minden olyan adatra, amely a helyes döntések gyors meghozatalához szükséges, másrészt a rendszernek képesnek kell lennie, egy vész helyzetben is, világos, egyszerű és közérthető formában megmutatni a benne tárolt adatokat, illetve elemzéseket.

- A jövő rendszereiben **az on-line beérkező, légi járműre szerelt érzékelők által szolgáltatott adatok fogadására és azonnali feldolgozására is fel kell készíteni a korszerű, hosszú távra tervezett rendszereket.** Ezek adatainak feldolgozását, megjelenítését, hatáselemzését a valós 3D-s vetített térben kell megoldani.

VI. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A veszélyes anyagok okozta súlyos ipari balesetek elleni védekezés törvényi eszközszerének és a szakmai anyagoknak a térinformatikai tartalom szemszögéből történő mélyreható tanulmányozása és elemzése után, **kifejlesztettem egy „veszélyes üzemi” integrált térinformatikai alkalmazás koncepcióját.**

Az adott témakörben **elsőként dolgoztam ki egy országos áttekintő, és egy üzemi szintű alrendszerekből álló, modulokból felépülő, a vegyipari felső küszöbértékű üzemek vonatkozásában működő, a hatóság számára is hasznosítható, hazai körülményeknek legjobban megfelelő, egész országot lefedő, valós adatokon nyugvó egységes felépítésű, korszerű, a védekezést hatékonyan segítő, térinformációs rendszer háromfázisú fejlesztési tervét.**

Részletes megoldást adtam arra vonatkozóan, hogy az országos szintű, egységes térinformatikai hálózat kiépítése, belső logikája, hogyan lesz alkalmas egy ehhez kapcsolódó, de elsősorban az egyes üzemeken belüli önálló térinformatikai-irányítási rendszer kialakítására.

2. **Rendszerbe foglaltam** a veszélyes anyagok ipari alkalmazásával potenciálisan előforduló súlyos balesetek elleni védekezés tervezésekor használható korszerű térinformatikai eszközöket, eljárásokat, módszereket, amelyek alkalmazhatók az adatnyerési eljárásokban.

Kidolgoztam azt a folyamatot melynek során a hagyományos biztonsági jelentés egy korszerű, a térinformatikai eszközeivel kezelhető adattartalommal válik.

Kidolgoztam a lézerszkennerek különféle változataival történő elsődleges adatnyerési eljárásokat a felső küszöbértékű veszélyes üzemek térinformációs rendszerének kiépítése kapcsán.

3. Egy mintaterületi térinformációs rendszer és mintaadatbázis kiépítésén keresztül **elsőként dolgoztam ki** a baleseti vészhelyzet térbeli, holovíziós elemzésének sémáját, melynek során a kockázatelemzést **új szintre emeltem.**

A 3D-s térbeli pozicionálás, és a holovíziós rendszerhez kapcsolódó 3D-s helyzet és mozgásérzékelő rendszer használatával a grafikai elemekhez kapcsolódó leíró adatok és a külön állományban kezelt kapcsolódó dokumentációk használatát **egyszerűsítettem**.

4. Egyesítve az on-line LIDAR megfigyelést a holovíziós megjelenítési technológiával, **létrehoztam** egy **valós idejű**, veszélyes üzemi baleseti **elemző rendszert**. A rendszerből kinyerhető információk és a bekövetkezett balesetnél fogatosított intézkedések tapasztalatai a levont következtetések felhasználhatók a balesetek megelőzését célzó tervezés során. A megjelenítés kérdésein túlmutatva olyan 3D-s térinformatikai alkalmazást hoztam létre, ahol az adatbázisban történő navigálás, illetve a keresések egy része is a 3D-s térben zajlik.

5. **Elsőként dolgoztam ki** módszert arra vonatkozóan, hogy a biztonsági jelentés egy olyan komplex 3D-s térinformatikai alkalmazásként jelenjen meg, ahol az adatbázisban térbeli mozgással és kiválasztással lehet interakciókat végezni, a biztonsági jelentés egyes elemeit összeállítani.

VII. AZ ÉRTEKEZÉS AJÁNLÁSAI

1. A dolgozatomban megfogalmazott következtetések, eredmények alapul szolgálhatnak a hatóság és a vegyipari felső küszöbértékű veszélyes üzemek részére:

- A törvényben előírt biztonsági jelentések és az ehhez kapcsolódó dokumentációk országosan egységes, korszerű, digitális, a térinformációs rendszerek felépítéséhez alkalmazkodó struktúrába rendezett, előállításához és tárolásához.

-A fenti rendszer kialakításának lépéseit felvázoló munkaterv, projektterv kialakításához.

- A súlyos balesetek elleni védekezés során hozott döntések következményeinek szemléletes, előzetes vizsgálatára, a döntésekhez kapcsolódó geometriai (helyhez kötött) adatok precíz ismerete mellett.

- Az országos szintű rendszerrel szorosan együttműködő, annak adatait részben felhasználó üzemi rendszerek kialakításához és adatfeltöltéséhez.

2. Az értekezés segédletként felhasználható a hivatásos katasztrófavédelem és a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem oktatási rendszerében, valamint a térinformatikával is foglalkozó műszaki felsőfokú tanintézetek oktatási tevékenységében.

3. Az értekezésben levont tanulságok alapját képezhetik a veszélyes üzemek térinformatikai feldolgozásához kapcsolódó egységes szabályozás és követelményrendszer kidolgozásához.

4. Az értekezésben leírtak alapját képezhetik a tématerület további kutatásának. A kutatás kiterjeszthető az ország összes veszélyes üzemére vonatkozóan.

Ezúton mondok köszönetet témavezetőmnek, konzultációs partnereimnek, a felkeresett üzemek szakembereinek, valamennyi érintett kollégámnak és munkatársamnak és mindazoknak, akik munkájukkal, javaslataikkal segítették disszertációm elkészítését.

Budapest, 2009. január 23.

Kovács Zoltán

főiskolai docens

VIII. HIVATKOZOTT és TANULMÁNYOZOTT IRODALOM

Hivatkozott irodalom

- [1] Laurini, R., Thompson, D.: Fundamentals of Spatial Information Systems, Academic Press, London. 680, pp. 1992. ISBN 0-12-438380-7.
- [2] Detrekői Ákos-Szabó György: Bevezetés a térinformatikába, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1995.
- [3] Márkus Béla: Gondolatok a térinformatikáról, Geomatikai Közlemények VII., 2004 2. old., in Térinformatika 2004, ISBN 963 9364 45 2.
- [4] P. A. Burrough: Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment, Oxford University Press, 1986.
- [5] Gross, Miklós: Bevezetés a térinformatikába, BME Szolgáltató Kft, Műegyetem Kiadó, 1995.
- [6] Kollányi László - Prajczér Tamás: Térinformatika a gyakorlatban, GeoGroup Bt. Budapest, 1995, 8. old. ISBN 963 04 5406 8.
- [7] Márkus Béla - Végső Ferenc: Térinformatika, jegyzet, Erdészeti és Faipari Egyetem Földmérési és Földrendezési Főiskolai Kar, Székesfehérvár, 1995.
- [8] Czikoráné Balázs Erika: Térképek és adattartalmak, Katasztrófavédelem XLVI. Évf., 9., 2004. 7. oldal.
- [9] Kovács Zoltán: Térinformatikai alapismeretek, egyetemi jegyzet [Basics of GIS, stencilled sheets for students], Szent István Egyetem, Gödöllő, 2005.
- [10] R.D. Sanchez, L.Hothem: Positional Accuracy of Airborne Integrated Global Positioning and Inertial Navigation Systems for Mapping in Glen Canyon, Arizona, Open-File Report, 02-222.
- [11] K.P. Schwarz, N.El-Sheimy: Mobile Mapping Systems – State of the Art and Future Trends, Invited Paper Department of Geomatics Engineering, University of Calgary. 2004.
- [12] S. S. C. Wu, J. Hutton, B. Kletzli, H. M. Noto, S. S. Wang, Z. H. Wang: A Real-Time Photogrammetric Mapping System, Commission II, WG II/1.
- [13] Barsi Árpád, Detrekői Ákos, Lovas Tamás, Tóvári Dániel: Adatgyűjtés légi lézerletapogatással, [Data collection by airborne laser scanning], <http://www.fomi.hu/internet-magyar-szaklap-2003-07-2.pdf>

- [14] O. A. Al-Bayari, N. N. Al-Hanbali, M. Barbarella, A. Nashwan: Quality Assessment of DTM and Orthophoto Generated by Airborne Laser Scanning System Using Automated Digital Photogrammetry, Commission III, PCV Symposium, 2002, p. B-007 ff (5 pages).
- [15] I. Daniel, A. J. Thomson: Data Availability Past and Future, Proceedings, 2nd International Precision Forestry Symposium, Washington. 2003, pp. 9-15.
- [16] Alabér László: Korszerű távérzékelési eljárások, http://www.otk.hu/cd03/5szek/AlabérLászló.htm#_ftnref5 2008. 01. 19.
- [17] H.E. ANDERSEN, J.R. FOSTER, S.E. REUTEBUCH: Estimating Forest Structure Parameters within Fort Lewis Military Reservation using Airborne Laser Scanner(LIDAR) Data, Proceedings, 2nd Inter-national Precision Forestry Symposium, Washington. 2003, pp. 45-53.
- [18] A.BHOWMICK, P.P. SISKÁ, R.F. NELSON: Developing .COM. Links for Implementing LIDAR Data in Geographic Information System (GIS) to Support Forest Inventory and Analysis, Proceedings, 2nd Inter-national Precision Forestry Symposium, Washington. 2003, pp. 55-60.
- [19] Juhász-Pintér: Az ABV felderítő eszközök fejlődési irányai a 21. század első évtizedében, Tanulmány, 2000. p.14.
- [20] Bor Zsolt: A mindentudó fénysugár: a lézer, Különleges alkalmazások, 7. old., Mindentudás egyeteme, előadás 2003. II. 10.
<http://origo.hu/mindentudasegyeteme/bor/20030207borzsolt3.html?pIdx=6>[26]
- [21] <http://www.zmne.hu/tanszekek/vegyl/docs/fiatkut/Huszarc1.htm> 2008 06 10
- [22] <http://www.epa.gov/OEM/content/cameo/aloha.htm> 2008.08.12.
- [23] Kátai-Urbán L. (szerk.): „Ipari Biztonsági Kézikönyv a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezés szabályozás alkalmazásához”, KJK KERSZÖV, Környezetvédelmi Kiskönyvtár sorozat 183-245. oldal, 2003.
- [24] Solymosi J.; Tatár A.; Szakál B.; Kátai-Urbán L.: A súlyos ipari balesetek általi veszélyeztetettségrel kapcsolatos értékelési eljárások összehasonlító vizsgálata, Katasztrófavédelmi Szemle, VI. évfolyam 2. szám. 32-57. oldal, 2001.
- [25] Szakál B: A súlyos ipari balesetek elleni védekezésben használatos veszélyeztetettség-értékelési eljárások elemzése és összehasonlító vizsgálata PhD értekezés, ZMNE, Budapest, 2001.

Tanulmányozott irodalom

Jogsabályok

26. A Tanács 96/82/EK Irányelve a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleseti veszélyek ellenőrzéséről
27. A munkavédelemről szóló 1993. évi XCIII. Törvény
28. A környezet védelmének általános szabályairól szóló 1995. évi LIII. Törvény
29. A katasztrófák elleni védekezés irányításáról, szervezetéről és a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezéséről szóló 1999. évi LXXIV. Törvény
30. A kémiai biztonságról szóló 2000. évi XXV. törvény
31. A környezeti hatásvizsgálatról szóló 20/2001. (II. 14) Kormányrendelet
32. A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezéséről szóló 18/2006.(I. 26) Kormányrendelet
33. A Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatal veszélyes ipari üzemekre vonatkozó szakhatósági hozzájárulásának kiadásával kapcsolatos eljárásairól, valamint a veszélyes tevékenységekkel összefüggő adatközlési és bejelentési kötelezettségekről szóló 128/2005. (XII.29.) GKM rendelet, amely felváltotta a 42/2001. (XII.23.) GM rendeletet
34. A polgári védelmi tervezés rendszeréről és követelményeiről szóló 20/1998. (IV.10.) BM rendelet
35. Az épített környezet alakításáról és védelméről szóló 1997. évi LXXVIII. Törvény
36. Az országos településrendezési és építési követelményekről szóló 253/1997. (XII.20.) Kormányrendelet
37. A polgári védelemről szóló 1996. évi XXXVII.törvény
38. A környezeti ügyekben az információhoz való hozzáféréstől, a nyilvánosságnak a döntéshozatalban történő részvételéről és az igazságszolgáltatáshoz való jog biztosításáról szóló, Aarhusban, 1998. június 25-én elfogadott Egyezmény kihirdetéséről szóló 2001. évi LXXXI. Törvény
39. A katasztrófák elleni védekezés irányításáról, szervezetéről és a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezéséről szóló 1999. évi LXXIV. Törvény végrehajtásáról szóló 179/1999. (XII. 10.) Kormányrendelet
40. A veszélyes anyagokkal és a veszélyes készítményekkel kapcsolatos egyes eljárások, illetve tevékenységek részletes szabályairól szóló 44/2000. (XII. 27.) EüM rendelet
41. A Riasztási és Segítségnyújtási Tervről, a hivatásos önkormányzati és az önkéntes tűzoltóságok működési területéről, valamint a tűzoltóságok vonulásával kapcsolatos költségek megtérítéséről szóló 57/2005. (XI. 30.) BM rendelet
42. A polgári védelmi kötelezettségen alapuló polgári védelmi szervezetek létrehozásának, irányításának, anyagi –technikai ellátásának, illetőleg alkalmazásának szabályairól szóló 55/1997. (X. 21.) BM rendelet
43. A polgári védelmi tervezés rendszeréről és követelményeiről szóló 20/1998. (IV. 10.) BM rendelet
44. A polgári védelmi felkészítés követelményeiről szóló 13/1998. (III. 6.) BM rendelet

-
45. Az óvóhelyi védelem, az egyéni védőeszköz-ellátás, a lakosság riasztása, valamint a kitelepítés és befogadás általános szabályairól szóló 60/1997. (IV. 18.) Kormányrendelet
 46. A mentésben való részvétel szabályairól, a polgári védelmi szakhatósági jogköréről és a miniszterek polgári védelmi feladatairól szóló 196/1996. (XII. 22.) Kormányrendelet
 47. A létesítményi tűzoltóságokra vonatkozó részletes szabályokról szóló 118/1996. (VII. 24.) Kormányrendelet

Szakirodalom

48. Színes könyvek: Green Book (CPR 16E 1992.); Red Book (CPR 12E 1997.); Purple Book (CPR 18E 1999.); Yellow Book (CPR 14E 1997.); RIB (CPR 20 1999.)
49. Kátai-Urbán L. Cseh G., Kozma S.: Ipari Biztonsági Kockázatkezelési Kézikönyv a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezés szabályozásának alkalmazásához, KJK KERSZÖV, Környezetvédelmi Kiskönyvtár sorozat ,2004.
50. Kátai-Urbán L. (szerk.): Kézikönyv a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezés hatósági felügyeleti feladatainak ellátásához, Phare Twinning Projekt (HU2001/IB/EN-03) a Seveso II.Irányelv bevezetéséről, BM OKF, 2003. február.
51. Tatár A., Cseh G., Deák G., Kátai U.I., Popelyák P., Sándor A., Szakál B., Vass GY.: Ipari Biztonsági Kézikönyv, KERSZÖV Kiadó, Budapest, 2003.
52. Módszertani segédlet a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos ipari balesetek elleni védekezés területi és helyi feladatainak ellátásához c. BM OKF kiadványa 54-64.oldal,2005.
53. Pomázi I. (szerk.): OECD irányelvek a vegyi balesetek megelőzésére, a felkészülésre és az elhárításra; KVM. 2003., ISBN 963-212-647-5.
54. Tatár A.: Veszélyes anyagok előállítása, felhasználása és tárolása? Védelem, 8. évfolyam.2. szám. 2001. 18-20. p.
55. Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatal: Seveso füzetek 1-2-3.
56. Cseh G.: Kockázatelemzési módszerek a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleseti veszélyek szabályozása területén, ZMNE 2005.
57. Muhoray Á.: A katasztrófavédelem irányítási modelljének vizsgálata, PhD értekezés, ZMNE 2002.
58. Varga I.: A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezési tevékenység rendszere, PhD értekezés, ZMNE 2005.
59. Vass Gy.: A településrendezési tervezés helye és szerepe a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos ipari balesetek megelőzésében, PhD értekezés,ZMNE 2006.
60. Confronting Catastrophe: A GIS Handbook By R.W. Greene ESRI Press, 2002, 160pp. ISBN 1589480406
61. GIS in Public Policy By R.W. Greene ESRI Press, 2000, 120pp. ISBN 1879102668
62. Planning Support System: Integrating Geographic Information System, Models and Vizualization Tools Richard K. Brail and Richard E. Klosterman, Editors ESRI Press, 2001, 468 pages. ISBN 1589480112

-
63. Geographic Information Systems: A Powerful New Tool for Fire and Emergency Services An ESRI White Paper. May 2000
 64. E.J. Huising, L.M. Gomes Pereira 1998, "Errors and accuracy estimates of laser data acquired by various laser scanning systems for topographic applications", ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing 53 (1998) 2544-261.
 65. Kilian J., Haala N, English M.(1996): Capture and Evaluation of airborne laser scanner data, Int. Arch. Photogramm. Remote Sensing XXXI, 383-388, part B3.
 66. Kilian, J., 1994. "calibration methods for airborne laser system. Photogrammetry & Remote Sensing 30 (1), 42-46.
 67. Kraus K., Pfeifer N. (1998): Determination of Terrain Models in Wooded Areas with Airborne laser Scanner data, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol 53 No 4, pp 193-203.
 68. Tóvári, D. (2002): Analysis of airborne laser scanner data, Diplomamunka, BME
 69. Axelsson, P. (2000): DEM Generation from Laser Scanner Data Using Adaptive TIN Models, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. 33, Part B4/1, pp. 110–117
 70. Baltsavias, E. P. (1999): Airborne laser scanning: existing systems and firms and other resources, ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, Vol. 54, pp. 164–198
 71. Kraus, K.–Pfeifer, N. (2001): Advanced DTM generation from LIDAR data, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol 34, Part 3/W4
 72. Szakál B. Solymosi J.: Útmutató a veszélyes üzemek külső védelmi terveinek a készítéséhez, Munkavédelem, 12.3.6.2 VERLAG DASHÖFER, Budapest 2002
 73. Detrekői Á., 1992. Települések információs rendszerei Geodézia és Kartográfia, 43. évf. p. 449.
 74. Domokos Gy., 1993. Térinformatikai alkalmazások ARC/INFO rendszerben III. Országos Térinformatikai Konferencia Kiadványa, p. 183-185.
 75. Balázs L., 1989. A számítógépes adatállományokhoz kapcsolódó néhány elvi kérdés Geodézia és Kartográfia, 41. évf. p. 103.
 76. Bottka S., 1993. Az OMFB térinformatika nemzeti projektjéről Térinformatika, decemberi sz. p. 8.
 77. Böröcz A., 1992. A földmérési alaptérképek mint a térinformatikai rendszerek térképi alapja és költségforrásai Geodézia és Kartográfia, 44. évf. p. 408.
 78. Csemniczky L., 1991. A geodézia, térképészet és térinformatika kapcsolódó területei az egyes szakminisztériumok tevékenységéhez Térinformatika, 13. sz. p. 14.
 79. Detrekői Á., 1992. Térinformatika és az elsődleges adatnyerés Geodézia és Kartográfia, 44. évf. p. 340-343.
 80. Detrekői Á., 1993. Az adatok minősége III. Országos Térinformatikai Konferencia, Szolnok, p. 40-45.
 81. Gross M.-Lukács T., 1990. Geodéziai alapokra épülő térinformatikai rendszer Geodézia és Kartográfia, 42. évf. p. 420.
 82. Husza Gy., 1993. Gázszakági Információs Rendszer Térinformatika, februári sz. p. 9.

83. Nagy G., 1992. Környezetvédelmi adatbázisok Térinformatika, 18. sz. p. 14.
84. Niklasz L., 1990. Településirányítási műszaki információs rendszer tervezésének, kialakításának kérdései Geodézia és Kartográfia, 42. évf. p. 359.
85. Raper, J. F.-McCarthy, T.-Livingstone, D., 1993. Interfacing GIS with Virtual Reality Technology Proc. Association for Geographic Information Conference '93, Birmingham, 16-18 November, 3.25.1-4.
86. Szabó B.-Szabóné Szalánczi E., 1990. A Digitális Térképészeti Adatbázis (DTA) az MH TÁTI-ban Geodézia és Kartográfia, 42. évf. p. 336.
87. Elek I., 1991. A térinformatika rendszerek tervezése Térinformatika, 15. sz. p. 2.
88. Tikász E., 1992. Regionális Területi Információs Rendszer Geodézia és Kartográfia, 44. évf. p. 42.
89. Dr. Szakál Béla- Kátai Urbán Lajos: A súlyos ipari balesetek általi veszélyeztetettséggel kapcsolatos értékelési eljárások összehasonlító vizsgálata, Munkavédelem és Biztonságtechnika 2001.II. szám 15-17. oldal.
90. Szakál Béla- Solymosi József: Útmutató a veszélyes üzemek külső védelmi terveinek a készítéséhez, Munkavédelem, 12.3.6.2. Verlag Dashöfer, Budapest, 2002.
91. Dr. Halász-Prágai: A vegyi felderítőeszközök fejlesztési irányai a 80-as években, Haditechnika.1989/3.sz.2-5. oldal.
92. Dr. Halász: Vegyi távfelderítő berendezések kifejlesztése az MH HTI-ben, Haditechnika.1993/1.sz.2-8. oldal.
93. Dr. Kovács: A magyarországi vegyipari üzemek baleseti kibocsátásának detektálása és műszeres mérése, MH tanulmány, 2000., 36-38. oldal.
94. Dr. Kovács: Mérgező anyagok fizikai elvű kimutatása, Hadtudomány, 2002/4., 106-114. oldalak
95. Leskó: Integrált veszélyhelyzet kezelési monitoring alkalmazásának lehetőségei hidrológiai veszélyhelyzetek kezelésénél, Tanulmány, Borsod-Abaúj-Zemplén megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság Polgári Védelmi Kirendeltség, Miskolc, 2002.
96. Leskó: Térinformatikai monitoring rendszer tervezése a Fűzfői-öböl vízminőségének vizsgálatára, Tanulmány, Veszprémi Egyetem Analitikai Kémiai Tanszék – Környezetmérnöki és Kémiai Technológiai Tanszék, 2000.
97. Dr. Halász: A vegyi felderítő eszközökkel szembeni érzékenységi követelmények megállapítása, kézirat, 1995
98. Dr. Kovács: A magyarországi vegyipari üzemek baleseti kibocsátásának detektálása és műszeres mérése, MH tanulmány, 36-38. oldal.

IX. SAJÁT PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE

Folyóiratcikkek

Magyar nyelvű

1. Keszey Zsolt, Kovács Zoltán, Keszezné Say Emma: „Geotechnikai és mozgásmérés-vizsgálatok egy épületkárosodás okainak és a beavatkozás lehetőségeinek megállapítására”, *Építési Piac* 1999/22, 22-25. oldal.
2. Kovács Zoltán, Keszey Zsolt, Keszezné Say Emma: „Az Államigazgatási Főiskola főépületének és környezetének geodéziai és geotechnikai vizsgálata az épületkárosodás okainak és a beavatkozás lehetőségeinek megállapítására”, *Geodézia és Kartográfia* 2001/10. 53. évfolyam, 21-27. oldal.
3. Kovács Zoltán, Garbaisz László: „Építészeti geodéziai mérések a Gresham palotán”, *Geodézia és Kartográfia* 2001/12. 53. évfolyam, 34-36. oldal.
4. Kázmér István, Kovács Zoltán, Vidovenyecz Zsolt: „Belvízcsatornákhöz kapcsolódó digitális állományok létrehozása 1.” *SZIE Ybl Miklós Műszaki Főiskolai Kar Tudományos Közleményei*, 2004, 12-14. oldal.
5. Kázmér István, Kovács Zoltán, Vidovenyecz Zsolt: „Belvízcsatornákhöz kapcsolódó digitális állományok létrehozása 2.”, *SZIE Ybl Miklós Műszaki Főiskolai Kar Tudományos Közleményei*, 2004, 15-18. oldal.
6. Kovács Zoltán: „A monitoring hálózatok lehetséges vegyi detektorai” *Kard és Toll* 2005/2., 169-174. oldal.
7. Kovács Zoltán, Kovács Tibor, Vincze Árpád: „Vegyi monitoring és térinformatika” *Hadtudomány* 2005/2. XV. Évfolyam, 69-76. oldal.
8. Kovács Zoltán, Vincze Árpád: „Veszélyes vegyi üzemek biztonsági jelentésének elemei a térinformációs rendszerben”, *SZIE Ybl Miklós Műszaki Főiskolai Kar Tudományos Közleményei*, 2006/1 III. évfolyam, 44-59. oldal

Angol nyelvű:

1. Zsolt Keszey - Zoltán Kovács - Emma Keszey Say: „Geotechnological and Movement Investigation for Determining the Reasons of the Damage of a Building and for Defining the Possibilities of Interfering”, *Szent István University Ybl Miklós School of Engineering Annual News* (2000) pp. 4-10
2. Zoltán Kovács, László Garbaisz: „Architectural surveying jobs on Gresham Palace”, *Szent István University Ybl Miklós Faculty of Building Sciences Annual News* (2003) pp. 32-37
3. Zoltán Kovács, Árpád Vincze: „Primary locational data collection methods for GIS applied for protection against serious industrial accidents related to dangerous substances”, *Academic and Applied Research in Military Science* Volume 4, No. 1 (2005) pp. 141-159
4. Zoltán Kovács: „Major Chemical Emergency and the GIS” *Szent István University Ybl Miklós Faculty of Building Sciences Annual News* Volume 3, No. 1 (2005) pp. 36-42

5. Zoltán Kovács: „Hazardous Materials in the home” Szent István University Ybl Miklós Faculty of Building Sciences Annual News Volume 3, No. 1 (2005) pp. 62-66
6. Zoltán Kovács, Árpád Vincze: „GIS tools to Prevent Serious Industrial Accidents Caused by Hazardous Materials”, Szent István University Ybl Miklós Faculty of Architecture and Civil Engineering Annual News (2006) pp. 105-113

Jegyzet

1. Kovács Zoltán, Tokodi András: „Geodéziai számítások”, Főiskolai jegyzet, YMÉMF, 1985.
2. Kovács Zoltán: „A térinformatika alapjai”, Főiskolai jegyzet YMMF, 1999.
3. Kovács Zoltán, dr. Tokody András: „Geodéziai alapismeretek példatár”, Főiskolai jegyzet, SZIE YMMFK, 2004.
4. Kovács Zoltán, dr. Tokody András: „Geodéziai alapismeretek ”, Főiskolai jegyzet, SZIE YMMFK, 2004.
5. Kovács Zoltán: „Térinformatikai alapismeretek ”, Főiskolai jegyzet, SZIE YMMFK, 2005

Konferencia előadás:

1. Kovács Zoltán: „Híd Japánba”, Japán napok, Szolnok, 1991. április 6-7.
2. Batizné Dr. Ferdinánd Judit, Kovács Zoltán, Dr. Tokodi András, Dr. Telekes Gábor: „Magyarországi térinformatikai helyzetkép (közműkapcsolatok)”, Közművezetékek és műtárgyak építése-javítása feltárás nélkül'98 konferencia kiadványa, Debrecen, 21-31. oldal.
3. Batiz Zoltánné Dr., Kovács Zoltán, Dr. Tokodi András: „Térinformatika oktatás az Ybl Miklós Műszaki Főiskolán, VIII. Térinformatika a felsőoktatásban szimpózium 1999. október 20., 24-28. oldal

X. MELLÉKLETEK

10.1. Rövidítések jegyzéke

ALM	Airborne Laser Mapping
ALS	Airborne Laser Scanning
ALOHA	Areal Locations of Hazardous Atmospheres – Veszélyes levegő területi elhelyezkedése
BÍR	Biztonsági Irányítási Rendszer
BVT	Belső Védelmi Terv
BM OKF	BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság
CAS szám	Chemical Abstract Service – regisztrációs szám
CIBAD	Canadian Integrated Biochemical Agent Detection System – Kanadai Integrált Biokémiai Ágens Kimutató Rendszer
CAD	Computer Aided Design - Számítógéppel segített tervezés
DAT	Digitális Alaptérkép
DDM	Digitális Domborzatmodell
DEM	Digital Elevation Model – Digitális Domborzatmodell
DFC	Digital Frame Camera – Digitális Mérőkamera
DFM	Digitális Felületmodell
DGN	A MicroStation tervezőszoftver saját adatformátuma (DesiGN - Terv)
DSM	Digital Street Map – Digitális Utcaterkép
DSS	Digital Sensor System – Digitális Érzékelőrendszer
DSS	Decision Support System – Döntéstámogató Rendszer
DTM	Digital Terrain Model (Digitális Terepmodell)
DWG	Az Autocad tervezőszoftver saját adatformátuma (DraWinG - Rajz)
DXF	Az Autocad tervezőszoftver adatsere formátuma (Drawing Exchange Format)
EK	Európai Közösség
EOTR	Egységes Országos Térkép Rendszer
EOV	Egységes Országos Vetület
EU	Európai Unió
FÖMI	Földmérési és Távérzékelési Intézet
FPVI	Fővárosi Polgári Védelmi Igazgatóság
GPS	Global Positioning System – Globális Helymeghatározó Rendszer
HBIR	Hatósági Baleseti Információs Rendszer
IF	Irányfotó
IFSAR	Interferometric Synthetic Aperture Radar – Interferometriális elven működő Radar
IKIR	Ipari Katasztrófa-elhárítási Információs Rendszer

IMU	Inertial Measuring Unit – Inerciális Mérőegység
INS – INR	Inertial Navigation System – Inerciális Navigációs Rendszer
IUPAC név	International Union of Pure and Applied Chemistry – Elméleti és Alkalmazott Kémia Nemzetközi Uniója (Egyesülete)
Kat. Tv.	1999. évi LXXIV. Törvény a katasztrófák elleni védekezés irányításáról, szervezetéről és a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről
KIR	Katasztrófavédelmi Információs Rendszer
KKB	Kormányzati Koordinációs Bizottság
Korm. rendelet	A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről szóló 18/2006. (I.26.) Kormányrendelet
KVT	Külső Védelmi Terv
LIDAR	Ligth Detecting and Ranging - Fényvisszaverődésen alapuló detektálás és osztályozás
LRF	Laser Range Finder - Lézertáv mérő
MARS	Súlyos Baleseti Jelentési Rendszer, Major Accident Reporting System
MB	Megabyte – megabájt, adatmennyiség mértékegysége
MEMS	Microelectronic Mechanical System - Mikroelektronikus mechanikai rendszer
NASA	National Aeronautics and Space Administration - Nemzeti Légügyi és Űrhajózási Hivatal
OKF	Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság
RTPMS	Real-Time Photogrammetric Mapping System - Valós idejű Fotogrammetriai Térképező Rendszer
SPIRS	Seveso Plants Information Retrieval System - Seveso Üzemek Nyilvántartási Rendszere -
TAKAROS	Térképen Alapuló Kataszteri Rendszer Országos Számítógépesítése
UV	UltraViolet - ultraibolya
VKK	Veszélyhelyzeti Kezelési Központ
WGS	World Geodetic System - Földi Koordináta Rendszer
WMS	Web Map Server - Webes térképszerver

10.2. Fogalomjegyzék

Az alábbiakban egy rövid összefoglalást adok a fogalom meghatározásokból.

Adat

Tények, elképzelések nem értelmezett, de értelmezhető formában történő közlése - az objektumok geometriájának és attribútumainak jellemzésére szolgáló kvalitatív vagy kvantitatív közlés.

Adatbázis

Adatok szervezett gyűjteménye, amely lehetővé teszi az adatok tetszőleges szempontok szerinti rendszerezését és visszakeresését. Az adatbázisoknak három típusa van, a hierarchikus-, a hálózati- és a relációs adatbázis, amelyek közül az utóbbi a leggyakoribb. Az adatbázisok lényege, hogy az adatok mellett a köztük lévő kapcsolatokat is tárolja, függetlenül az adatok fizikai elhelyezkedésétől.

Adatkonzisztencia

Adatminőségi fogalom. Az adatkonzisztencia mértéke megadja, hogy az adatbázisban vagy az abból származó adatállományokban hogyan és mennyire ellentmondásmentesen valósul meg az adatszerkezetre, az objektumokra, attribútumokra és kapcsolatokra vonatkozó szabályok összessége.

Attribútum

Az objektumot leíró információ, más néven tulajdonság. Beszélhetünk grafikus, vagy szöveges attribútumról.

Digitális magasságmodell

A terepfelszín modellje. Minden egyes elemét egy rácshálózat csomópontjának tekintjük, melynek értéke a tengerszint feletti magasság az adott pontban. Téglalap rácset esetén a rácsot egyik sarokpontjával azonosítjuk, jellemezzük és X, illetve Y irányú rácsállandó értékének megadásával.

DEM - Digital Elevation Model (Digitális Domborzatmodell)

Általános térbeli modell. A terminológia alapján általában összefoglaló névként használják a DTM (Digital Terrain Model) és a DSM (Digital Surface Model) fogalmakra.

DSM - Digital Surface Model (Digitális Felületmodell)

Terepmodell, a tereptárgyak leírását is tartalmazza (fákat, házakat).

DTM - Digital Terrain Model (Digitális Terepmodell)

A lecsupaszított földfelület, a tereptárgyak nélkül.

Digitális alaptérkép

A digitális alaptérkép a földrészletek, mesterséges és természetes földfelszíni alakzatok adatainak alakhűen, és kölcsönös viszonyuk kifejezéséhez szükséges tartalmi részletekkel és esetenkénti általánosítással (generalizálással) történő számítógépes leképezése a szabványban előírt követelmények szerint.

EOTR - Egységes Országos Térkép Rendszer

Az ország területéről 1:1000 és 1:1 000 000 méretarányok között készített térképsorozatokból áll. Részei:

- a földmérési alaptérkép és annak átnézeti térképei,- a földmérési topográfiai térkép és a levezetett topográfiai térképek,- a földrajzi alaptérképek,- a topográfiai és földrajzi munkatérképek.

Az EOTR az EOVR rendszerre és az EOMA-ra épül.

Felső küszöbértékű veszélyes üzem

Olyan üzem, ahol a jelen lévő veszélyes anyagok mennyisége (beleértve a technológia irányíthatatlanná válása miatt várhatóan keletkező veszélyes anyagokat is) a jogszabály mellékletében meghatározható felső küszöbértéket eléri, illetve meghaladja.

GPS - Globális Helymeghatározó Rendszer (Global Positioning System)

A GPS rendszerben műholdak segítségével határozzuk meg a Föld felszínén elhelyezkedő pontok helyét.

Hazánkban legelterjedtebb az amerikai NAVSTAR GPS rendszere. Ennél a rendszernél 24 műhold kering 6 pályán. A műholdak úgy helyezkednek el, hogy biztosítva van az, hogy bármely földi pontról egyszerre legalább 4 műhold legyen látható.

INR – Inerciális Navigációs Rendszer

Az INR alapelvét legegyszerűbben úgy képzelhetjük el hogy létrehozunk egy háromdimenziós koordináta rendszert, mely a Földhöz képesti kezdeti helyzetét a jármű haladása közben nem változtatja meg, s az egyes tengelyekre szerelt gyorsulásmérők mérési eredményeit kétszeresen integrálva megkapjuk a jármű kezdeti helyzetéhez képest a megtett út koordináta vetületeit.

Intranet

Az intranet az Internet mellett, időben utána megjelent fogalom. Az intranet tulajdonképpen a hálózaton belüli hálózat megjelölésére szolgál, ahogyan azt a neve is mutatja (intra: valamin belül lévő, valamin belüli).

Internet

Az internet egy nemzetközileg elterjedt, angol eredetű szóból ered (internetnetwork), magyarul: 'hálózatok hálózata'. Az egész világot körülölelő számítógép-hálózat, hatalmas rendszer, amely számítógép-hálózatokat fog össze. Ennek eredménye egyfajta kibertér, amely a valódi világ mellett alternatív teret biztosít. Az internet a számítógépek összekötéséből jött létre, hogy az egymástól teljesen különböző hálózatok egymással átlátszó módon tudjanak elektronikus leveleket cserélni, állományokat továbbítani.

Ipari baleset

Olyan esemény, amely veszélyes anyagokkal folytatott bármilyen tevékenység során bekövetkezett ellenőrizhetetlen fejlemény eredménye.

Katasztrófa

A szükséghelyzet vagy a veszélyhelyzet kihirdetésére alkalmas, illetőleg a minősített helyzetek kihirdetését el nem érő mértékű olyan állapot vagy helyzet (pl. természeti, biológiai eredetű, tűz okozta), amely emberek életét, egészségét, anyagi értékeit, a lakosság alapvető ellátását, a természeti környezetet, a természeti értékeket olyan módon vagy mértékben veszélyezteti, károsítja, hogy a kár megelőzése, elhárítása vagy a következmények felszámolása meghaladja az erre rendelt szervezetek előírt együttműködési rendben történő védekezési lehetőségeit és különleges intézkedések bevezetését, valamint az önkormányzatok és az állami szervek folyamatos és szigorúan összehangolt együttműködését, illetve nemzetközi segítség igénybevételét teszi szükségessé.

LIDAR - Light Detection and Ranging

A LIDAR hasonló elven működik, mint a radar, csak a kibocsátott és fogadott elektromágneses sugárzás magasabb frekvenciájú. A LIDAR az ultraviola, a látható és az infravörös tartományban működik. A GIS-es szerepe a DSM előállításában van. A hagyományos fotogrammetriával szemben kevésbé költségigényes.

Monitoring

Az adatok időbeli változásának követését szolgáló információs rendszer.

Objektum

Az a konkrét tárgy vagy jelenség, amit ismeretekkel akarunk leírni. Az elnevezés másik változatai: egyed, elem, entitás.

Ortofotó

A távérzékelt képek centrális vetítéssel készülnek. A térkép és a legtöbb geoinformatikában alkalmazott vetületi rendszer viszont ortogonális vetülete a földfelszínnek. Ezek alapján centrális vetítésű képről a merőlegesre való áttérés, az ortorektifikáció vagy képhelyesbítés fogalma a következő: a távérzékelt perspektivikus képet vagy digitális képet perspektív torzulásoktól mentes képre, illetve digitális képre alakítjuk át.

A perspektivikus torzításoktól mentes képet ortofotónak, a digitális képet digitális ortofotónak nevezzük. Ha átalakítással párhuzamosan vetületi rendszerbe illesztés is megtörtént, akkor ortofotó-térképről illetve digitális ortofotó-térképről beszélünk.

Osztályokba sorolás

A generalizálás módszere. Az osztályokba sorolás során adat-csoportokat hozunk létre valamely hasonló tulajdonság alapján. A térbeli elemzés során az adatokat általában az attribútív adatok alapján csoportosítjuk. Az osztályokba sorolás eredménye a tematikus térkép.

Övezet

A fedvény objektumai körül bizonyos távolságban lévő zóna. Az egyes objektumok attribútum-értékeiből mind állandó, mind változó szélességű övezetek előállíthatók a fedvény-objektumok számára. Az eredményül kapott övezetek poligonokat - területeket - alkotnak. Ezek az egyes objektumoktól megadott távolságban helyezkednek el, akár azon kívül, akár azon belül. Az övezetek hasznosak a közelségi elemzésben

Radar

A RADio Detection And Ranging (felkutatás és távolságmérés rádióhullámokkal) kifejezésből alkotott betűszó. A radar mesterséges Imm-es hullámtartományú elektromágneses hullám rezgését használja fel tárgyak felkutatására, amelyek visszaverik a sugárzást. A tárgy helye annak az időnek a függvénye, amelyre a rezgésnek szüksége van ahhoz, hogy a tárgyat elérje és onnan visszatérjen az antennához.

Raszter

Sorokból és oszlopokból álló adatszerkezet. A cellacsoportok objektumot alkotnak. Minden cella értéke az objektum értékét reprezentálja.

Raszteres modell

A valós világnak és jelenségeinek szabályos rács celláihoz rendelt értékekkel történő leképezése

Topológia

Összefüggés a geometriai objektumok között, melyek állandóak maradnak az 1:1 arányú folyamatos transzformáció alatt. Térbeli összefüggés objektumok között a téradatbázisban. Térbeli összefüggések explicit kódolása térképelemek között.

Voxel - volumetric pixel element

3 dimenziós pixel.