

Általános digitális térképészet

AMBRUS JÓZSEF¹–HORVÁTH HUBA²

Abstract

Generic Digital Mapping

The Geographical Information Systems (GIS) and the 3D Modeling Systems have experienced a parallel development during the last years and their essential difference is the significance given to the third dimension, which is understood as the ground surface by the GIS and as an elevation value independent from the surface by the 3D modeling systems. The GVMapper, a digital generic vector object mapper, developed by the Chilean company GeoVectra, utilizes both concepts for the third dimension, by adding to the regular GIS vector elements an indirect vector object, interpreted as a polyline enabled to intercept the ground's surface. The system's configuration interface enables the users with no computer skills to configure self-protected relational databases and pre-configured topics for complex geological matters are included. The topology ruling the system imitates the hand-drawing with colored pencils and the use of positioning tools are included, such as GPS, laser pistol and virtual measuring tapes. It's multi-user architecture has been designed for the technical administration of multidisciplinary task forces using a centralized database. The Prospector is the GIS viewer for the system and it has been designed for the optimized storage and contextual display of great volumes of geographical information.

Bevezető

A jelenleg is használatban lévő térinformatikai rendszerek – különböző alapokból kiindulva – csak az utóbbi két évtizedben jelentek meg az informatikai alkalmazások között³ és még napjainkban is erőteljes fejlesztés alatt állnak. Az eredeti távérzékeléssel kapcsolatos, raszter kezelő rendszerek közel egy évtizede egyesültek a digitális kartográfiával, valamint a vektorobjektumok alap-

¹ GeoVectra S.A., Santiago, Chile.

² Hoppenstedt Bonnier & Társa Információs Kft., Budapest, Hungary.

³ A térinformatika gyökerei olyan régiek, mint a térképeken a részleteket kihangsúlyozottabban megjeleníteni szándékozó akarat. Bizonyos térinformatikai alkalmazások egykorúak az első analóg számítógépekkel. A térinformatika mint külön informatikai ágazat az 1960-as években jelent meg.

jaira épülő, többi információs rendszerrel. Egymáshoz kapcsolódó elemeik és a hozzákötődő tevékenységek halmazának az eredménye a mai GIS világa.

A háromdimenziós tér értelmezésében, az utóbbi években a GIS rendszerek azokkal a DTM⁴ programokkal értek el komolyabb előrehaladást, amelyek a terep felszínének a harmadik dimenzióját is képesek ábrázolni és kezelni, ill. a „Z” változót mint attribútumot hatékonyan tudják elemezni. Viszont a terep alatt vagy fölött létező harmadik dimenziót a GIS fejlesztők – ritka kivétellel – eddig nem vették figyelembe, bár régen megvannak hozzá az elméleti eszközök (a pixel helyett a voxel kezelés a raszteres ábrákon, és a közismert háromdimenziós hálózatok).

E háromdimenziós modellalkotó feladatokat egy másik rendszer család, az ún. „3D Modell” rendszer vállalta, amely főleg ércfeltárással foglalkozik. Mivel ezek a rendszerek más logikát követnek, figyelembe tudják venni a GIS szabályait, azok mégsem kötelezőek rájuk nézve. Kivétel nélkül mindezen rendszerek adatmodelljükben a „Z” változót úgy tekintik, mint a referencia pont alkotórészét. Ide tartoznak a DataMine, a Gemcom, a MedSystem, a Surpac és a Vulcan programok. Rájuk az utóbbi években a GIS-szel párhuzamos fejlődés a jellemző, és kevésbé elterjedtek, mert csak egy specializáltabb, szűkebb körben használják őket.

Az utóbbi években már bizonyos konvergencia figyelhető meg a piacon létező GIS és 3D Modell rendszerek között: megjelentek GIS szoftverekhez illesztett 3D Modell modulok (pl. az Esri-nek az ArcGis 3D), és hasonlóképpen bizonyos 3D Modell rendszereknek tipikusan GIS alkalmazása (pl. a DataMine-nak az Earthwork Terrain program). Mindkét rendszer család teljesítményét a környezettudomány és a hidrogeológia veszi igénybe. Nincs kizárva, hogy a közeljövőben a két rendszer család egyesül, éppen úgy ahogy kb. 10 évvel ezelőtt a távérzékelő rendszerek egyesültek a GIS-szel. Várható az is, hogy nem a meglévő rendszerek integrálódása fogja ezt a szükségletet kielégíteni, hanem minden GIS szoftverfejlesztő teljes 3D Modell eszközökkel fogja saját termékeit ellátni, majd bizonyos, a 3D Modell rendszer fejlesztésével foglalkozó vállalatok is belépnek a GIS fejlesztők versenyébe.

A digitális adatfelvétel és feldolgozás

A terepen történő adatfelvétel és a rögtön utána következő interpretáció-technológia eddig sokkal lassabban fejlődött, mint a GIS és a 3D Modell. A szakemberek és az adatrögzítők túlnyomó része még ma is csak nagyon egyszerű eszközökkel rendelkezik a rendszerek kiszolgálására, ami alól értelemszerűen kivételt képeznek a gyorsan növekvő GPS földrajzi adatrögzítők, továbbá azok az adatok, amelyeket közvetlenül is importálni lehet az alkotó rendszereikből (pl. a topográfiát, a geofizikai adatokat, a különböző laboratóriumi vegyi elemzéseket stb.).

A GIS és a 3D Modell rendszerek tereptérképező eszközei csak az utóbbi két évben kezdtek megjelenni a piacon⁵, a szükségszerűen kiterjesztve a meglévő rendszereket az adatfelvételre is, ugyanakkor figyelemmel kísérve a hardverek fejlődését. Így a legfontosabb rendszereknek vagy megvan a saját kifejlesztett szoftvere, mint pl. ESRI-nek az ArcPad adatgyűjtője, vagy stratégiai szerződés alapján rendelkezik a szükséges összehangolásokkal, mint a DataMine a Century Systems adatrögzítő produktumaival.

⁴ Digitális Terep Modell.

⁵ Bár az ilyen rendszereket a fúrásanyagok kódolt leírására a bányaiiparban és a geológiai kutatások során már az 1970-es évektől több helyen is bevezették, a geológusok többsége, a merev kódrendszerek miatt, még mindig inkább papírra írja az adatokat, és csak utólag kódolja őket a 3D Modell eljárásai szerint.

A digitális adatfelvétel célja nem az, hogy a szakember a terepen állva közvetlenül adatokat és információkat juttasson be egy integrált GIS vagy 3D Modell rendszerbe, hanem az, hogy a terepen felvehető adatokat – az importálható információval és más szakemberek megfigyeléseivel együtt – egy közös rendszerbe helyezze, ezután pedig ugyanabban a rendszerben képes legyen elvégezni az adatok interpretációját, és végül a feldolgozott információval tudja ellátni a GIS vagy a 3D Modell rendszereit. A digitális adatfelvevő tehát egy időben 3 feladatot lát el: a szakemberek jegyzőkönyvvezetője, a már meglévő adatok elemzője, végül a saját megfigyelési eredményeinek tárolója és továbbítója. Ahhoz, hogy ezek a célok elérhetők legyenek, figyelembe kell venni a különböző hardver és szoftver követelményeket.

A jelenleg használatban lévő, olcsó hardver még nem annyira fejlett, hogy az igényesebb adatbázisokat adatokkal töltsen fel. A már 300–400 USD-ért kapható Palm típusú számítógépek is csak egy egyszerűsített Windows CE-vel működnek, míg a célnak megfelelő Pen Table típusú számítógépek drágák, áruk jelenleg a 4000–5000 USD között van. Hasonlóképpen a 200–300 USD-os GPS-ek még nincsenek felkészítve külső adatbázisok kezelésére, csak az ennél jóval drágábbak (3000–4000 USD-osak). Ennek az átmeneti lemaradásnak a mielőbbi felszámolására minden bizonnyal már a közeljövőben megszületik a megfelelő, olcsón megvásárolható technológiai megoldás.

Az adatrögzítésre kifejlesztett szoftverek még nincsenek annyira elterjedve, hogy a felhasználók könnyen meg tudják állapítani a köztük lévő különbségeket, és az elvárható funkciók sincsenek még tökéletesítve. Felfogásunk szerint a fenti célok kielégítése érdekében egy általános adatfelvevő és feldolgozó szoftver a következő követelményeknek kell, hogy eleget tegyen.

Egy általános adatgyűjtő és feldolgozó rendszer már önmagában is egy információszerszert alkot, amelynek éppen úgy kompatibilisnek kell lennie a GIS-szel, mint a 3D Modell rendszerekkel, emellett kezelnie kell tudni a rendszer saját logikáján alapuló elemeket és halmazokat is. Mindennek feltétele, hogy az adatbázis egy rugalmas, könnyen konfigurálható és önvédő struktúrával legyen ellátva, és a rendszernek mielőbb képesnek kell lennie arra, hogy megteremtse a kapcsolatot a leggyakrabban használt relációs adatbázisokkal.

Mivel nem lehet előre meghatározni, hogy milyen típusú rendszert fognak az adatok kiszolgálni, emiatt a harmadik dimenzió elméleti jelentőségét már eleve rögzíteni kell. A klasszikus GIS rendszerek szerint ez mindig az adott terület felszínének a magasságát jelöli, de a 3D Modell rendszerekben ez a változó egy abszolút magasságot jelent, attól függetlenül, hogy annak értéke a felszínen, vagy a felszín alatt van. Ebből következik, hogy az adatfelvevőnek a harmadik dimenzió mindkét értelmezését azonos hatékonysággal kell kezelnie.

Azt is nehéz előre eldönteni, hogy milyen szintig kell a különböző szakmákban az adatokat feldolgozni, mielőtt azok még a végleges GIS vagy 3D Modell rendszerébe kerülnének. Emiatt az adatfelvételre és interpretációikra egyszerű, rugalmas és általános eszközöket kell a rendszerbe beépíteni, garantálva azt, hogy a rendszer a legközismertebb formátumokban is tudja importálni/exportálni a különböző állapotban lévő elsődleges, vagy a többé-kevésbé már feldolgozott adatokat. A szakmák túlnyomó részére az adatfelvétel mindig együttműködést jelent, és ez gyakran eltérő időpontokban valósul meg. Emiatt a rendszereknek figyelembe kell venniük a nagy számú együttműködő vagy az idősoros adatokat rögzítők által fölvetett adatok standardizálását és ellenőrzését.

A rendszernek az adatok tárolásáról és megőrzéséről is gondoskodnia kell. Mivel itt nemcsak véglegesen elfogadott GIS rétegeket és modellábrákat tárolunk, hanem az eredetileg fölvetett adatokat és a közbeeső interpretációkat is, emiatt nagy mennyiségű információ kezelése és karbantartására van szükség. A rendszer tároló képességén kívül a működtetőknek kapcsolatban kell állniuk egy olyan elemző rendszerrel, amelyikben bármilyen térbeli információ könnyen megtalálható.

⁶ Generic Vector Mapper (Általános Vektor Térképező).

A GVMAPPER⁶ térképező rendszert a GEOVECTRA chilei cég készítette 1999 és 2001 között a CODELCO nevű, Chilében közismert állami bányavállalat megbízásából. A munka azt a célt szolgálta, hogy a felszíni, a felszínalatti és fúrási geológiai adatokat már a terepen fel lehessen venni úgy, hogy azok alkalmasak legyenek egy GIS alapú közös használatra és 3D Modell rendszereken való értelmezésre. A rendszer szerkezete rugalmas, és azon túl, hogy megfelel a megbízó összes elvárásának, olyan általános elméleti struktúrákat is magába foglal, amelyek megengedik, hogy a rendszert más tudományos vagy gazdasági célra is sikeresen lehessen hasznosítani.

Az adatbázis megfogalmazása

Különböző tudományos és ipari ágazatokban használt adatbázisok összeállítására annál több informatikai szakértő munkáját igényli, minél több témát akar a végfelhasználó egymással összekapcsolni. Egyszerű táblázatokat bármely szakember össze tud állítani, és képes azokat számítógépen értelmezni, de mihelyt bizonyos típusú csoportok már más táblákkal is kapcsolatba kerülnek, akkor ezt az átlagos szakember informatikai képzettség nélkül már nem tudja kezelni.

Ennek az a következménye, hogy egy munkacsoport vagy nagy számú, egymástól független, egyszerű táblázaton kezeli saját adatait, vagy pedig rendelkezik olyan szoftverekkel, amelyek már egy eleve megfogalmazott adatbázist kezelnek (pl. az adminisztratív rendszerek), vagy végképp a szakképzett informatikusoktól függ az egész munkacsoport működése.

A GVMapper az adatokat Microsoft Access táblákban tárolja, ezt a rendszer rugalmassága és export lehetőségei miatt választottuk. A rendszer bevezetésénél azt javasoljuk, hogy egy bizonyos célra minimális számú relációs adatbázist tervezzenek (lehetőleg csak egyet) és oly módon összekapcsolt táblákkal (*related tables*), hogy az adatbázis a munkacsoport összes tudományos adataira kiterjedhessen.

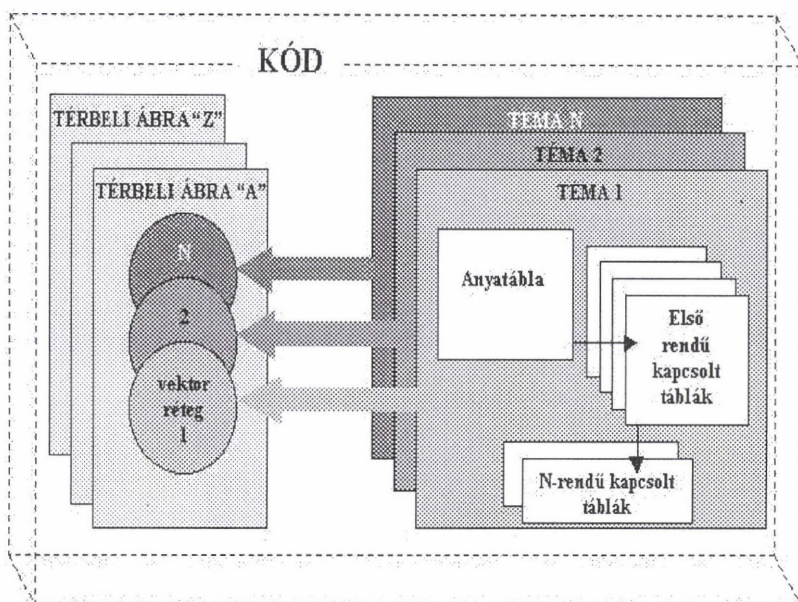
A mellékelt ábrán „Kódnak” neveztük el (*I. ábra*) az adatbázis teljes konfigurációját, beleértve a táblázatok struktúráját és szabályait, az összes adatot (a terepen felvetteket és az importáltakat is), a térbeli ábrák szabályait (térképeket, fúrásokat stb.) és a hozzá illő grafika kifejezéseit (térképezett vektorobjektumokat). Ezzel a felépítés eredményeként a térképezett tárgyaknak nem csak egy kapcsolata van egy adott adatbázissal, hanem azok az adatbázis grafika kifejezését is jelentik.

A Kód adatbázist ún. „témákra” osztottuk, ahol minden egyes témát egy külön grafikai kifejezés jelöl. Az azonos témában lévő vektorobjektumok egymás között a rendszer topológiai szabályait követik, de más témák vektorosaival nem teremtenek kapcsolatot (ui. más rajzréteget jelentenek). A témák egyedülálló vagy kapcsolt táblákból állnak. A táblák konfigurációjára egy egyszerű *interface*-t használunk, emiatt nem szükséges, hogy az adatbázis tervezőjének informatikai képesítése legyen.

Első lépésként meg kell határozni az egyedi táblák rekordmezőit, majd rögzíteni kell minden egyes rekordmező adattípusát (meghatározott vagy szabad szöveg, tört vagy egész szám, igaz/hamis stb.), bizonyos adatok alapértelmezési értékeit és összeghatárait, valamint a tábla jellemzőit.

A táblák összekapcsolása szintén egyszerű, amit bizonyos feltételekkel vagy anélkül is végre lehet hajtani. Bizonyos eredmény- (azaz számított) táblákat is lehet konfigurálni, amelyek előállítására érdekében más táblákba írt számsorozatok átszámításait is figyelembe lehet venni. Ezekon kívül – biztonsági okokból – a konfigurálás eszközeiként a rendszerbe már beépített, egyedi szabályokat is csatolhatunk azért, hogy az adatbázis-kezelésben még tapasztalatlan felhasználók ne veszélyeztethessék a használatban levő rendszer működőképességét.

A GVMapper által összeállított adatbázis a GIS rendszerek adatbázisával hasonló struktúrával rendelkezik, viszont a kezelésükben két nagy különbség tapasztalható. Az első, hogy a GVMapper adatbázisában minden egyes témára csak egy vektor objektum család illeszthető (*I. ábra*),



1. ábra. Az adatbázis struktúrája
GVMapper database structure

és csak ezen keresztül érvényesülnek a rendszer-topológia szabályai az adatfelvétel és az interpretáció közben. Ez alól kivételt csak néhány általános eljárás jelent (pl. vektorobjektumok átmásolása külső témákból, számbeli értékek átszámítása más témára stb.). A GIS rendszerek adatbázisának célja a különböző rétegekben lévő adatok közös kezelése (*merge, buffer zone, analyze* stb. funkciók).

A GVMapper kódban előre meghatározhatók az összes rekordmező érvényes értékei, ami által a rendszer az adatokat már a felvételük pillanatában ellenőrzi és jóváhagyja. Emellett az adatbázis struktúrája is védett az illegális módosításoktól. Ilyen típusú eszközök rendszerint nincsenek a GIS adatbázisokba beépítve, mert azok már szűrt és érvényesített adatokat tartalmaznak.

Előre konfigurált tematikák

Minden tudományágban vannak olyan eljárások, amelyek helytől függetlenül érvényesek, és ha a rendszer összeállítói kellő tapasztalattal rendelkeznek bizonyos eljárások megfogalmazásában, akkor ezeket már előzetesen konfigurált témákként helyezik a rendszerbe.

A GVMapper 3.1 verziójába – aminek fő célja a bányavállalatok geológiai adatainak a felvétele volt – négy, előzetesen konfigurált témát építettünk be: a litológiát (vagyis a részletes kőzetleírást), a szerkezetet (törések, vetők stb. kezelése és felszíni geotechnika), a kőzetminőség-meghatározást (RQD⁷ geotechnikai mérési adatok) és az ásványtani számításokat (2. ábra).

⁷Rock Quality Determination

A 2. ábrán feltüntetett *b*, *c*, *d*, *e*, adatok ismeretében a rendszer megadja a kiszámított egyedi szulfidtartalmat és a szemcseméreteket (az ábra *x*, *y* és *z* helyein), amiből később következtetni lehet a dúsított érc várható minőségére.

Az előre konfigurált témák struktúráinak nagyobb részét el lehet érni az általános táblák összeállításának eredményeként is, de mivel ezek meglehetősen komplikált eljárásokkal és számításokkal járnak, az ilyen témák kezelésére a rendszerbe külön erre a célra használandó programo-

Balance de Sulfuros						
Sulfuros	Estequiometría			Granulometría		
	proporción volumétrica	% en peso	% según laboratorio	% muy fino (< 0.01 mm)	% fino (0.01-1mm)	% grueso (> 1 mm)
Pirita	A 0	x	y	A 0 e	A 0	A 0
Calcopirita	A 0			A 0	A 0	A 0
Bornita	A 0			A 0	A 0	A 0
Covelina	A 0			A 0	A 0	A 0
Calcosina	A 0			A 0	A 0	A 0
Enargita	A 0 b			A 0	A 0	A 0
Tennantita	A 0			A 0	A 0	A 0
Molibdenita	A 0			A 0	A 0	A 0
Galena	A 0			A 0	A 0	A 0
Estalenta	A 0			A 0	A 0	A 0
Total Sulfuros	A 0 c	0		z		
Densidad Ganga	A 0	CuT		1.97%	Ajustar Porcentajes	
Gangas Comunes	d	CuOx		0.165%	Ingreso Proporciones	
tolerancia estimación 10% CuS		CuSul			Limpia	
		Mo			Aceptar	
		As			Cancelar	
		Pb				
		Zn				

2. ábra. Az ásványtani számítások előre konfigurált „ablaka”. – a = az az objektum, amelyre a szulfidösszetétel-meghatározás vonatkozik; b = mikroszkópos pontszámlálással vagy szabad szemmel történő, becsléssel meghatározott szulfid-arány; c = szulfidok aránya a kőzetben; d = a nem-szulfidok (meddő) átlagos típusa; e = a szulfidok szemcsemérete

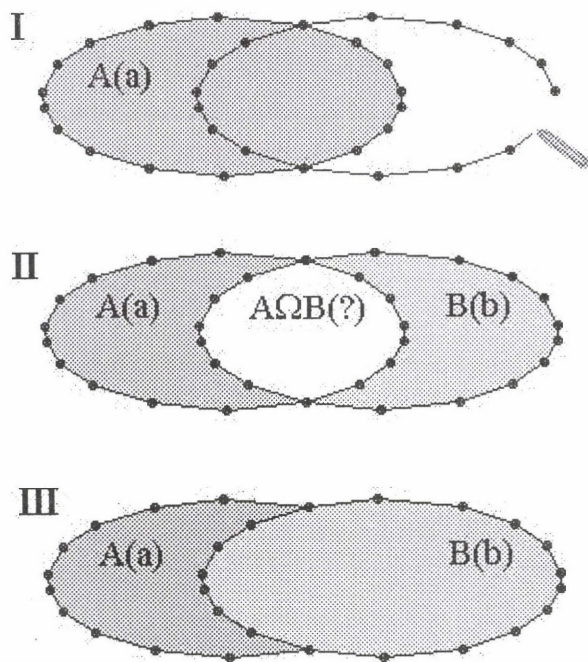
Window of the pre-configured mineralogical calculation; a = the object where the sulfide balance will be applied; b = proportion of sulfides, determined either by point counting under microscope, or naked eye estimation; c = percentage of sulfides in the rock; d = the dominant non-sulfide component; e = grain-size of sulfides

kat illesztettünk. A rendszer felügyelője választhat az előre konfigurált téma és az önmaga által felépített azonos témák között.

Vektorobjektumok topológiája

A GVMapper első topológiai szabálya az, hogy ugyanabban a rétegben fekvő különböző típusú vektorobjektumok önállóak. Amíg egy vektorobjektum megrajzolása nincs befejezve (3. ábra, I), addig a rendszer nem tudja, mi lesz belőle (pont, vonal vagy poligon). Amint befejeztük az objektum megrajzolását, a rendszer csak a neki megfelelő objektumokkal érvényesíti. Ezzel az eljárással a vonalak nem metszik a poligonokat, a pontok pedig nem vágják ketté a vonalakat, és fordítva: ha egy poligont rajzolunk vonalakra vagy pontokra, akkor ezek nem semmisülnek meg. Ez az eljárás egyrészt nagyon leegyszerűsíti a rajzot, másrészt megfelel az adatfelvétel gyakorlati technikájának, miszerint a terepen előbb a megfigyelt pontok és a bejárt útvonalak jellemzőit határozzuk meg, és csak utólag (rendszerint már az irodában) helyezzük rájuk a megfelelő poligonokat. Mivel ezek vektorobjektum-típusok, nem közömbösítik egymást, így az alapadatok megmaradnak a térképen, és segítségükkel új interpretációkat lehet velük létrehozni. Amikor a térképet egy másik rendszerbe exportáljuk, akkor lehet eldönteni, hogy alapadatokkal vagy azok nélkül küldjük át az egyes adatrégeket.

A második szabály értelmezése szerint, ha ugyanabba a rétegbe illő A poligont egy új B poligon metsz, akkor legalább egy új, azaz egy harmadik poligon jön létre, amelyet elnevezünk $A \dot{\cup} B$ -nek (3. ábra, II). A kérdés az, hogy ha „a” és „b” a két poligon tulajdonságai, mi lesz az új $A \dot{\cup} B$



3. ábra. Az $A \dot{\cup} B$ poligon jelentősége

The significance of the $A \dot{\cup} B$ polygon

poligon tulajdonsága? Logikai alapon ezt úgy lehetne általánosítani, hogy a tulajdonság valamilyen függvénye lesz az „a”-nak és a „b”-nek, azaz: $f(a,b)$. Ám tekintettel arra, hogy a rendszer a célja a tereptérképezés (ill. az adatok utólagos interpretációja az irodában), és a színes ceruzás kézi rajzolás akarjuk a számítógépen utánozni, akkor az $A\dot{U}B$ poligon tulajdonsága mindig „b” lesz, és a rendszer automatikusan kivágja az $A\dot{U}B$ poligont az A poligonból, megahagyván az utoljára rajzolt B poligont (3. ábra, III).

Ez a szabály automatikusan érvényesül minden egyes, azonos rétegben fekvő poligon, ill. vonal-objektum esetében. Fő előnye, hogy minden témaréteg grafikus objektumait tisztán tartja a térképezés és az interpretáció közben, ezért nincs szükség a rajzok utólagos digitalizálására.

El lehet képzelni olyan térképészeti feladatokat is, amelyekben az $A\dot{U}B$ objektumnak más tulajdonsága is lehet, mint „b” (pl. „a” + „b”). Ezekben az esetekben felhasználható az adatbázisnak azt a tulajdonsága, hogy több jellemző is írható ugyanabba az adatrekordba. Egyébként az elkövetkezendő GVMapper verziók tervezési folyamatában benne lesz az $A\dot{U}B$ objektum témák szerinti szabad értelmezhetősége.

Direkt és indirekt objektumok

Az adatbázison belül a kiválasztott sajátosságok objektumai mindig vektorobjektumok. Ezek lehetnek direkt objektumok (vagyis egy érvényes térképhez illeszthető pontok, vonalak és poligonok) vagy indirekt vektorobjektumok.

Az indirekt vektorobjektum egy olyan *vonat*, amelynek egyik sajátossága az, hogy a terepen az elhelyezését kívülről határoztuk meg, és ennek következtében nem szükséges az, hogy egy bizonyos érvényes térképhez tartozzon. Másik sajátossága, hogy ezt a tárgyat nem az abszolút koordinátái alapján kezeljük, hanem a „-tól -ig” tengelyen értelmezzük.

A GVMapper 3.1 verziójában az indirekt vektorobjektumok a fúrások. Ezek nem tartoznak kizárólag egy bizonyos térképhez, a fúrásmagokat pedig a mélység függvényében írjuk le és elemezzük (4. ábra). A topológiai szabályok ugyanúgy működnek, mint egyéb térképretegek esetében és saját elhatározásból ugyanazt az adatbázist használjuk a leírásukra, mint a többi térképezhető tárgyra.

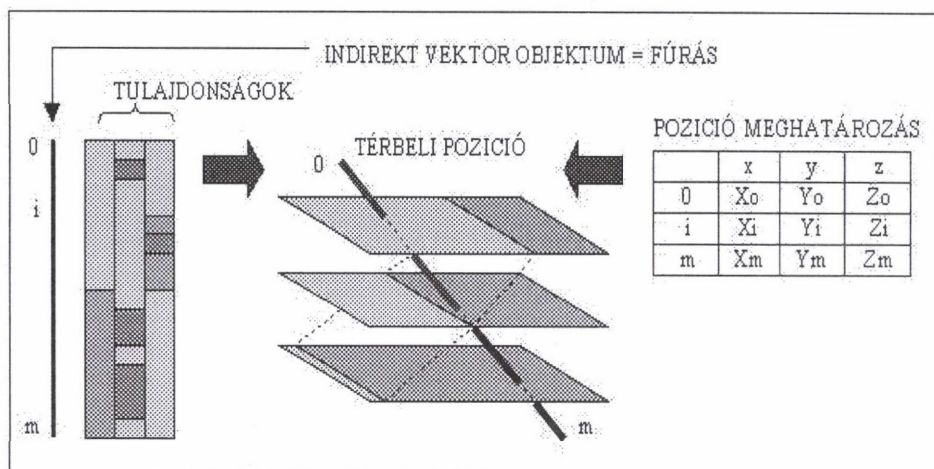
Az indirekt objektumok a geológia esetében rendszerint a fúrások, más szakmáknál e körben az utak, csatornák, magasfeszültségi vezetékek nyomvonalai vagy ezek hálózatai tartoznak. Ám szélesebb értelemben indirekt objektum lehet bármilyen egydimenziós kiterjedésű tárgy vagy fogalom, amelyet szokás szerint „-tól -ig” értelmezzünk (mint pl. az idő) fogalmát. Az egyes helytörténeti adatokat úgy is lehet kezelni, mintha az időben végeznénk függőleges fúrásokat. A terepen pedig vízszintes metaszetekként ábrázolhatnánk az azonos időpontokban, de különböző helyszíneken megtörtént eseményeket.

Rajzeszközök

A térképezés szinte kivétel nélkül a vektorobjektumok megrajzolását jelenti. Erre a célra két fajta rajzóeszköz áll rendelkezésünkre: a pozíció meghatározó, valamint a rajzolásra alkalmas grafikai eszközök (5. ábra).

A térképezés helyének terepi meghatározását a rajz egyedi pontjainak a meghatározása követi. Ehhez egy vagy több eszköz is választható az alábbiakban felsorolt eszközök közül:

– Alaptérkép, ami lehet bármilyen légi felvétel vagy egy másik térkép, beleértve a DTM típusú ábrákat is, azzal a feltétellel, hogy már rendelkezzenek geo-referenciával és az ugyanabban a rendszerben legyen, mint az a térkép, amelyre rajzolni akarunk.



4. ábra. Fúrások mint indirekt vektorobjektumok kezelési módja

Management of boreholes as indirect vector objects

– Számítógéphez kapcsolt GPS⁸, amelynek a jele a térképező képernyőjén jelenik meg és hozzá lehet csatolni egy illeszthető pontot vagy pontsorozatot.

– Számítógéphez kapcsolt lézerpisztoly, amellyel távolban lévő pontokat lehet a térképező képernyőjére hozni és ehhez csatolható hozzá egy illeszthető pont.

– Rendszer-mérőszalagok, azaz olyan, a terepen kihúzható mérőszalag-utánzatok, amelyekkel bármilyen vízszintes vagy merőleges méretet ábrázolhatunk a térképen referenciaként.

– Relatív referenciák, amelyek lehetővé teszik, hogy ha a referenciapontokat illetően változás történik a tereptérképezést követően, akkor az összes térképezett objektumokat az új helyükre transzponálja.

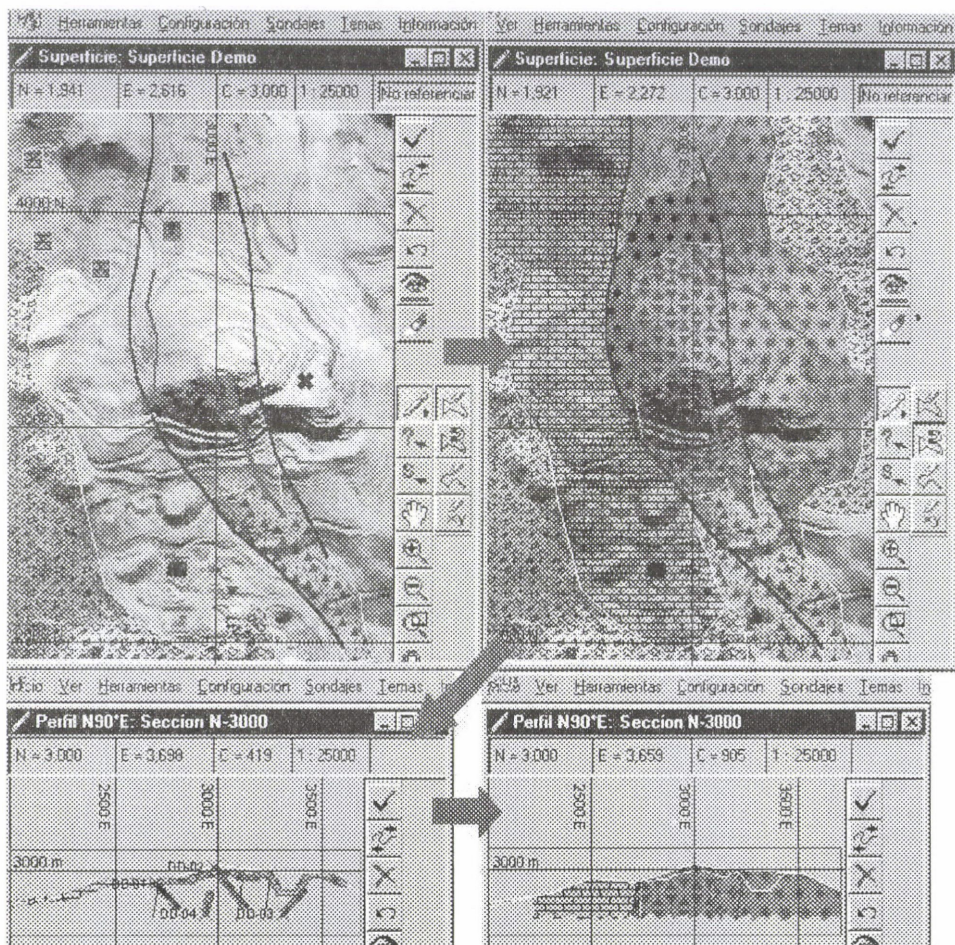
A vektorobjektumot kirajzolni vagy pontról-pontra, vagy szabad kézzel, vagy kívülről meghatározott koordinátákra lehet. A már meglévő objektumokhoz egyedi pontokat vagy pontsorozatokat is lehet csatolni (*snap*), emellett utalni lehet más rétegek objektumaira.

Mihelyt a befejezett vektorhoz az adatbázisból kiválasztott tulajdonságokat hozzárendeltük, az automatikusan megkapja a rendszertől a megfelelő stílust. Bár a stílusokat már meghatároztuk, amikor az adatbázist összeállítottuk, mégis minden egyéni felhasználó lecserélheti azokat és saját kívánása szerint változathat rajtuk anélkül, hogy a központi adatbázison bármi változás is történne.

Működési feltételek

A GVMapper felépítése nemcsak a szoftver belső működésére van tekintettel, hanem arra a közös használati módra is, amelyet egy többtagú munkacsoport igényel. A térképészeti feladatokra jellemző a különböző képzettségű szakemberek által felvett adatok közös célokra való felhasználása, és emiatt szükségessé vált egy központi adminisztráció megszervezése. A rendszer működtetéséhez felhasználói szinten háromféle szakember jelenlétére van szükség (6. ábra):

⁸ Global Positioning System.

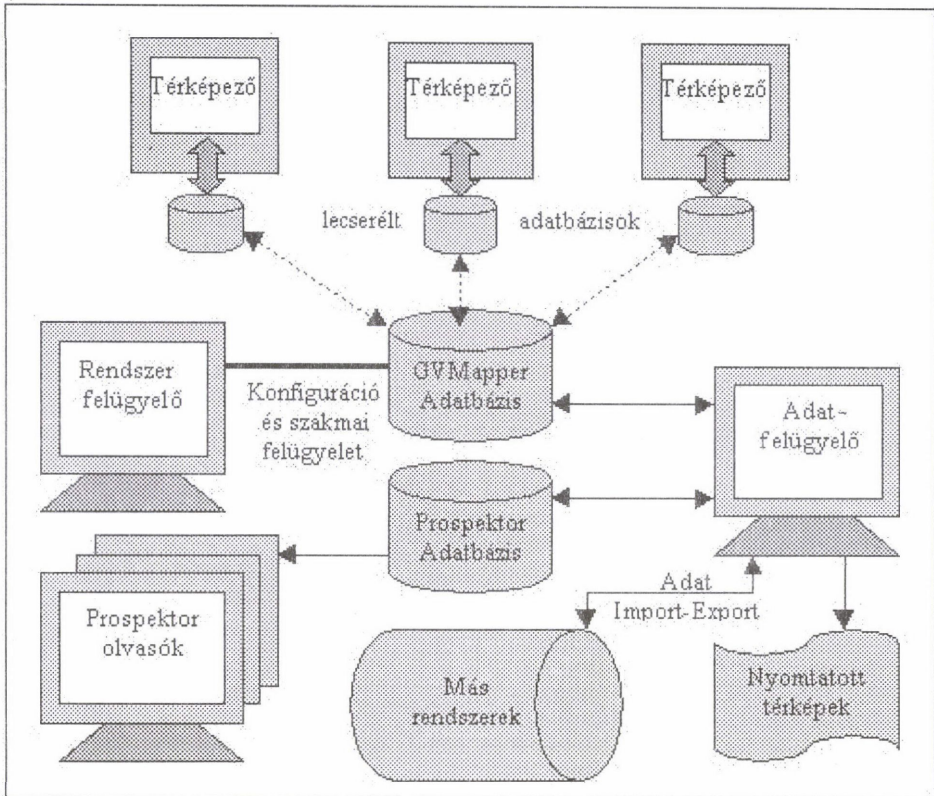


5. ábra. Digitális térképező rajzeszközei a terepen és a metszetek feldolgozása a felszíni adatok és fúrások segítségével (az első ábrán látható "X" a GPS jel)

Digital mapping tools in the field and further elaboration of cross sections assisted by surface and borehole data ("X" on the first picture is the GPS signal)

1. Egy rendszerfelügyelőre. Az adatbázist konfiguráló eszközök összeállítása csak egyetlen szerverre vonatkozóan javasolható, és csak e szerver használójának áll jogában a kódon változásokat végrehajtani. Ezen kívül csak ezen a gépen lehet új térképeket és indirekt vektorobjektumokat (fúrásokat) szerkeszteni, továbbá a térképezők erről a szerverről töltik le, és ebbe táplálják vissza az elvégzendő munka eredményeit.

2. Egy adatfelügyelőre. Ő az a munkatárs, akit a rendszer alacsonyabb rendű adminisztratív feladatokra jogosítja fel. Ezek közé tartozik a külső adatok importja, a rendszer adatainak exportálása, a szerkesztett térképek kinyomtatása, és tárolásuk a Prospektor ellenőrző rendszerében. (Természetesen, a rendszerfelügyelőnek is jogában áll ezeket a feladatokat elvégezni, de egy nagyobb



6. ábra. A működési rendszer vázlata

User functional diagram

létszámú munkacsoport esetén ez már külön személyt igényel). Általában az adatfelügyelő a csoport informatikai szakértője, a rendszerfelügyelő pedig az illető szakterület tapasztalt szakembere.

3. Térképezőkre. Belőlük annyit lehet munkába állítani, ahányra éppen szükség van a feladat elvégzéséhez. Minden egyes térképezőnek joga van térképeket és fűrészeket lehívni a szerverről, a megadott adatbázis alapján új terepi adatokat és interpretációkat rávinni a szerverre, majd azokat újra visszajuttatni a rendszerbe. A szerver csak egy adott gépre vonatkozóan engedi ugyanazt a térképet ráhelyezni, és addig, amíg ez vissza nem küldi, a többiek csak olvasó módban tudják lehívni az információkat.

A szervert és a térképezőt ugyanarra a gépre, egyszemélyes munkára is be lehet állítani, így a rendszer ezzel a konfigurációval önállóvá válik. Ebben az esetben, az adatbázis konfigurációját akár nyitva is lehet tartani, azzal a céllal, hogy az önálló szakember egy ismeretlen helyen is konfigurálhassa az adatbázist, akár adatfelvétel közben is.

A szerver lehet egy standard számítógép, fontos azonban, hogy merevlemezének adattároló kapacitása eléggé nagy legyen. A térképezőknek a „sun readable pen table” típusú gépek ja-

⁹ Napfényben olvasható-írható képernyős.

vasolhatók, amelyeknél az utóbbi két évben látványos korszerűsödést lehetett tapasztalni. Az összes térképező számára a Windows 98-as vagy ennél magasabb verziója javasolható, a szerver pedig a helybeli hálózat működtetése érdekében feltétlenül rendelkezzen Windows NT-vel.

Nagy mennyiségű információ kezelése

Az utóbbi években a GIS rendszerek egyre szélesebb körű alkalmazása egy olyan általános problémát hozott a felszínre, amelyre eddig kevesen figyeltek fel. Az elérhető georeferenciált információ mennyisége és felbontó képessége úgy megnőtt, hogy a szükséges adatok kinyerése sokat veszített a hatékonyságából, és emiatt a különböző rendszerekben készült GIS szisztémákat integrált célú használatuk érdekében már egyre nehezebb összekapcsolni. Bár a jól ismert csere-formátumok csökkentik ezeket a nehézségeket, ennek ellenére az erre specializálódott intézetekben mértéktelenül megnőtt az adatbázisok száma, ezzel párhuzamosan viszont csökkent a felhasználói képesség.

Nem a mai számítógépek tároló-képességével van gond – 10 év alatt az információ tárolás költsége ezredrésztére csökkent –, hanem a standard gépekkel működő rendszerek már nem képesek az igen nagy mennyiségű információ hatékony kezelésére. Látványos fejlődésre lehet számítani a GIS rendszerek esetében arra vonatkozóan, hogy a közeljövőben már összekapcsolt rendszereket is létre lehessen hozni.

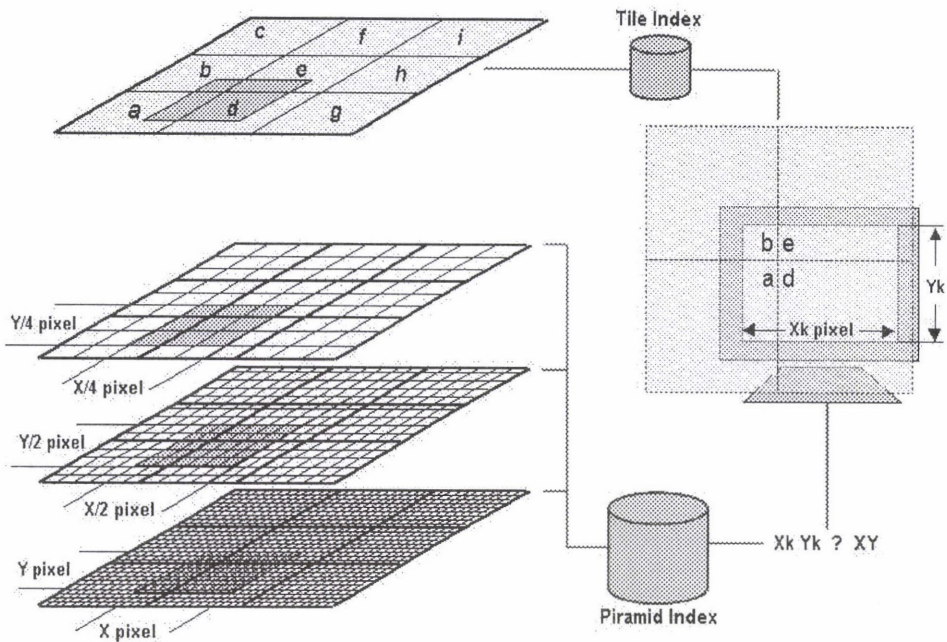
A georeferenciált adatokra az a jellemző, hogy csak egyetlen pozíciójuk van a térben, legyenek ezek raszter ábrák, vektorok, vagy adatbázisok. Így már el lehet képzelni egy olyan GIS elemző és ellenőrző rendszert, amelyik minden georeferenciált objektumnak azonosítja a földrajzi helyzetét, és azt valós helyén tárolja úgy, hogy ott és akkor legyen megtalálható, amikor éppen szükség van rá.

A leírt eljárás fő előnye az, hogy az elemző rendszer a különböző projektkörnyezetek vektorrétegeit ugyanazonokon az ábrázolt helyeken tárolja, mint a közös alapábrákat (pl. műhold- és légi felvételeket, terepmodelleket és egyéb közös rasztereket), így nincs szükség minden projekt esetében ezek megismétlésére. A másik előny pedig az, hogy lehetővé teszi a georeferenciált objektumok közös kezelését a hatékony megjelenítés érdekében. Két algoritmust lehet erre a célra felhasználni, a *piramis formájú struktúrát* és az *objektum „felosztását”* (7. ábra).

Piramis formájú struktúra: Ha egy több száz megabyte nagyságú ábrát jelentetünk meg a számítógép képernyőjén, akkor többször 10 millió ábrapixelt kényszerítünk rá a pár százezer képernyő pixelre, ami jelentős idővesztéssel járó folyamat. Ez megoldható egy olyan piramis-struktúrával, amelyik akkor épült fel, amikor egy ábrát először tárolunk (minden ábráról automatikusan készül ilyen struktúra). Ekkor a rendszer létrehoz és eltárol egy bizonyos számú új ábrát, amelyeknek a kiterjedése ugyanaz, mint az eredeti, de viszont a pixelek rajta nagyobbak (2X2), következésképp a pixelek száma kevesebb (1/4). Ezek az „piramidált” ábrák egy indexből választhatók ki és az ábra megjelenítésekor a rendszer azt választja ki, amelyiknek a pixelszáma hasonló a képernyő pixelszámaival. Ez az eljárás jelentősen felgyorsítja az ábrák megjelenítését a számítógépen.

Ábrák „felosztása”: Ha egy raszter ábrának csak egy bizonyos részét akarjuk a képernyőn elemezni, a rendszernek meg kell találni az illető részt, és ez annál nagyobb idővesztéses, minél több a raszter pixelszáma. A raszter hasznos részének megkeresése elkerülhető, ha azt már előzőleg olyan kis méretű, georeferenciált „csempékre” (*tiles*) osztottuk fel, amelyeket egy belső adatbázisba lehet indexelni, és a rendszer majd onnan választja ki a képernyő területébe beleillő „csempéket”.

A „piramidált” ábrák is ehhez hasonló módon kezelhetők, a két technika kombinált hatásával pedig az is elérhető, hogy a rendszer gyorsasága az ábrák megjelenítésekor függetlenné válik az ábrák nagyságától és mennyiségétől. Lehetőség van még arra is, hogy egy tömörítő algoritmust kapcsoljunk kis képekhez, ha a lemezek tároló képessége gyengül. A JFIF vagy LZW algoritmusok 10–100-szoros tömörítést tesznek lehetővé (nagyobb arány = nagyobb minőség veszteség).

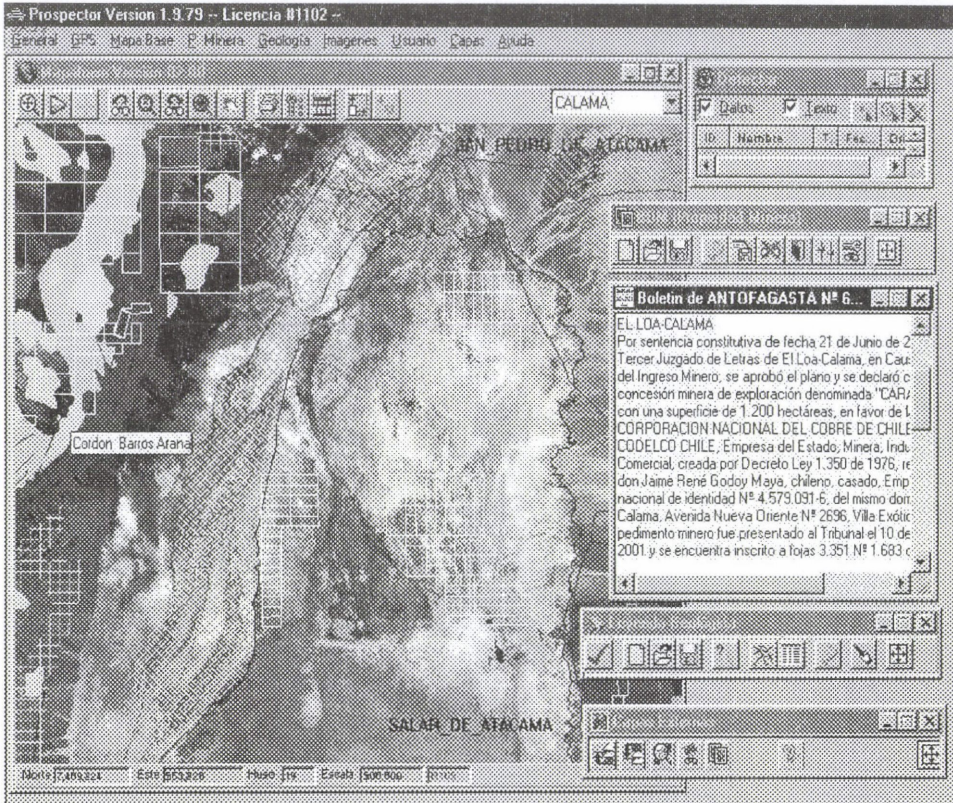


7. ábra. A raszter objektumok elemzése GV formátumban. (A magyarázatot l. a szövegben.)
 Structure of raster objects in GV format. (For explanation see the text.)

A vektorrétegeket is el lehet piramis formájú struktúrákba helyezni. A nagy mennyiségű pontból álló vektorok megjelenítése esetében a képernyőn (bár kisebb méretarányban, mint az eredeti vektor) bizonyos pontcsoportok ugyanazokra a képernyő pixelekre illeszkednek, ami a későbbiekben is idővesztéséget jelent. A vektorok piramidális struktúrája ugyanazon az alapon értelmezhető, mint a raszterek esetén, de a rendszer a kiszámításuk érdekében a pontszám/hosszúság arányt veszi tekintetbe. A leírt technikák a Prospektor elemző rendszerének immár 5 éve az alaptételei, és ezek teljesítésére a rendszer a hozzájuk rendelt GV formátumot használja az ábrák és a vektorok tárolására. Ez azonos a raszter JPEG2000 standard és a vektorok Open GIS standard kezelésével. Ennek köszönhetően a Prospektor már importálhat, exportálhat és értelmezheti az ilyen GIS formátumokba, a kívülről kezelt, nagy mennyiségű adattal feltöltött adatbázisokat is (8. ábra).

Import/export csereformátumok

A fentiek szerint tehát megállapítható, hogy a GVMapper, ideértve a Prospektor elemzőjét, nem GIS rendszer, de 3D Modell sem, hanem egy magasabb rendű általános adatgyűjtő, adatfeldolgozó és adattároló rendszer, amelynek az a legfontosabb feladata, hogy a többi modell rendszert is hatékonyan kiszolgálja. Ez azért fontos, hogy a különböző eljárások összes eredményét, könnyen lehessen más rendszerekre exportálni. Hasonlóképpen cél, hogy a másfajta rendszerekben tárolt információkat is könnyen lehessen importálni, az adatfelvétel és az egységes értelmezés elősegítése érdekében (9. ábra).



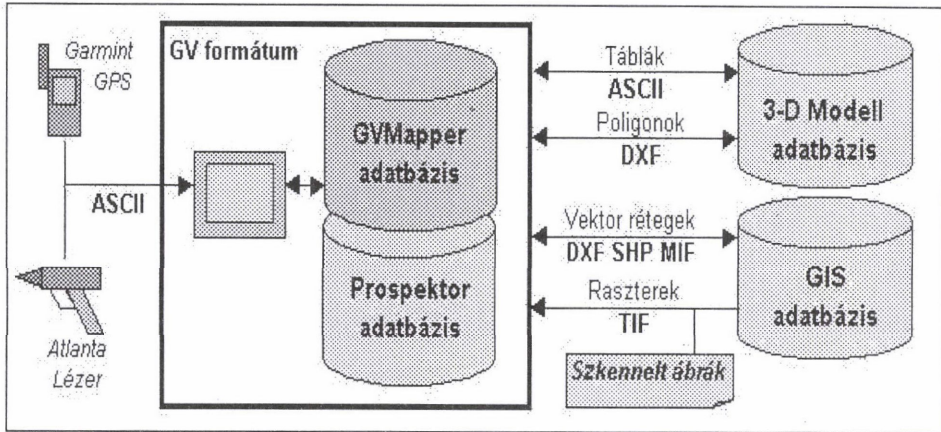
8. ábra. Külső adatbázisok egyidejű kezelése a Prospektoron. Jobb oldalon az egyéni adatbázisok kontroljai, beleértve a bányajogokat (kb.1 millió rekord + szövegek) és a geológiai térképet (kb. 25 000 poligon)

Simultaneous display of external databases in the Prospector. At the right side, the controls of each database, including mining properties (about 1 million records) and geological map (about 25 000 polygons)

A rendszer nem exportál raszter állományokat, és ennek két oka van. Az első, hogy a rendszer nem végez raszter alapú feldolgozást, a második, hogy más rendszerek túlnyomó része sincs még felkészítve a JPEG2000 standardra.

A digitális térképzet alkalmazása a Socompa példáján

A Chile és Argentína határán található Socompa (déli szélesség 24°24', nyugati hosszúság 68°16') a Közép-Andok több száz vulkánból álló vonulatának egyik tagja. Bár nem tartozik a működő vulkánok sorába, nemrégiben mégis híressé vált a vulkanológusok körében, mert a műholdfelvételek vizsgálata során kiderült, hogy a Föld egyik legnagyobb törmelék-lavináját produkálta.



9. ábra. GVMapper és Prospektor GV formátumába importálható és onnan exportálható formátumok
 Import – export formats from and to the GVMapper and Prospektor GV format

A vulkán kb. 6050 m-re emelkedik ki az Andok kb. 4000 m magas fennsíkjából. Ennek ellenére aránylag könnyen megközelíthető, mivel a közvetlenül tőle D-re lévő hasonló nevű hágón halad át az egyetlen, Argentínát Chilével összekötő, és az Andokat harántoló vasútvonal, és az út egyike a kevés transzandoki autótutaknak.

A Socompa egy jellegzetesen összetett (kompozit) vulkán, amely zömében dácitos, alárendelten andezites összetételű kőzetekből épül fel. Jelenlegi viszonylagos magassága 2050 m, viszont a vulkáni felépítmény, a mintegy 7200 éve történt összeomlása előtt több mint 300 m-rel magasabb volt. Bár nem létezik semmi olyan történelmi adat, amely a vulkán működésére utalna, a műholdfelvételeken jól látható - és ezt a terepi megfigyelések is igazolják -, hogy a hegy ÉK-i lejtőin egészen friss felületű lávaárak találhatóak, amelyek bizonyosan posztglaciális korúak, tehát 10 000 évnél fiatalabbak. Amennyiben elfogadjuk az aktív vulkánok meghatározására használt 10 000 éves határértéket, akkor a Socompát mindenképpen az aktív, de alvó vulkánok csoportjába kell sorolnunk.

A Socompa 7200 évvel ezelőtti összeomlása a vulkán 360°-os kerületéből egy kb. 70°-os szektort érintett. A lezúduló törmeléklavina kb. 600 km²-es területre rakódott le, a vulkántól ÉNy-ra. A hátrahagyott „sebet”, egy amfiteátrumszerű mélyedést, helyenként 400 m magas falak szegélyezik. Az összeomlásból származó hatalmas térfogatú – kb. 30 km³! - anyag egy része felaprózódott és nagy sebességű törmeléklavinaként seprert végig az elárasztott területen, míg más része óriási, km-es hosszúságú, és több száz m magas blokkok formájában csúszott le. Ezek az ún. *toreva* blokkok jól láthatók a műholdfelvételen is. Helyi terepi megfigyelések bizonyítják, hogy a Socompa összeomlása nem csak magát a vulkáni felépítményt érintette, hanem annak aljzatát is, ugyanis a törmeléklavina-üledék a talpzat kőzetanyagából is tartalmaz törmelékot, méghozzá jelentős mennyiségben. Az összeomlás okait a több mint 2000 m magas vulkán szerkezeti instabilitásán túl a talpzat morfológiájában és tektonikájában kell keresni: a vulkán talpzatának Ny-i fele tektonikusan bezökent a K-i részhez viszonyítva, ami elősegítette az ÉNy felé történő leszakadást.

Az összeomlás utáni vulkáni tevékenységről tanúskodnak az amfiteátrumszerű mélyedésben megfigyelhető dácitos összetételű lávaárak, amelyek részben visszaállították a vulkán összeomlása előtti morfológiáját. A legújabb vulkáni tevékenységre, amelynek korát nem ismerjük, a tűzhányó legfelső részén található öt kis robbanásos kráter utal. A leírt jelemzések és folyamatok eredményei jól láthatók az 5. és 8. ábrákon, amelyek példaként szolgálnak a módszer gyakorlati alkalmazására.

*

A tanulmány szerzői remélik, hogy a különböző térinformatikai rendszerek és alkalmazási sajátosságaik rövid összehasonlításával sikerült felhívni a figyelmet a chilei informatikai rendszer teljesítményének gyakorlati előnyeire. Az érdeklődők a GVMappert és a Prospektort bemutató anyagot a cég honlapjáról tölthetik le (www.geovectra.cl). A honlapról letölthető AMBRUS József geológus mérnök 2002. áprilisában, a Magyar Tudományos Akadémia Földrajztudományi Kutatóintézetében megtartott magyar nyelvű, több mint 60 diát tartalmazó előadásának PowerPoint változata is.

IRODALOM

- DE SILVA-S.L.–FRANCIS, P.W. 1990. Potentially active volcanoes of Peru. – Observations using Landsat Thematic Mapper and Space Shuttle imagery. – *Bulletin of Volcanology* 52, New York: Springer-Verlag, pp. 286-301.
- DE SILVA-S.L.–FRANCIS, P.W. 1991. Volcanoes of the Central Andes. – New York: Springer-Verlag, 216 p.
- FRANCIS, P.W.–GARDEWEG, M. RAMIREZ, C.F.–ROTHERY, D.A. 1985. Catastrophic debris avalanche deposit of Socompa volcano, northern Chile. – *Geology* 13. pp. 600–603.
- FRANCIS, P.W.–WELLS G.L. 1988. Landsat Thematic Mapper observations of debris avalanche deposits in the Central Andes. – *Bull Volcanol.* pp. 50. pp. 258–278.
- FRANCIS, P.W. 1993. Volcanoes. A planetary perspective. – Clarendon Press, 443 p.