

# Az észlelési földtani térképek digitális feldolgozásának/archiválásának menete

## *Digital processing/archiving of geological field maps*

ALBERT GÁSPÁR

Magyar Állami Földtani Intézet, H-1143 Budapest, Stefánia út 14.



Tárgyszavak: Digitális archiválás, digitális feldolgozás, földtani térkép, alapadatok, GIS

### **Összefoglalás**

A földtani felmérés legfontosabb eszköze a geológuskalapács és nagyító mellett a jegyzőkönyv és az észlelési térkép. A földtani alapadatokat tehát egyszerre szöveges és jelkulccsal ellátott térképi formában rögzíti a geológus. Az alapadatok jelentik a leghitelesebb forrását a földtani információnak, amihez vissza lehet nyúlni ezért ezek megőrzése fontos célja kell, hogy legyen egy rendszeres tudományos felmérést végző intézménynek. A földtani térképezéssel közel 140 éve alapfeladat szintjén foglalkozó Magyar Állami Földtani Intézetben kezelésük és katalogizálásuk nehézségei miatt a kéziratos térképek nagy része nehezen, vagy nem hozzáférhető. A mai igények egyre inkább szükségessé, a technológiai keretek pedig lehetővé teszik a nagy méretarányú térképeken észlelt és dokumentált, földtani információk felhasználását, amiket elsősorban az alapadatok képeznek. Ezért létrehoztunk egy feldolgozási módszert, ami a térképek és térképezési adatok (jegyzőkönyvek) tartalmának egységes, más adatbázisokkal összevethető formátumának kialakítását, térinformatikai rendszerbe foglalását, digitális és nyomtatott formátumú megjelenítését és tárolását tűzte ki célul. Tanulmányunkban feltárjuk a módszer kereteit és főbb összefüggéseit konkrét esetek kapcsán.

Key words: Digital archiving, digital processing, geological maps, uniform data, GIS

### **Abstract**

During geological surveying the most important objects, besides the hammer and loupe, are the maps and notes. The basic geological data are recorded cartographically on a map with reference key and literally in a booklet. These data are the most genuine information, which can be accessed later, that's why the preservation of the original notes should be an important aim for an institution, which performs regular scientific observations. In the Geological Institute of Hungary, where geological mapping is one of the primary functions for nearly 140 years, the data of manuscripts are hardly or inaccessible because of the difficulty of cataloging and organizing of them. The needs of recent times make it necessary, the technological frames make it possible to use geological information in the scale of observation, which means the use of authentic data. To achieve this, a method has been worked out, which aimed to transform the information of draw-up maps and field note manuscripts into a unified form, which can be compared with other databases, to insert them into a geographical information system, to create a uniform layout for the digitalized maps, and to operate a functional data storage system. In the study performed, the frames and main connections of this method on demonstrated cases have been revealed.



## Bevezetés

A térképek digitális feldolgozása a térinformatikai rendszerek és ezekre épülő alkalmazások (pl. navigáció, helyfüggő szolgáltatások, háromdimenziós modellek stb.) előállításának első lépése. A széles tömegek igényeit kielégítő szolgáltatásokhoz többnyire elég a tájékozódáshoz szükséges térkép, ezért a topográfiai alaptérképek digitális feldolgozása ma már nagy infrastruktúrával és kiforrott technológiával rendelkezik. A tudományos igényeket kielégítő tematikus térképek, mint a földtani térképek is, azonban nem kerülnek a nagyközönség érdeklődésének középpontjába, ezért a földtan tárgykörébe tartozó bármiféle térinformatikai feladathoz a földtani térképek digitális feldolgozását, az adatokat archív formában tároló intézményeknek kell megoldaniuk. A földtani térképek Magyarországon az 1869-óta rendszeres tudományos felméréseket végző Magyar Állami (korábban Magyar Királyi) Földtani Intézet tevékenysége során jöttek létre, és az alapadatok nagy része ma is papíron, sokszor csak egyetlen kéziratos példány formájában létezik.

A Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) alapfeladatai közt szerepel az ország területének földtani térképezése, amihez a mai kornak megfelelő térinformatikai struktúrát a felhasználás módjának és a méretarányának (adatmennyiségnek) megfelelő térinformatikai rendszerrel (GIS) hozunk létre. Az észlelési térképek jelentős része kéziratos formájában, illetve a digitális feldolgozás kezdeti stádiumában található. Ezek feldolgozása során elsődlegesen az egységes formátum kialakítását és az archív térképek forrásanyagként történő felhasználhatóságának lehetővé tételét tűztük ki célul.

A több mint fél évszázadra visszanyúló szisztematikusan terepi munka során az ország szinte minden tájegységéről készült földtani felvétel, így észlelési térkép is. Ezek egy része olyan szintre jutott, hogy nyomdai sokszorosításban is megjelent (pl. Dorogi-medence). Azonban nagy részükből csak kisebb méretarányú levezetett térképek születtek, amelyek már nem hordozzák az eredeti észlelésekhez egyértelműen köthető információt. Az eredeti térképek felhasználása azonban sokkal szélesebb körű lenne, mint a levezetett térképeké, amelyek közepes méretarányuknál fogva közvetlen terepi használatra alig alkalmasak. A földtani térképek észlelési méretaránya 1:5000–1:25 000 között van; leginkább 1:10 000. Ugyanezt a méretarány-tartományt használják az erdészeti, mezőgazdasági (talajtani és tájökölógiai), illetve tájrendezési munkálatoknál is, amely szakmák mindegyike forrásanyagként használhatná a földtani térképeket. A korábban felvett nagy méretarányú térképek felhasználására a MÁFI újabb terepi munkálatai során is nagy szükség van. Erre mutattak rá azok a tapasztalatok, amelyeket a Vértes és a Gerecse földtani térképezésének kéziratait nyomtatható, színezett és jelkulccsal, valamint topográfiai alappal ellátott észlelési térképek egyedi arculattal szerkesztett sorozataként való megjelentetése során szereztünk.

A Vértes és a Gerecse 1:10 000-es és 1:25 000-es térképlapjainak régi dokumentációs anyagát a későbbi

feldolgozás és a terület tájegységi térképeinek szerkesztése miatt olyan formátumban archiváltuk, ami a térinformatikai szemléletnek is megfelel. Ennek érdekében a térképi anyag feldolgozását lépésekre bontottuk, és különválasztottuk a terepi észlelési jegyzőkönyvek digitális feldolgozásától. Mindkét dokumentumtípus a közvetlen terepi megfigyeléseket tartalmazza, amelyek elsődleges- vagy alapadatok tekinthetők. E papír alapú adathordozók nagy részét digitális formátumban is rögzítettük, és elhelyeztük egy erre a célra kialakított könyvtárrendszerben. Ez a könyvtárrendszer az adatmodell részét képezi azáltal, hogy a benne tárolt dokumentumok neve és elérési útvonala beépül a térinformatikai rendszer adatbázisába hivatkozásként. Az alábbiakban a térképi anyag feldolgozásának lépéseit, a topográfiai alap előállításának módszerét és a könyvtárrendszer kialakításának szempontjait ismertetjük.

## A térképi tartalom ellenőrzése

A térinformatikai feldolgozás alapvető feltétele volt, hogy a terület észlelési térképei digitális formátumban, azonos fájlstruktúrával legyenek előkészítve. Mivel a térképezési területen több terepi felvétel is folyt, és ezek egy része digitális, más része kézzel rajzolt formában volt meg, első lépésben össze kellett gyűjtenünk az adott térképlapra vonatkozóan elérhető információkat, és ezeket az előkészített egységes könyvtárrendszerben, és átlátható egységes fájlnevektől digitális formátumban el kellett mentenünk. A folyamat lépései:

— A kézzel rajzolt térképeket beszkeneltük, és a megadott nevezéktan szerint digitálisan archiváltuk.

— Az eredeti digitális állományokat érintetlenül archiváltuk, és a kialakított nevezéktannak megfelelő új néven is elmentettük.

A meglévő digitális alapanyagok esetében ellenőriznünk kellett azok belső szerkezetét, tartalmát és konzisztenciáját, ami a következő munkafázisokban történt:

— A térkép koordinátarendszerének ellenőrzése.

— A digitális állomány belső szerkezetének (szintkiosztásának) ellenőrzése.

— A térkép tartalmának ellenőrzése formai szempontok alapján.

— A térképen szereplő földtani képződmények azonosítóinak (indexek) kigyűjtése és egyeztetése az érvényes index-formátumokkal (adatbázisokkal).

A térkép koordinátarendszerének ellenőrzésére azért volt szükség, mert gyakran más koordinátarendszerben található a régen digitalizált térképlapok. Ennek oka, hogy a terepi felvétel is olyan topográfiai térképszelvényeken készült, amelyek koordinátarendszere az 1937-ben bevezetett, és 1967-ig a polgári térképészetben hivatalosan használt Katonai Stereografikus Koordinátarendszer volt. A MÁFI által működtetett térinformatikai rendszerekben ma az Egységes Országos Vetület (EOV) koordinátarendszerét használjuk. Az ettől eltérő rendszerben tárolt digitális térképi alapanyagok esetében koordináta-transzformációt kellett végeznünk.

Az arcív digitális állomány belső szerkezetének (szintkiosztásának) ellenőrzésére minden esetben szükség volt. Ennek oka, hogy egy-egy adott térképarchiválási, illetve térkép-feldolgozási projekt egyedi rétegtérképpel működhet a MÁFI-n belül is. A Vértes és a Gerecse 2001 után digitalizált térképlapjainak esetében az 1. táblázat rétegtérképszerkezetének volt irányadó, és a régebben feldolgozott állományok szerkezetét is ehhez a rendszerhez igazítottuk. A régebben digitalizált térképek mindegyike Bentley Microstation programmal készült (dgn formátumban), ezért az állományok rétegeit többnyire csak számokkal azonosíthattuk. A rétegek tartalmának előzetes meghatározása a digitalizálás időpontjában a későbbi feldolgozás céljától

**1. táblázat.** Az 1:10 000 és 1:25 000-es észlelési és fedett földtani térképek fedvény- avagy rétegtérképszerkezetének

**Table 1.** Layer structure of the 1:10000 and 1:25000 scale observation point maps and covered geological maps

FEDVÉNYEK TARTALMA	
1.	Operátori fedvény (0=AutoCAD; 63=Microstation)
2.	Térképkeret
3.	Szálfeltárások határa
4.	Törmelékes feltárások határa (szaggatott vonaltípus)
5.	Fedett feltárások határa (pontozott vonaltípus)
6.	Szálfeltárás földtani indexe
7.	Törmelékes feltárás földtani indexe
8.	Fedett feltárás földtani indexe
9.	A feltárás sorszáma
10.	Dőlésiirányt és szöveget jelző grafikus objektum és számszerű megírása
11.	Egyéb objektumok (lelőhely, karszt)
12.	Fúrások szövege és 3D oszlopa
13.	Szálfeltárások színezése
14.	Törmelékes és fedett feltárások színezése
15.	Észlelt feltölődés vonala
16.	Észlelt normálvető vonala
17.	Észlelt másodrendű normálvető vonala
18.	Észlelt szerkezeti vonal
19.	Feltételezett feltölődés vonala
20.	Feltételezett normálvető vonala
21.	Feltételezett másodrendű normálvető vonala
22.	Feltételezett szerkezeti vonal
23.	Antiklinálistengely vonala
24.	Szinklinálistengely vonala
25.	Feltételezett antiklinális tengelye
26.	Feltételezett szinklinális tengelye
27.	Jura hasadékkitöltés vonalként
28.	Tektonikai jelek (eltolódási nyílak)
29.	Gyűrődéstengely jele (antiklinális és szinklinális összevonva)

függött, ami sok esetben ma már nem is rekonstruálható. A számozott rendszer átnevezése ezért az archiválendő tartalom és az archív állományok általunk meghatározott szerkezetétől függ. Ennek következtében gyakran találkoztunk olyan digitális állományokkal, amelyekben egyes rétegeket összevontunk, míg másokat különválasztottunk. Célunk a redundancia kiküszöbölése és a gyors térinformatikai feldolgozás feltételeinek megteremtése volt.

A digitális térkép tartalmának ellenőrzése során formai szempontok alapján arra kívántunk választ kapni, hogy

alkalmas-e az adott állomány a térinformatikai feldolgozásra. Az általunk alkalmazott szintkiosztás nem mindig egy arcív alapanyagra vonatkozott teljes körűen. Előfordult, hogy a térképen nem szerepeltek bizonyos vonalas vagy szöveges kategóriák (pl. tektonika, fedett képződményhatár, feltárásszámolás stb.). A térinformatikai szempontú feldolgozás azonban egyes térképi objektumokat nélkülözhetetlenné tett. Ezek többnyire a képződményhatárok és a földtan indexek voltak. Amennyiben ezek hiányoztak, akkor a hozzáférhető eredeti dokumentáció (pl. felvételi térkép kéziratok, terepi jegyzőkönyvek) alapján pótolni kellett.

A térképen szereplő földtani indexek kigyűjtése és egyeztetése az érvényes index-formátumokkal (adatbázisokkal) jelentette a legnehezebb feladatot. Az észlelési térképeken előforduló földtani indexekből adatbázist készítettünk, amely a feldolgozás során folyamatosan bővült. Ez a térképi adatbázis egy Excel-táblázat, amely lekérdezési kapcsolatban van a MÁFI központi szerveren elérhető egyesített fűrési és jelkulcs adatbázis (GYALOG et al. 2005) lementett tartalmával. Ez a táblázat tárolja többek között az egyes földtani indexek első megjelenési helyét (térképlap neve), amennyiben az még nem szerepelt a központi adatbázisban, de a legfontosabb funkciója az egyes földtani képződményekhez rendelt színkódok tárolása volt. A terepi felvétel során alkalmazott, de nem elfogadott indexmódosulásokat szintén tároltuk.

A nehézséget legfőképp az jelentette, hogy szinte minden feldolgozott lapon túlsúlyban szerepeltek olyan földtani indexek, amelyek szintaktikája nem volt egyeztethető az érvényes, központi adatbázisban szereplő formátummal. Gyakori volt, hogy az indexek nem karakterláncként, hanem egyedi numerikus kód formájában szerepeltek, amelyekből nem olvasható ki a képződmény típusa, így azonosítása is nehéz, vagy grafikus formátumban voltak meg (blokkok, ill. cellák), amelyek neve volt csak egyedi jelleget hordozó és beazonosítható. Ezeket át kellett alakítani úgy, hogy minden térképen szereplő folthoz tartozzon egy karakterlánc (index), ami megfeleltethető a MÁFI érvényes földtani indexeit tároló adatbázisában egy rekordnak.

A térképlapok földtani indexeiből épült térképi adatbázisban gyakran előfordultak olyan rekordok, amelyeket sem az index karakterei, sem a rendelkezésre álló eredeti dokumentáció alapján nem lehetett egyértelműen azonosítani, vagy túl általános képződménymegnevezést tükrözött. Ezeket, továbbá a hiányzó vagy a központi MÁFI-jelkulcs szintaktikai elveivel ellenkező indexeket kijavítottuk, majd visszahelyettesítettük a térképre. Esetenként az eredeti szerkesztő nem volt már elérhető, abból fakadóan, hogy egyes térképlapok lezárása óta eltelt akár több évtized<sup>1</sup> is, így a javításokat a hozzáférhető alapanyagok (pl. terepi jegyzőkönyvek, fűrési rétegsorok) alapján végeztük.

<sup>1</sup> A Vértes és a Gerecse területére eső térképlapok közül az elsőket még 1958-ban kezdték térképezni a MÁFI munkatársai.

## A térképi tartalom helyesbítése

Következő lépés volt a térképek tartalmának helyesbítése formai és tartalmi szempontok alapján, ami egyrészt a szomszédos térképlapok tartalmával történő egyeztetést, másrészt a topográfiai alap és a domborzatfüggő térképi elemek (pl. völgykitöltések) összehasonlítását foglalta magában.

A topográfiai alaphoz illesztés előtt célszerű végig gondolnunk, hogy a térkép milyen célra készül; ha csupán a felvételi lapok archiválása a cél (mint a Vértes és a Gerecse esetében is volt), akkor a felvétel során használt topográfiai térképhez illesztjük a tartalmat. Ha azonban létezik digitális állományban vektoros topográfia, amely domborzatrajzzal is rendelkezik, akkor ehhez igazítjuk a megfelelő méretarányú földtani tematika vonalművét, mivel így elkerülhetjük a felesleges munkát, amit a tartalom és a topográfia egyeztetésének hiánya okozna. Fontos megjegyeznünk, hogy egy adott méretarányú földtani észlelési térképhez célszerű csak azonos vagy számottevően nem eltérő méretarányú topográfiai térkép alapot használnunk, mert ez által válik a földtani tematika terepen is olvashatóvá.

A földtani térkép használati értékét jelentősen növeli, ha a földtani tartalom mögött jól olvasható a topográfiai tartalom is. A Vértes, és a Gerecse észlelési térképeinek archiválása során az egyes térképszelvényeken az észlelési térképek topográfiai alaptérképeit használtuk. A földtani tartalmat ennek megfelelően többnyire minimálisan, kizárólag az eredetileg használt topográfiai térkép domborzata alapján módosítottuk.

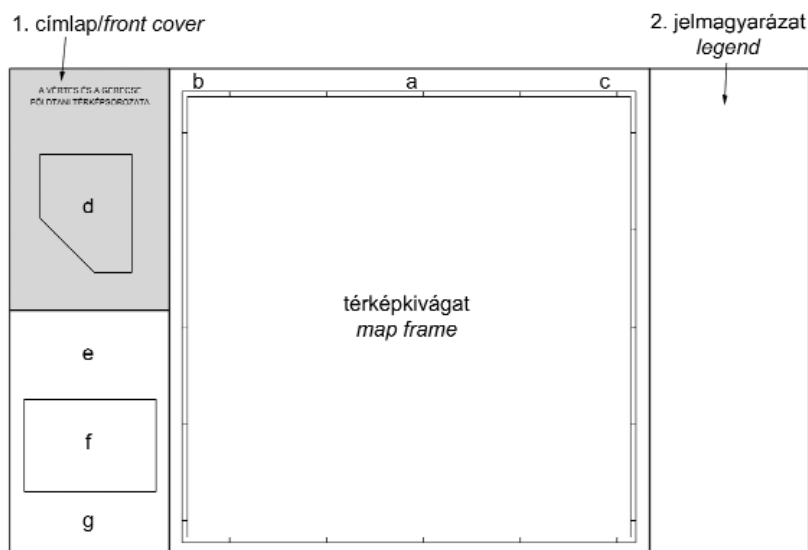
Az egységesítés során folytattuk le az egyeztetést a szomszédos lapokkal. Amennyiben lehetőség volt rá, a laphatáron észlelt eltérések (pl. eltérő képződmények) javítását számítógép előtt végeztük. Sok esetben csak a vonalak pontatlan illeszkedése okozott problémát, amelyet a topográfiai alaphoz igazodva javítottunk ki.

## A térkép előállítás

Az észlelési földtani térképek digitalizált anyagai 2002 előtt csak ritka esetben jutottak el a feldolgozás olyan szintjére, amelyen lehetséges a térképek és a földtani indexeket tartalmazó térképi adatbázis összekapcsolása, azaz térinformatikai rendszer működtetése. Ennek oka, hogy az ekkoriban a MÁFI-ban használatban lévő *Bentley Microstation 98 SE* és *Intergraph MGE (Modular GIS*

*Environment)* térképdigitalizálást, kartografálást és nyomdai előkészítést magában foglaló technológia alkalmazása — annak szigorú műveleti sorrendje és az eszközök modularitása (GALAMBOS 2005) miatt — nem volt célszerű olyan esetekben, ahol szinte biztosan módosítani kellett a térképet a térinformatikai feldolgozás után. A földtani észlelési térképek viszont pontosan ilyenek. Azaz sok esetben még nincsenek befejezve (főleg a tektonika és a kvarter képződmények szempontjából), mikor már szükséges lenne a használatuk, így az első színes megjelenítést követően állandó korrekcióra szorulnak, és változó mértékben ugyan, de folyamatosan újra kell szerkeszteni, valamint ennek következtében újra kell digitalizálni a lapokat. Minden módosítás után a digitális állományokat olyan formába kellett hozni, hogy azok nyomtatás után a terepi használatra alkalmasak legyenek. A műveleti sorrendet tehát rugalmasan kellett kezelni.

2003 végére az *Autodesk Land Desktop 3* szoftver segítségével kialakítottunk egy műveleti sorrendet, ami felváltotta a *Microstation-MGE* technológiát, és egyúttal lehetővé tette azt a rugalmasságot, amit ez az utóbbi nem. Ennek eredményeként az észlelési térképek hozzáférhetővé váltak színes, topográfiai alappal és jelmagyarázattal ellátott, hajtogatható (terepen is használható) formátumban



1. ábra. Digitálisan archivált 1:10 000-es észlelési térkép makettje A Vértes és a Gerecse földtani térképsorozatából

1. címlap = a térképsorozat címe, a térképlap neve és méretaránya; 2. jelmagyarázat = a térképen szereplő képződmények kibúvás típusa szerint (szálban álló, törmelékes vagy talajjal fedett) megkülönböztetett szinkulcsa, a képződmények földtani indexe és rétegtani besorolása az adott képződménytípusban előforduló közzetani indexek listájával; a = a térképlap neve, b = a térkép típusa (pl. észlelési és fedett földtani térkép); c = EOVS koordinátahálózat; d = áttekintő térkép; e = a térképlap szerkesztői és közreműködőinek felsorolása; f = a közzetani indexek betűjelének magyarázata (táblázat); g = felhasznált alaptérképek listája

Figure 1. Layout of the digitally archived 1:10 000 scale field map from the Map Series of the Vértes and Gerecse Mountain

Key to the figure: 1. front cover = title of the map series, name and scale of the sheet; 2. legend = colour index of the formations differentiated according to the type of outcrops (in situ, in debris, covered), geological index and stratigraphical classification of the formations with the list of the appropriate lithological indexes; a = name of the sheet, b = type of map (i.e. observation point map with covered geological map); c = coordinates of the Unified Hungarian Grid System; d = location map; e = list of editors and contributors; f = legend of lithological indexes (table); g = reference of base maps

(1. ábra) már az első feldolgozás után is. A feldolgozással párhuzamosan a terület térképi adatbázisa is folyamatosan bővült. Ez az adatbázis tette lehetővé 2005-ben a nyomdai kiadásra szerkesztett Vértes tájegységi földtani térkép első jelkulsának összeállítását.

A feldolgozási sorrend azonban az alkalmazott technológiától függetlenül jól elkülöníthető lépésekre bontható, amelyek főbb elemei a következők:

- A térkép vonalművének letisztítása.
- A topológia építése.
- A térkép arculatának kialakítása.

A térkép vonalművének azoknak a vonalaknak az összességét nevezzük, amelyek a térkép tartalmi részének kialakításában szerepet játszanak. Ennek megfelelően a síkrajzi, vízrajzi, domborzatrajzi és tematikus elemek beletartoznak ebbe a kategóriába, míg pl. a keretvonal, lépték és jelmagyarázat nem. Minden vonalas (és egyéb) térképi elem jelentéssel bír, amit legtöbbször az adott elem megjelenítésének módjával lehet közvetíteni a térkép-olvasó számára. Egy térinformatikai rendszerben a jelkuls mellett attribútumok (csatolt adatok) formájában egy elemhez több jelentést is társíthatunk. Ahhoz, hogy ez az adat előhívható legyen, bizonyos logikai és geometriai összefüggéseknek teljesülniük kell, és ehhez elő kell készíteni, azaz le kell „tisztítani” a térkép vonalművét. A térinformatikai rendszerekbe szánt térképek vonalművét tehát úgy kell kialakítani, hogy az megfeleljen a topológia építés feltételeinek.

### A térkép vonalművének letisztítása

A vonalmű letisztításának gyakorlati módszere igen változatos lehet attól függően, hogy milyen eszközök állnak rendelkezésünkre. A legtöbb térinformatikai szoftver rendelkezik ezt a műveletet segítő modullal, illetve parancskészlettel. A lényeg azonban a végeredmény, amit úgy lehet összefoglalni, hogy a vonalak ún. vonalláncokból álljanak, amelyek úgy vannak megrajzolva, hogy számos egymáshoz csatlakozó egyenes szakasz csomópontokban hézagmentesen kapcsolódik egymáshoz, és a méretarányuk megfelelő felbontásban görbe vonalnak látszik (pl. képződményhatárok). A vonalak összességének kétféle értelmezett megjelenési formája van:

1. Ha a vonalláncok kezdő és végpontja olyan csomópont, amiből egy vagy több másik vonallánc indul, vagy önmagába visszatér, akkor a vonallánchálózatot poligonok összességéként is értelmezhetjük.

2. Ha a vonalláncoknak szabad vég- vagy kezdőpontjuk van, akkor vektorok hálózatoként értelmezhetjük.

A térképen ábrázolt képződményeket az így kialakított poligonok és vektorhálózatok reprezentálják. Ezek tehát egy síkban megjelenített gráfot<sup>2</sup> alkotnak, amely attól függően, hogy a vonalláncok a fent ismertetett értelmezett megjelenési formák közül melyiknek felelnek meg, topológiai adatmodell létrehozásának alapját képezhetik.

Ehhez azonban nem mindig elég a vonalláncok nyújtotta adat. A zárt poligonokba el kell helyezni a topológia építéshez nélkülözhetetlen egyedi azonosítókat is, amelyek pontszerű elhelyezéssel jellemezhető, attribútummal ellátott objektumok (azaz centroidok). A centroidok lehetnek a valóságban is pontok (csatolt attribútummal), egyedi névvel jellemzett grafikai blokkok (pl. egy rajzi jel) vagy egysoros szövegek (indexek). A jelölési módok célszerűségét a topológiai és térképészeti feldolgozás munkamérete határozza meg. Fontos, hogy minden poligonba, amelyhez információt (pl. egyedi színkitöltést) szeretnénk csatolni, el kell helyeznünk egy centroidot.

A földtani észlelési térkép jellegétől függően a képződmények határait jelző vonalláncok általában három kategóriába sorolhatók (1 — szálaban álló; 2 — törmeléken; 3 — talajjal fedett képződmények). Az így megkülönböztetett kategóriák tehát rendűséget is kifejeznek, amit a jelkulsban is érzékeltetni szoktunk. A vonallánc-kategóriáknak megfelelő számú centroidkategóriát is meg kell különböztetnünk. A megkülönböztetés módja függ az általunk meghatározott fájlstruktúráról. Leggyakrabban az egyes kategóriák külön rétegre/fedvényre/fóliára kerülnek (l. 1. táblázat).

### Topológia építése

Topológiának nevezzük a geometriai objektumok (pont, vonal, felület) közötti összefüggéseket, amelyek állandóak maradnak az 1:1 arányú folyamatos transzformáció során (DETREKŐI, SZABÓ 2002). Ezek az összefüggések a következők: metszés, érintkezés, tartalmazás, szomszédosság, összekötés és azonosság. Topológia építésére megfelelő poligon- vagy vektorhálózat és a centroidok megléte esetén van lehetőségünk. A topológia építésének célja, hogy a geometriai objektumok adatai közti összefüggéseket informatikai eszközök által értelmezhető adatmodellel írjuk le. A felhasznált geometriai objektumok szerint három fajta topológiát különböztetünk meg.

- Ponttopológia.
- Hálózat (vonal, él vagy vektor)-topológia.
- Poligon (felületi)-topológia.

A földtani térképek térinformatikai rendszerben történő elemzése és egyben tematikus térképi megjelenítése céljából többnyire poligontopológiát hozunk létre. Ennek a segítségével tudjuk az alkalmazott térinformatikai szoftvert összekapcsolni a háttéradatbázissal létrehozva ezáltal egy topológiai adatmodellt.

Ha a képződménykategóriákat több tematika alapján is osztályozni akarjuk, akkor lehetőségünk van egyrészt a fájl szerkezetének kihasználására (pl. a különböző rendű

<sup>2</sup> A gráf csomópontok, csúcsok és rajtuk értelmezett összeköttetések (élek) halmaza. Alapértelmezésben a gráf irányítatlan, azaz nem teszünk különbséget „A-ból B-be”, illetve „B-ből A-ba” menő élek között. A gráf csúcsai általában címkézettek, azaz meg lehet különböztetni őket. A gráf két élet szomszédosnak nevezzük, ha van egy közös csúcspontjuk. Hasonlóan, két csúcspon szomszédos, ha egy éllel vannak összekötve (GRÁF 2008).

képződmények fedvényenként történő lekérdezésére és megjelenítésére), másrészt a poligonokhoz rendelt centroidok differenciálására a rendelkezésünkre álló eszközökkel. Akkor tiszta a térkép vonalműve, ha az általunk előre meghatározott topológiák hibamentesen létrehozhatóak a használni kívánt térinformatikai rendszerben.

### A térkép arculatának kialakítása

A térinformatikai rendszerek nagy előnye, hogy gyorsan létre tudnak hozni tematikus térképeket a már meglévő topológiákból. A Vértes és a Gerecse észlelési földtani térképeinek esetében a tematika a földtani képződmények azonosítója (indexe) és az észlelés jellegére utaló poligonhálózat (szálban álló, törmelékes, vagy fedett képződmény) alapján jött létre. A térinformatikai rendszer ehhez a poligonhálózatot és a centroidok geometriai összefüggéseit (melyik poligon, milyen centroidot tartalmaz), valamint az utóbbiak tematikus tartalmát (pl. földtani index karaktereinek egyedi sorrendje) használta fel. A tematikus térkép arculatát (pl. színeit) általunk választott megjelenítési mód szerint, de automatikus eljárással hoztuk létre, amelynek alapja az egyes centroidokhoz rendelt attribútum (csatolt adat). Ez egy önálló adatbázisban és egy abból előállított, az Autodesk Map térinformatikai rendszernek megfelelő ASCII formátumú definíciós fájlban található meg. Ennek beolvasása teszi lehetővé, hogy a tematikus térképünket néhány parancs segítségével automatikusan kiszínezzük.

A tematikus ábrázolási módszerek közül a földtani térképeken a felületmódszer a legelterjedtebb és egyben a leghangúlyosabb. A térképi felület 100%-ának különböző színekből és felületi jelekből álló kitöltése a kartográfia és a földtani képződményekre vonatkozó térképi ábrázolás általánosan elfogadott szabályainak alkalmazásával nagy körültekintést és sokszor több próbálkozást igénylő feladat. E folyamat automatizálása azonban lehetővé válik azzal, hogy az egyes képződményekhez tartozó színeket csak egyszer, az adatbázisban definiáljuk, és a felület kitöltését gombnyomásra a térinformatikai rendszerünk végzi el. A megjelenítésen túl azonban számos lehetőség áll rendelkezésünkre attól függően, hogy a háttéradatbázisban milyen adatokat tároltunk még el az adott képződményre vonatkozóan (pl. kor szerinti lekérdezés).

A felületi módszer mellett a földtani térképen a tematikus ábrázolás más módszereivel is találkozhatunk. Így a jelmódszerrel mint a kutatófúrásokban észlelt képződmények meghatározott rendszer szerinti megjelenítésével, a mozgásvonalak módszerével mint a vetők irányának, a rétegek dőlésének vagy a hegylábi törmelékűpokok anyagmigrációját bemutató módszerrel, illetve az izovonalak módszerével mint a fúrásokkal feltárt képződmények vastagságának és mélységének ábrázolási módjával. Ezekre az ábrázolási módszerekre a Vértes és a Gerecse földtani észlelési térképeinek digitalizálásakor nem dolgoztunk ki térinformatikai rendszerhez kötött, automatizált feldol-

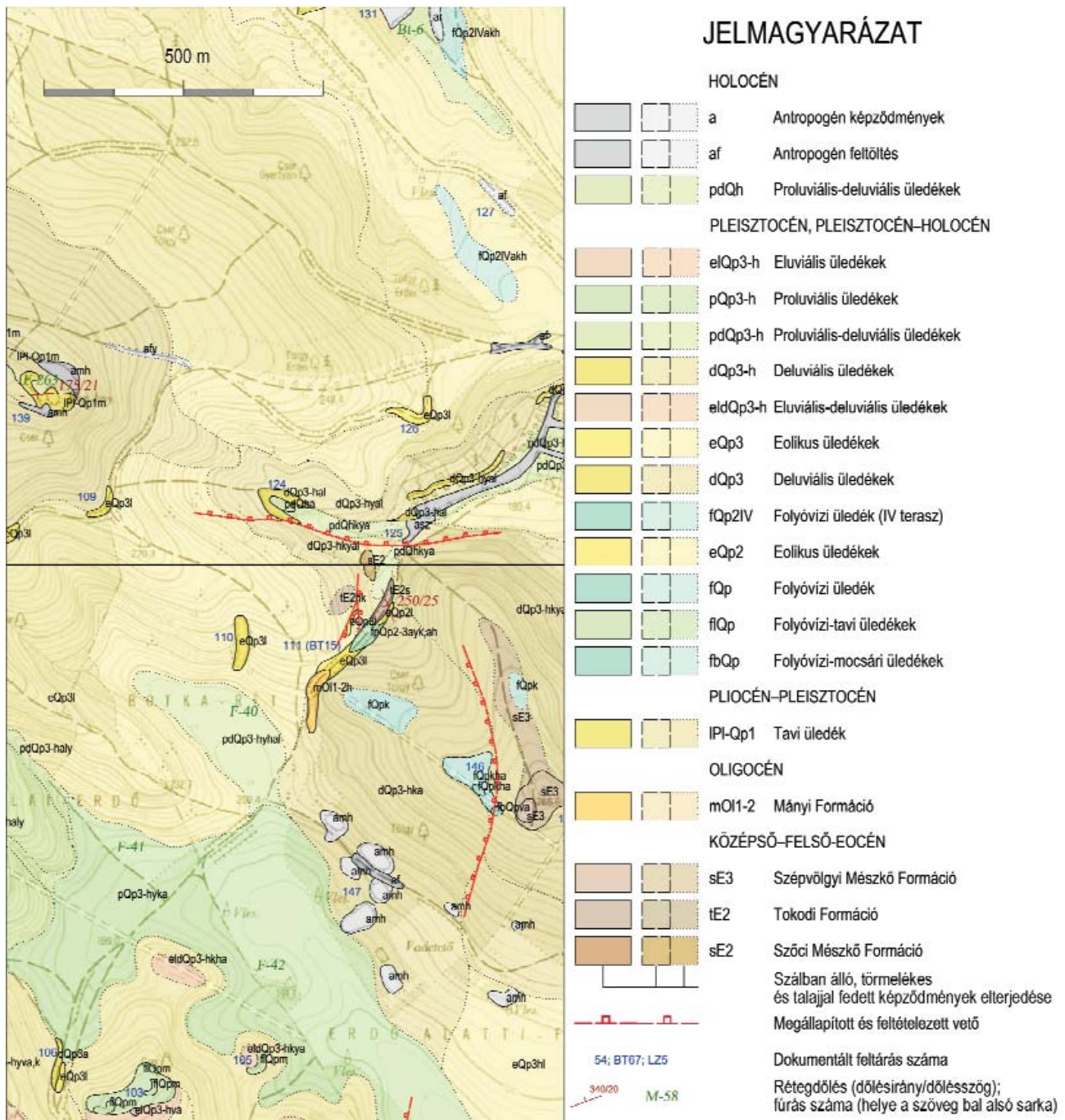
gozási és megjelenítési eljárást, mivel az észlelésekből nyerhető adatok sporadikusak voltak, és megbízhatóságuk nem ellenőrizhető.

Az Autodesk Map alapú térinformatikai rendszert azonban úgy alakítottuk ki, hogy a MÁFI mintegy 40 000 fűrési adatot tartalmazó központi fűrési adatbázisa is áttelesen és lokálisan megjeleníthető legyen, így abból adatelemzés és tematikus lekérdezés hajtható végre. A földtani elemzés egyik fontos feltétele a felszíni domborzat vizsgálata is, amit digitális domborzatmodell integrálásával valósítottunk meg.

### Topográfia

A digitálisan szerkesztett földtani térképek topográfiai alapja a Magyar Honvédség Tóth Ágoston Térképészeti Intézetének alapanyagából a MÁFI munkatársai által helyesbített DTA50/c Gauss–Krüger-szelvénybeosztású, de EOY-vetületű erősen generalizált domborzatrajzú 1:50 000-es névleges méretarányú digitális térképén valósult meg a MÁFI-ban az 1990-es évek közepe óta. A Vértes és a Gerecse területéről azonban 2004-ben lehetőség adódott ennél pontosabb topográfiai alap előállítására. A topográfiai alap elkészítéséhez szükséges szempontok és műszaki paraméterek kidolgozása során figyelembe vettük, hogy a térkép alapot képezhesen a nyomdai sokszorosításban kiadásra tervezett 1:50 000-es méretarányú földtani tematikához. Ugyanakkor szempont volt a helyes kartográfiai megjelenítés is, aminek részét képezte a főszintvonalak, alapszintvonalak és segédszintvonalak szelektív kezelhetősége, valamint a szintvonalmegírások olvasható megjelenítése is. A digitalizált domborzatrajz lehetővé tette a területről a korábbinál részletesebb digitális domborzatmodell előállítását is, amelyet az adatmodellbe illesztettünk, és térbeli szerkesztési műveletek (pl. szelvényyszerkesztés) során felhasználunk. Az elkészült digitális topográfiai alaptérképek szintén a Gauss–Krüger-szelvénybeosztást követik, és kondíciójuk az 1:25 000-es és 1:50 000-es közötti méretarány-nak felel meg.

Az észlelési térképek vektoros topográfiai alapját azonban nem volt lehetőségünk sem előállítani, sem megvásárolni. Ahhoz azonban, hogy olvasható földtani térképek álljanak rendelkezésünkre, mindenképp szükséges a földtani tartalom mögé topográfiai tartalmat is szerkeszteni. Ennek megoldására 2003 előtt az kínálkozott, hogy a már említett DTA50/c (1:50 000 kondíciójú térkép) került nagy méretarányú észlelési földtani tematika alá. 2003-tól kezdtünk alkalmazni egy olyan módszert, ami az észlelési térképek topográfiai alaptérképeit 7 bites szürkeárnyalatos raszterképek formájában a színes vektoros észlelési földtani térképek alatt jól olvashatóan megjeleníthetővé tette (2. ábra). Ennek része volt, hogy a felvételi lapok topográfiai térképeit archiváljuk raszteres formátumban. Az 1:10 000-es raszteres topográfiai térképek csak belső használatra voltak elérhetőek a terepen dolgozó kollégák számára.



2. ábra. 1:10 000-es észlelési térkép részlete és jelmagyarázatának kivonata a Vértes és a Gerecse Földtani Térképsorozat Mogyorósbánya L-34-2-C-c-2 lapjáról (ALBERT 2005).

Figure 2. Part of a 1:10 000 scaled field map of the Map Series of the Vértes and Gerecse Mountain - Mogyorósbánya L-34-2-C-c-2 sheet (ALBERT 2005) and the extract of its legend

A szürkeárnyalatos alaptérképek forrásaként 104 db 1:10 000 méretarányú térképszelvényt használtunk fel, amely vagy a Gauss–Krüger-szelvényezés, vagy a sztereo-grafikus koordináta-rendszerű Hazai-szelvényezés térkép-lapja volt. A legfrissebb térképezési területeken már az 1:10 000-es EOTR (Egységes Országos Térképrendszer) lapjait is használtuk, bár sok esetben az volt a tapasztalatunk, hogy a régebbi térképek tartalma jobban tükrözi a terepen észlelhető jelenségeket.

### Könyvtárszerkezet

Az alaptérképek és más alapadatok (pl. jegyzőkönyvek, fotók) általában önálló fájlokban találhatóak, amelyek nevezéktanát és elérési útját (azaz a háttértároló könyvtár struktúráját) a létrehozó felhasználó határozza meg. Egy kiterjedt terület részletes földtani térképezése során az adattárolási rendszer és az állományok nevezéktana a projektben dolgozók konszenzusa alapján jön létre. Ezek az

állományok nem egy időben készülnek, és egyszerre több felhasználó fér hozzájuk. Annak érdekében, hogy az adatok feldolgozását végzők a hosszabb-rövidebb szünetek után is hamar megtalálják azokat az anyagokat, amelyeket keresnek, és az alapanyag készültségi fokával is tisztában legyenek, célszerű azok feldolgozásáról táblázatot vezetni és kialakítani egy fájlkezelési rendet is.

Az eddig taglalt példa, a Vértes és a Gerecse földtani térképeinek feldolgozása kapcsán is így jártunk el. A könyvtárszerkezetben a Gauss-Krüger-szelvénybeosztású lapok képezik a különböző fájlok csoportosításának alapját. A gyors hozzáférés érdekében az egyes térképszelvények település szerinti nevét is megadtuk a digitális alapanyagok elérési útjában, mert a 1990-es évek közepéig visszanyúló munkák során az 1:25 000-es lapok neve szerinti könyvtárszerkezet alakult ki.

A könyvtárszerkezet kialakításakor egyik fő szempontunk volt, hogy a legfrissebb állományok könnyen elérhető helyen legyenek. Ezek közé elsősorban a térkép rajzolatát tartalmazó vektoros AutoCAD rajzok valamint ezek 300 dpi-s mérethelyes raszteres (tif vagy jpg) állománya tartozott, amit bárki, bármilyen nyomtatóval, saját igényei szerint nyomtathat akkor is, ha nincs telepítve a gépén a vektoros formátum megjelenítésére alkalmas szoftver.

A térképek előállításához sokféle alapanyag állt rendelkezésre digitális formátumban, amelyeket szintén a könyvtárszerkezetben helyeztünk el. Ilyenek a munkaállományok, amelyek tárolása azért szükséges, hogy a végeredményt tartalmazó fájl sérülése esetén a munka korábbi stádiumát képviselő anyagból újra elő lehessen állítani a kívánt eredményt. Erre a célra külön alkönyvtárt tartunk fenn, amelyben a munkaállományokat tároljuk. A feldolgozáshoz szükséges fájlok közé tartozhattak még az adott lap észlelési pontjait leíró dokumentumok, fotók és a területre eső fűrési rétegsorok is.

## Összefoglalás

Munkánk során az észlelési földtani térképeket alapadatokat hordozó dokumentumoknak tekintettük. Célunk az volt, hogy ezek digitális feldolgozásával és rendszerbe

illesztésével megkönnyítsük az alapadatokhoz való hozzáférést. Ehhez az észlelési térképek 2001 előtti kaotikus, több vetületű, sok tekintetben félkész, vagy el sem kezdett gyakran földtani szempontból is korrekciót igénylő digitális vonalművének rendezetlen állapotából kiindulva egy térinformatikai rendszert építettünk ki.

E rendszer tette lehetővé, hogy a térképek feldolgozása során mind a topográfiai alappal, mind a szomszédos lapokkal való egyeztetést követően, a térképlapok földtani indexeiből térképi adatbázis épüljön. A kiépített térinformatikai rendszerrel, az eredeti adatok feldolgozásával, a fűrési- illetve a térképi adatbázis és a digitális domborzatmodell integrálásával elértük, hogy a Vértes és a Gerecse térképezési területét teljes mértékben lefedő elemzéseket tudtunk végrehajtani, és segítségével tetszőleges nyomvonalú földtani szelvényeket és aljzatdomborzatot tudtunk előállítani. Ez az integrált térinformatikai környezet tette lehetővé, hogy a térképezési területről nagy méretarányú színes tisztázati felvételi térképlapokat állítsunk elő, amelyek mind a terepi, mind az irodai utó- és helyesbítési munkát nagyban megkönnyítik. E nyomtatott formátumú térképek topográfiai alapját az eredeti észlelési térképekről átvéve olyan formába dolgoztuk át, amely lehetővé teszi mind a terepen való tájékozódást, mind a földtani tartalom olvasását.

A MÁFI földtani térképezéssel és ehhez fűződő digitális adatok feldolgozásával kapcsolatos több éves munkája és tapasztalata alapján alakult ki a Vértes és a Gerecse földtani térképezésének térképi és térképekkel kapcsolatos állományait tartalmazó könyvtár- és fájlstruktúra. Ez az évek során folyamatosan változott, és alkalmasint bonyolultabbá, de rendszerezettebbé vált, ahogy a tartalma bővült, amíg a benne található alapadatokkal együtt a kialakított térinformatikai rendszer szerves része nem lett.

## Köszönetnyilvánítás

A cikk szerzője ezúton szeretne köszönetet mondani mindazon jelenlegi és egykori munkatársainak, akik munkájukkal, javaslataikkal hozzájárultak a tanulmányban leírtak megvalósulásához, továbbá dr. Balla Zoltánnak szerkesztői és lektori észrevételeiért.

## Irodalom — References

- ALBERT G. 2005: Mogyorósbánya (L-34-2-C-c-2) észlelési és fedett földtani térképe , 1:10 000 (A Vértes-Gerecse földtani térképsorozata) – *Kézirat*, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.
- DETRÉKŐI Á., SZABÓ GY. 2005: *Térinformatika. II. kiadás.* – Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, pp. 235–254.
- GALAMBOS CS. 2005: A földtani térkép – digitalizálástól a nyomdáig – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2004*, pp. 131–137.
- GRÁF 2008: [A Wikipédia cikke]. – [http://hu.wikipedia.org/wiki/Gráf\\_\(halmazelmélet\)](http://hu.wikipedia.org/wiki/Gráf_(halmazelmélet))
- GYALOG L., OROSZ L., SÍPOS A., TURCZI G. 2005: A Magyar Állami Földtani Intézet egységes földtani jelkulcsa, fűrési adatbázisa és webes lekérdező felületük – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2004*, pp. 109–124.