

Földtani térképek kartografálásának segítése térinformatikai módszerekkel

Aiding the cartographic process of geological maps with GIS-methods

MAIGUT VERA

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



Tárgyszavak: adatbázisok, adatfeldolgozás, adatkezelés, digitális adatok, földtani térkép, Magyarország

Összefoglalás

Ahhoz, hogy egy adatbázis alapján készülő térkép geológiai információit értelmezni tudjuk, az ábrázolt adatokat kartografálni kell. A kartografálás folyamata alapvetően manuális, ennek ellenére egyes lépései automatizmusok felépítésével gyorsíthatók.

A szóban forgó térképen megjelenő földtani információkat és azok kartografálási jellemzőit relációs adatbázisok tartalmazzák. Az adatbázisok közötti kapcsolatnak köszönhetően az adattáblákból megfelelő lekérdezéssel kigyűjthetjük az éppen szükséges kartografálási információkat, például a vonalmű színezéséhez vagy a jelmagyarázat elkészítéséhez.

A térképkészítés során felmerülő feladatokra a térinformatikai szoftverek sok esetben hatékony megoldásokat kínálnak, de előfordul, hogy a felhasználónak kell egyedi módszereket találnia. Az intézetben alkalmazott térinformatikai környezet funkciói parancs módban is elérhetők. Ezt kihasználva Visual Basic-felületen több saját fejlesztésű szoftvert készítettünk, amelyek kimondottan a térinformatikai-térképészeti munkafolyamatokat támogató célprogramok: a kereskedelmi szoftverek használatát egyszerűsítik, folyamataikat vezérlik, adataikat készítik és felhasználják. Az 1:100 000-es földtani térképmű munkálatai során létrehoztunk többek közt egy parancsfájl-generáló, egy jelmagyarázat-készítő és egy pontfelrakó programot.

Key words: databases, data handling, data processing, digital data, geologic maps, Hungary

Abstract

If we intend to interpret the geological information of maps made on the bases of a database, cartographic processing is needed. The cartographic process is mainly manual, though its certain steps can be speeded up with setting up automation.

The referred geological information appearing on the map and the characteristics of its cartographic process are included in relational databases. Due to the connection between databases with the right query the required cartographic information can be gathered from the data tables. They might be used for example in order to colour the linework or to construct the legend.

GIS softwares often offer effective solutions when problems occur during map making, but sometimes one has to find special methods. The functions of the GIS surroundings applied at the institute can be reached in batch mode. Using this we have developed more softwares in Visual Basic, which are specially designed programmes to support the working process in GIS and map making: they simplify the use of commercial softwares, command their procedures, make and use their data. In the course of constructing the 1:100 000 geological map we created a batch file generating, a legend making and a point placing software.



Bevezetés

Adatbázisban tárolt geológiai információk értelmezéséhez az adatok szemléletes ábrázolására van szükség. Az adatbázis alapján készülő térképet nyomtatáshoz kartografálni kell, klasszikus térképészeti megoldások felhasználásával. A térképészeti munka során figyelembe kell vennünk a rendelkezésre álló eszközöket, vagyis a térinformatikai szoftveres környezetet is, mert az jelentősen be-

folyásolja a konkrét feladatokat és megoldási módjukat egyaránt.

A jelen cikk az 1:100 000-es méretarányú földtani térképmű¹ (MAIGUT 2004) munkálatai során szerzett

¹ Szelvényezett térképmű: (térkép)szelvények sorozata, amelyeket egy szelvény-minta alapján egy olyan terület összefüggő ábrázolására készítenek, amely ugyanebben a méretarányban az egy térképi egységben való ábrázolásra túl nagy. Sajátosságai: egységes szelvénybeosztás, módszeres szelvényjelölési rendszer, egységes jelkulcs-összeállítás, egységes (térkép)vetület és az egész műre vagy meghatározott térképterületre egységes (lináris) méretarány. (FÖLDI 1974)

tapasztalatokat tükrözi, és a munka során felmerült feladatokat és megoldásuk módszereit ismerteti, amelyek azonban más hasonló munkák során is felhasználhatók.

Kartografálás

Kartografálás alatt a térképen bemutatott adatok szemléletes ábrázolását és annak kivitelezését értjük. A kartografálás folyamata alapvetően manuális. A grafikus megjelenítés esztétikai érzéket követelő feladat, éppen ezért csak egy részét lehet automatizálni. A kartografálást segítő térinformatikai módszerek, az automatizációk kidolgozása segíti és gyorsítja, de nem helyettesítheti a kreatív térképészeti munkát.

Egy térképmű, amely az adott területet több térképszelvényen mutatja be, különösen alkalmas automatizmusok kialakítására, hiszen a térképszelvények kartográfiai jellemzői egyformák, és formai kivitelezésük is ugyanazon rendszer alapján történik. Ezek az azonosságok teszik lehetővé, hogy az egyes folyamatokra automatizmusokat építsünk fel.

A szoftveres környezet

A Magyar Állami Földtani Intézetben régóta alkalmazott térinformatikai szoftveres környezetet az MGE² és a Microstation (BENTLEY) jelenti. A hozzá kapcsolódó adatbázis-kezelő pedig az SQL Server³. A felhasznált szoftveres környezet nagyban befolyásolja többek közt a kartografálásra kialakított technológiai sort is. A programok nyújtotta lehetőségek csak keretet adnak a munkához, ezek minél ésszerűbb kiaknázása, továbbá a technológiai sor és a munkafolyamat kialakítása a felhasználó dolga.

A térképkészítés során felmerülő feladatokra a szoftverek sok esetben hatékony megoldásokat kínálnak, de előfordul, hogy a felhasználónak kell egyedi módszereket találnia. A beépített modulok kihasználása mellett az adott feladat elvégzéséhez vagy egyszerűsítéséhez, gyorsításához így gyakran szükség van kiegészítő programok kifejlesztésére. Ezeket a kiegészítéseket általában Visual Basic-felületen oldjuk meg. A különböző munkák során keletkezett szoftverekből jó néhány más munkákban is jól használható.

Módszerek

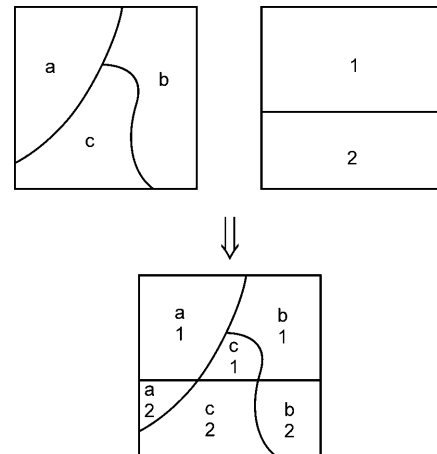
A kartografálás egyes lépéseinek automatizálása többféle módszerrel történik. Ezek azonban nem választhatók el egymástól, szorosan összefüggnek. Használatuk egymásra épül, ezért egy-egy munkafázis során többféle módszert is felhasználunk.

1. A szoftverek által nyújtott lehetőségek:

1.a. A szoftveres megoldások a felépített adatbázis alapján a beépített térinformatikai modulok használatát jelentik a kidolgozott technológiai sor szerint. Ilyen például a komplex topológia létrehozása és térbeli lekérdezések meg-

fogalmazása. A topológia az objektumok geometriai jellemzésekor az egyes pontok, vonalak, felületek szomszédsági kapcsolatait — konkrét szám adatok nélkül — írja le (DETRÉKÓI, SZABÓ 2002). A komplex topológia több térképi tematika metszetét írja le, ahol az egyes témák közötti kapcsolatot az adatok földrajzi helye teremti meg. A felületi elemek „felszeletelik”, a vonalas elemek elmetszik egymást, és minden egyes objektum megőröklí az adott helyre vonatkozó különböző tulajdonságokat (1. ábra).

A topológia alapján térbeli lekérdezéseket fogal-



1. ábra. A komplex topológia elve

Figure 1. The concept of complex topology

mazhatunk meg, például mely képződmények esnek a Gyöngyös nevű térképszelvényre, vagy mely térképszelvényeken fordul elő a Dachsteini Mészke Formáció.

1.b. Az adatbázistól elszakadva, a szoftverek saját moduljai a kartografált geometriai adatok módosítására is lehetőséget adnak. A kartografált fájlból visszaolvashatók például a megjelenített adatok grafikus jellemzői.

A szoftverek a legtöbb kartografálási feladatra nyújtanak különböző szintű megoldásokat, most azonban elsősorban a saját programjaink ismertetése következik.

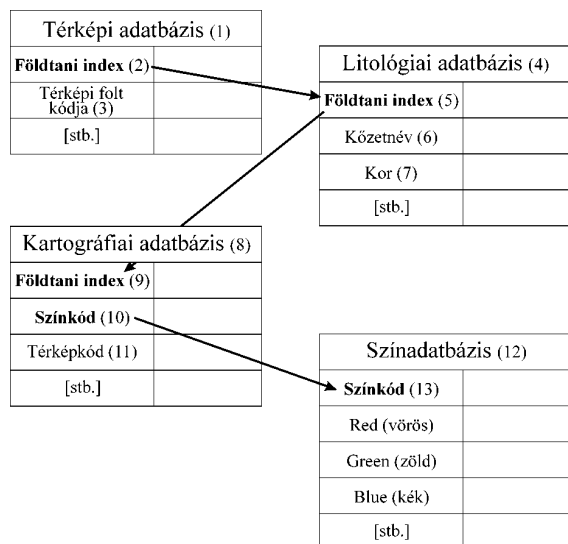
2. *Relációs adatbázis létrehozása:* Az 1:100 000-es földtani térképművünk háttérében összesen négy adatbázis áll, amelyekben rengeteg adattábla található. A legfontosabb a térképi adatbázis, amely a térképen megjelenő földtani képződmények és jelenségek minősítését tartalmazza. A litológiai adatbázisunk — amely intézetünk intranetjén is elérhető (TURCZI 2005) — a képződmények részletes földtani jellemzőit foglalja magában. A harmadik adatbázisunk a térkép megjelenítésére vonatkozó kartográfiai információkat szervezi rendbe. Végül a színdatbázisunkban az intézetünkben eddig nyomdai vagy nyomtatott formában elkészült, illetve készülő térképek színeit és a színek különböző színrendszerek szerinti összetételét (GALAMBOS 2005) tároljuk.

Az adatbázisok és adattábláik összekapcsolása, vagyis az adott feladatnak megfelelő relációk létrehozása után különböző lekérdezéseket fogalmazhatunk meg, kigyűjtjük például egy kiválasztott térképszelvény

² MGE = Modular GIS Environment (Graphit Kft.)

³ SQL = Select Query Language (Microsoft 2000)

képződményeinek nevét, korát, meghatározhatjuk sorrendjüket a jelmagyarázatban, de az egyes képződmények színének összetételét is kiolvashatjuk. A relációs adatbázis egyszerűsített, elvi szerkezetét a 2. ábra mutatja be.



2. ábra. A relációs adatbázis szerkezetének vázlata

Figure 2. The scheme of the relational database structure

1. = Map database; 2. = Geological index; 3. = Code of the map area feature; 4. = Lithological database; 5. = Geological index; 6. = Lithological name, 7. = Age; 8. = Cartographic database; 9. = Geological index; 10. = Colour code; 11. = Map code; 12. = Colour database; 13. = Colour code; [stb.] = [etc.]

3. *Visual Basic-felületen készült programjaink:* Az alább tárgyalt, Visual Basic-felületen készült programjaink kimondottan a térinformatikai-térképészeti munka-folyamatokat támogató célprogramok. Használatuk a kartografálás alatt is jelentős, mert az előző módszereket egyszerűsítik, alkalmazásukat vezérlik, adataikat készítik és felhasználják.

Az MGE és a Microstation funkcióit parancsmódban is elérhetjük, vagyis lehetőségünk van bármilyen utasítás-sorozat, akár több parancs több térképszelvényre történő egyidejű futtatására. Ennek kapcsán több programot is készítettünk.

3.a. Az egyik programunk a felhasználó által megfogalmazott parancsokat olyan rendbe szervezi, amelyet az MGE és a Microstation fogadni tud. A program tehát megfelelő formai keretet szolgáltat ahhoz, hogy a felhasználó bármilyen és bármennyi parancsot megfogalmazzon és az adott feladat szerint paraméterezzen.

3.b. Az előző szoftver bővítményeként a jelmagyarázat generálására is készítettünk egy programot. Ennek használatához a relációs adatbázis adatainak szűrésével állítjuk elő az adott térképszelvényen előforduló képződmények és a hozzájuk tartozó kartográfiai jellemzők listáját. A lista alapján, a jelmagyarázat előre meghatározott formai kritériumai szerint a program elkészíti a parancsfájlt. A parancsfájl futtatásával előáll a jelmagyarázat nyers formája.

3.c. Sok esetben szükségünk van különféle geometriai (pontok, nyitott vagy zárt poligonok) és szöveges elemek koordináta alapján történő elhelyezésére. Ennek automatizálásra is készítettünk egy Visual Basic-programot.

Automatizált munkafázisok

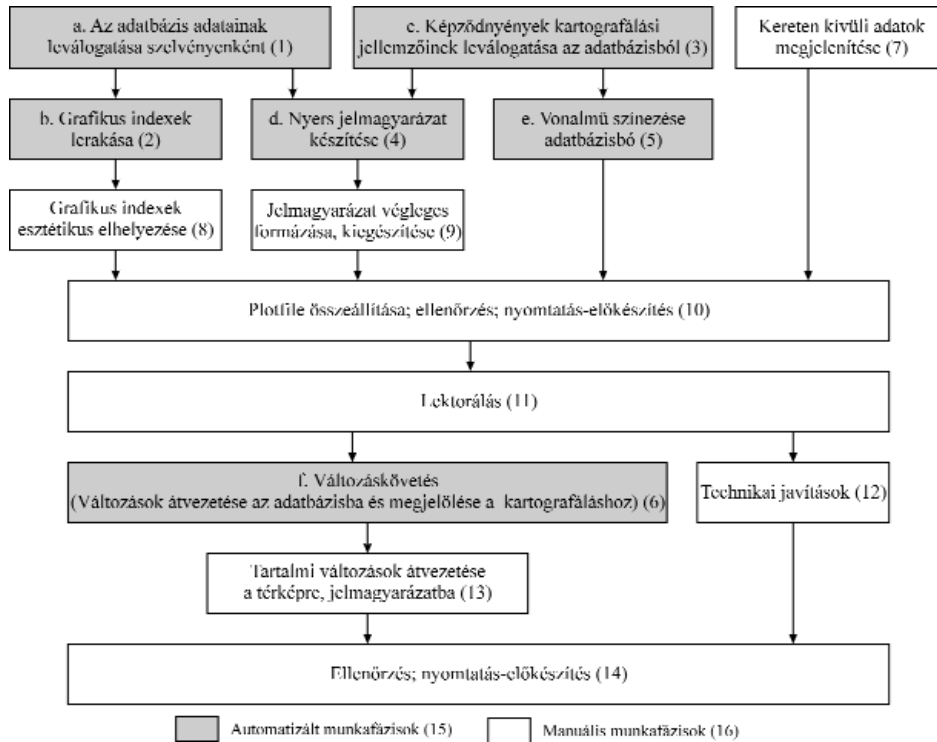
A földtani térképek kartografálási folyamatának egyszerűsített szakaszait a 3. ábra szemlélteti. A következőkben az egyes automatizált munkafolyamatokat — az ábrán szürkével jelölve — tárgyaljuk.

a) *Az adatbázis adatainak leválogatása térképszelvényenként:* A térképmű geometriai adatainak könnyebb kezelhetősége érdekében az országot öt nagyobb régióra osztottuk, és ennek megfelelően az adatokat öt külön állományban tároljuk (MAIGUT 2004). A térképművet Gauss-Krüger szelvénylaponként nyomtatjuk, és ez újabb feladatot generál. A képződmények ugyanis nincsenek tekintettel a szelvénybeosztásra, és sokszor több lapon is áthúzódnak. A képződmény indexe azonban ilyen esetben is csak egyszer szerepel a foltban — hiszen adatbázisunkban minden foltot egyetlen azonosító határoz meg — és ha tudni szeretnénk egy foltról mi is az, kénytelen-kelletlen meg kell keresnünk benne az indexet. A kartografálást az ilyen keresgélés nagyon lelassítja, ezért az adatbázist térbeli lekérdezések segítségével, a földtani információ és a szelvényháló komplex topológiája alapján térképszelvényenként leválogatjuk, majd a lekérdezés eredményét a szoftver moduljaival grafikusán is megjelenítjük. Így minden egyes lap „töredék” foltjaiba is kerül index, amit a kartografáló már könnyebben megtalál.

b) *A grafikus indexek lerakása:* A földtani képződményeket a térképi adatbázisban földtani indexek azonosítják. Az adatbázisban technikai okokból az indexek ún. kiterített formában szerepelnek, a térképre azonban ennek könnyebben értelmezhető formája, a grafikus index (GYALOG 1996) kerül (4. ábra). Az előző munkafázisban leválogatott térképszelvényeken a kiterített indexeket koordináta alapján a 3.c. program segítségével grafikus indexekre cseréljük. Az utóbbiak esztétikus elhelyezése már kizárólag manuális térképészeti feladat.

c) *Kartografálási jellemzők leválogatása az adatbázisból:* Nemcsak az egyes térképi foltok földtani minősítését, vagyis indexét tároljuk adatbázisban, hanem azok kartográfiai jellemzőit is: a képződmények jelmagyarázatban szereplő nevét, sorrendjét, grafikus indexének azonosítóját, térképi színét stb. Az összekapcsolt adattáblákból a megfelelő lekérdezéssel leszűrhetjük, kigyűjthetjük az éppen szükséges kartografálási adatokat, például a vonalmű színezéséhez vagy a jelmagyarázat elkészítéséhez.

d) *Nyers jelmagyarázat készítése:* Az adatbázis adatainak térképszelvényenkénti leválogatásakor egyúttal megkapjuk az adott térképszelvényen előforduló képződmények listáját is. Ha ezt a listát a relációs adatbázishoz csatoljuk, akkor a jelmagyarázat elkészítéséhez szükséges összes információt lekérdezhethetjük. A 3.b. programmal készítjük el a jelmagyarázat nyers formáját, amely időrend-



3. ábra. A földtani térképek kartografálásának fázisai: a-f jelölést kaptak azok a fázisok, amelyeket a szövegben ugyanilyen jelölés alatt ismertettünk

Figure 3. Phases of cartographic processing of geological maps. Phases marked with a-f have the same marking in the text

1 = Selection of database items in map sheets; 2 = Raw placement of graphic indexes; 3 = Selection of the cartographic features of geological formations of the database; 4 = Processing of raw legend; 5 = Coloration of linework from database; 6 = Updating the database and marking for cartographic processing; 7 = Display of data outside the map frame; 8 = Aesthetic placement of graphic indexes; 9 = Final formatting and completion of legend; 10 = Plotfile processing; checking; preparation for printing; 11 = Proofreading; 12 = Technical corrections; 13 = Updating map features and corresponding legend items; 14 = Checking; preparation for printing; 15 = Automatic work phases; 16 = Manual work phases

a. d_fT₃, mOl₂k, GK1-2, MPz, taPa₂Bt

b. ^d_fT₃, ^mOl₂^k, ^GK₁₋₂, ^MPz, ^{ta}Pa₂^{Bt}

4. ábra. Indextípusok, a = kiterített, b = grafikus indexek

Figure 4. Types of indexes, a = simplified, b = graphic indexes

ben tartalmazza a leválogatott területen, vagyis a térkép-szelvényen előforduló képződményeket az előre definiált külalak szerint, szabványos nevekkkel és a térképi jelkulcsnak megfelelő szabványos felületi színekkel.

A nyers jelmagyarázatot ezután manuálisan alakítjuk tovább. Kiegészítjük további, például tektonikai elemekkel, és a térképlapon rendelkezésre álló hely méreteinek megfelelően tördeljük (5. ábra).

e). A vonalmű színezése adatbázisból: A grafikus ábrák a vonalművet, vagyis a képződmények határvonalát és indexét tartalmazzák. A térképen megjelenő színes foltokat a vonalműből a relációs adatbázisban szereplő, kartografálásra vonatkozó adatok (előírások) szerint állítjuk elő a 3.a. program felhasználásával.



5. ábra. Térképművünk jelmagyarázatának részlete

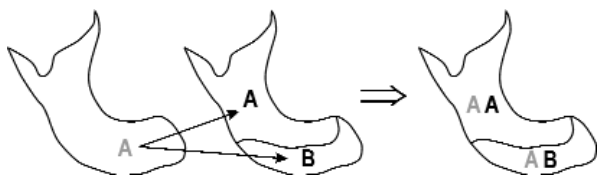
Figure 5. Detail of map legend

a = nyers, b = kész
a = raw; b = final

Ennek a programnak a legnagyobb előnye, hogy a parancsok formai konverziója mellett a Microstation egyik nagy kartografálási problémáját is megoldja: a Microstation egyszerre ugyanis csak korlátozott mennyiségű színt képes kezelni, standard színtáblája véges számú „színhelyet” tartalmaz. Ezekre a színhelyekre ugyan tetszőleges szín definiálható, de a manuális színdefiníció körülményes. A programmal a megadott képződmények színeiből egyedi színtábla készíthető bármilyen térképhez, jelen esetben térképszelvényhez.

f) *Változáskövetés:* A térképek tartalmi lektorálása után a változásokat felvesszük a digitális térképi állományba és az adatbázisba. A kartografált végtermék azonban már nincs kapcsolatban az adatbázissal, így a tartalmi javítások nem jelennek meg rajta. A javítás során a változás jellegének megfelelően tehát a kartografálás bizonyos munkafázisait újra el kell végezni.

Miután a térképek tartalmi lektorálása során kijelölt változásokat átvezettük az adatbázisba, ugyanezt meg kell tennünk a kartografált térképszelvényeken is. Ehhez meg kell jelölnünk minden egyes térképi elemet, amely megváltozott. A régi és a kijavított, új vonalmű térinformatikai összehasonlításával, komplex topológia létrehozásával lekérdezhetők azon töredékfeltok, amelyeknek nem egyezik régi és új földtani minősítése. Az összehasonlítás elvét



6. ábra. Az eredeti és a megváltozott vonalmű összehasonlítása
Figure 6. Comparison of the original and updated linework

az 6. ábra szemlélteti. A térbeli lekérdezés eredményét grafikusan is megjelenítjük, majd a javítást átvezetjük a kartografált térképre.

A térképszelvények földtani tartalmának változása természetesen kihat a jelmagyarázatra is. Ennek megfelelően a javított adatbázis alapján újra elkészítjük a nyers jelmagyarázatot, és összehasonlítjuk a régebbivel. Tekintve, hogy a jelmagyarázat összetétele általában csak kis mértékben változik, többnyire a régi jelmagyarázatot alakítjuk át, az új nyers jelmagyarázatból átvéve beszurjuk az új elemeket.

Színskálák

Az 1:100 000 földtani térképművünk munkálatai közben felmerült többféle színskála alkalmazása, például a nyomtatott és az intranetes/webes változatok esetére. Adatbázisszinten ez a megfelelő adattáblák egymáshoz rendelésével viszonylag egyszerűen megoldható, a kartografálásnál azonban többletfeladatokat jelent.

A legegyszerűbb megoldásnak az tűnik, ha csak a térképszelvényhez tartozó színtáblát cseréljük le, vagyis újradefiniáljuk benne a tábla azonosítóihoz tartozó színeket.

A jelmagyarázat esetében pontosan ez történik. Ahhoz, hogy a színeket újradefiniálhassuk, tudnunk kell, a színtábla adott színe milyen képződményhez tartozik. Mivel minden színtábla egyedi, vagyis térképszelvényenként változik csak a grafikus állományokból derül ki, hogy például a húszas azonosítójú szín milyen földtani képződményt jelöl. Szükség van tehát egy olyan programra, amely ebből az állományból kiolvassa a benne tárolt grafikai elem tulajdonságait, a jelen esetben a képződmény kódját és a hozzá tartozó jelkulcsi elem színkódját. Ez a feladat a Microstation egyik moduljával megoldható. A földtani és a színkódot leszűrési koordinátáik segítségével rendeljük egymáshoz. A relációs adatbázis és az előbb létrehozott képződmény–színkódlista alapján pedig az új színtábla a 3.a. programmal már könnyen elkészíthető.

A térképi színek esetében még egyszerűbb a feladat. Itt a saját fejlesztésű programjainkban megtalálhatók az eredeti színezéshez használt, adatbázisból leválogatott listák (földtani index, színkód stb.). A relációs adatbázis egyik elemét képező színadatbázisból a földtani indexhez rendelt újabb színskála gyorsan lekérdezhető. A két lista egymáshoz kapcsolása után az új színtábla már könnyen és gyorsan előállítható anélkül, hogy magához a vonalműhöz hozzá kellene nyúlnunk.

Összefoglalás

Ahhoz hogy adatbázis alapján készülő nyomtatott térkép geológiai információit értelmezni tudjuk, az ábrázolt adatokat kartografálnunk kell. A kartografálás folyamata alapvetően manuális, ennek ellenére egyes lépései automatizmusok felépítésével gyorsíthatók. Különösen igaz ez térképművek esetében, amikor az adott területet több térképszelvény mutatja be. A térképen megjelenő földtani információkat és azok kartografálási jellemzőit relációs adatbázisok tartalmazzák. A kartografálás során felmerülő feladatokra a térinformatikai szoftvereken kívül Visual Basic-felületen több saját fejlesztésű programot készítettünk, amelyek kimondottan a térinformatikai-térképészeti munkafolyamatokat támogató célprogramok.

Irodalom — References

- BENTLEY [évszám nélkül]: *Microstation* – <http://www.bentley.hu/termek/microstation.html>
- DETRÉKÓI Á., SZABÓ GY. 2002: *Térinformatika*, pp. 380
- FÖLDI E. 1974: Kartográfiai értelmező szótár. – *Kézirat*, Földmérési Intézet, Budapest.
- GALAMBOS Cs. 2005: A földtani térkép - a digitalizálástól a nyomdáig. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2004* (jelen kötet).
- Graphit Kft. [évszám nélkül]: *MGE termékek*. – <http://www.intergraph.hu/gis/products/software/aboutmge.aspx>.
- GYALOG L. (szerk.) 1996: A földtani térképek jelkulcsa és a rétegtani egységek rövid leírása. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Alkalmi Kiadványa* 187.
- MAIGUT V. 2004: Új digitális földtani térképmű a MÁFI-ban. – *Geodézia és kartográfia* 2004 (7), pp. 22–26.
- Microsoft 2000: *Windows Server System. SQL Server*. – www.microsoft.com/HUN/product/SQL.asp.
- TURCZI G. 2005: Földtani térmodell építése - adatbázisok az intra- és interneten. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2004* (jelen kötet).