

Litografált térképektől a térinformatikáig

Geological Maps – from Lithography to GIS

BREZSNYÁNSZKY Károly¹ – TURCZI Gábor¹

(8 ábra)

Abstract

Geological information refer to the structure and development of the Earth's crust, they describe the spatial occurrence of phenomena and their succession in time: the time honoured tool of their visualization is the geological map. The informative content of a map reflects correctly the stage of development of the science in the given time. The collection, management, conservation and publication of geological information concerning the territory of the country – because of their many-sided relations to national, economic and cultural issues – are fundamentally the tasks of the state. In our country the Geological Institute of Hungary is charged to perform these activities, as being since its foundation in 1869 the only institution which carries out systematic geological survey, and publishes geological maps both of regional and country-wide coverage. Consequently, a survey of the history, present state and future of the domestic geological mapping corresponds to the appraisal of the surveying activity of the Institute. This activity has always been in line with the scientific level of the time concerned, coping with the steadily growing thematic requirements.

The accumulation of the informative contents together with the digital techniques being in rapid development especially from the eighties onward, rendered possible building up a complex GIS. The most important prerequisite is to establish and to implement the pertinent technical and factual standards and specifications. This is our main task at present.

Összefoglalás

A földtani információ alapvetően a földkéreg felépítésére, fejlődésére, a jelenségek térbeli helyzetére, időben való egymásutánosságára vonatkozik, hagyományos megjelenítési eszköze a földtani térkép. A térkép információtartalma híven tükrözi a tudományág fejlettségét. Az ország területére vonatkozó földtani információk előállítás, kezelése, karbantartása, közzététele – annak nemzeti, gazdasági és közművelődési vonatkozásai miatt – alapvetően állami feladat. Hazánkban a feladat ellátására a Magyar Állami Földtani Intézet hivatott, mely alapítása (1869) óta az egyedüli intézmény, mely rendszeres földtani felvételeket végez, területi és országos összesítő térképeket tesz közzé. Így a hazai földtani térképezés múltjáról, helyzetéről, jövőjéről szóló összefoglalás megegyezik az Intézet térképező tevékenységének értékelésével. Ez a tevékenység mindenkor megfelelt a kor színvonalának és kielégítette a folyamatosan növekvő tematikus igényeket.

Az információ tartalom növekedése és a 80-as évektől fejlődő digitális technika együtt lehetővé tette a komplex térinformatikai rendszerek kiépítésének megkezdését. A térinformatikai rendszerek létrehozásának alapfeltétele a technikai és tartalmi szabványok megalkotása, melyek kidolgozása és bevezetése napjaink feladata.

¹ Magyar Állami Földtani Intézet, 1143 Budapest, Stefánia u. 14.

Bevezetés

Abban a cikkgyűjteményben, mely a hazai földtani tudomány fejlődéséről, jelenlegi helyzetéről ad átfogó képet, különleges helyet foglal el a földtani térképekről, térképezésről szóló elemzés. A földtani térképeket olyan grafikus információs eszköznek tekintjük, amely színek, vonalak, jelek kombinációját alkalmazva, földtani képződmények összetételét és szerkezetét, felszíni és felszínalatti elterjedését mutatja be, és amely alkalmas eszköz arra, hogy felhasználja és összegezza a földtudomány egyes részterületeinek ismereteit. A földtani térképek részben leíró információt tartalmaznak a szilárd földről, ugyanakkor értelmezést is adnak abban a tekintetben, hogy az egyes anyagok, képződmények hogyan viszonyulnak egymáshoz térben és időben.

Történeti áttekintés

A kezdetek

A hazai földtani térképezés jelenlegi helyzetének értékelése előtt, rövid történeti áttekintés keretében elemeznünk kell az alapokat, az egymásra épülő, fejlődő országos térkép rendszereket, és áttekintő térképeket, (FÜLÖP 1969).

A földtani térképkészítés fokozatosan, a tudományág fejlődésével párhuzamosan a XVIII. század második felétől fejlődött ki, és alapját a már korábban meghonosodott bányatérképek alkották. A XIX. század közepéig a földtan – hasonlóan más tudományágakhoz – kialakította saját, a célnak legjobban megfelelő térképi ábrázolási módszereit.

A Magyarországi területéről készült korai földtani térképek külföldi szakemberek munkái, akiket a térség fejlett bányászata, változatos földrajzi és geológiai felépítése vonzott utazásaik megtételére.

Az Osztrák Monarchia, beleértve a Magyar Királyság teljes területére kiterjedő első rendszeres térképlaponkénti felvételezés is még külső indíttatású. Az 1867-ben nyomtatásban is megjelent térképmű Franz Ritter von HAUER, a bécsi Geologische Reichsanstalt igazgatójának nevéhez kötődik, a litográfiai munkálatok is egy bécsi kiadónál folytak. Elkészítésében azonban már magyar szakemberek, HANTKEN Miksa, HOFMANN Károly, SZABÓ József is részt vettek (1. ábra). A hatalmas térképmű elkészítése, és a magyar szakemberek részvétele a munkálatokban meghatározó jelentőségű volt az önálló magyar földtan és annak legfontosabb intézménye, a Magyar Királyi Földtani Intézet megalapítása (1869) és későbbi működtetése szempontjából (BREZSNYÁNSZKY 1997).

Az alapok megteremtése

Hazánkban az önálló Magyar Földtani Intézet megalapítása (1869) a nemzeti földtani térképezés kezdetét is jelenti. Rendszeres, térképlaponkénti felvételezés indult annak érdekében, hogy egységes kép álljon rendelkezésre az ország egész



1. ábra. A HAUER-féle térkép címlapja, melynek készítői között magyar szakemberek is vannak

Fig. 1. Cover page of HAUER's map which had also Hungarian contributors

területéről. A munka Buda környékén kezdődött meg, majd nyolc év alatt majdnem az egész Dunántúl térképezése elkészült 1:144 000-es méretarányban. A térképező munka súlypontja ezután az ország keleti felére tevődött át, fokozatosan terjedt ki az Erdélyi-medence, a Déli-Kárpátok, majd az Északkeleti-Kárpátok területére.

A századforduló táján, kapcsolódva a milleniumi ünnepekhez, országos nyersanyagkészlet felmérések (érc, kősó, szén, kőolaj, tőzeg, tűzálló anyag, ásványvizek, stb.) készültek, melyek áttekintő méretarányú térképen jelentek meg (2. ábra).

A nemzetközi színvonallal lépést tartó hazai földtani térképezés lehetővé tette, hogy LÓCZY Lajos az 1900-as párizsi világkiállításra 1:360 000-es méretarányban megszerkessze Magyarország új, áttekintő földtani térképét, amelyet aranyéremmel tüntettek ki (3. ábra).

LÓCZY Lajos, aki 1908-tól a Földtani Intézet igazgatója volt, a térképezés módszerével kapcsolatban a következőket írta: "A felvétel ne kizárólag geognóziai



2. ábra. A Földtani Intézet igazgatóját ért elismerés, az Intézetnek a millenniumi kiállításon való szerepléséért

Fig. 2. Appreciation of contribution of the Institute to the Millenary Exhibition of Hungary addressed to the Director of the Institute

természetű legyen, hanem vessen ügyet a hegységek morfológiájára, általános tektonikájára, teraszalakulataira, az erózió és denudáció jelenségeire és egész paleogeográfiájára." A gondolatok példaszerű megvalósítása a Balaton monográfia és térkép, LÓCZY életművének kiemelkedő alkotásai.

Az I. Világháborút követően a munkálatok súlypontja érthetően a mai országterületre tevődött át. Tájégségi térkép és monográfia sorozat kiadása kezdődött "Magyar tájak földtani leírása" címen.

A Világháború következményei új helyzetet teremtettek az ország energia és nyersanyagellátásában. Újra kellett értékelni az ismert előfordulásokat és a 30-as évektől ismét megindult az új lelőhelyek felkutatása. Legfontosabb eredménye a dunántúli bauxit, valamint a zalai és bükkzséki kőolaj előfordulások felfedezése.

1933-ban KREYBIG Lajos vezetésével új talajtani felvétel indult a Földtani Intézetben. A "Magyarország geológiai és talajismereti térképei magyarázóval" című 1:250 00-es térképsorozat több mint száz térképlapja az ország síkvidéki, a mezőgazdasági hasznosítás szempontjából fontos területeit érintette (KREYBIG 1934).



3. ábra. A párizsi világkiállítás (1900) érme

Fig. 3. The medal of the World Exhibition in Paris (1900)

Megnövekedett feladatok, tematikai bővülés

A II. Világháború befejezésével kezdődött meg a hazai földtani térképezés legújabb korszaka. Az első években a geológusok az élet akkori igényei szerint kizárólag közvetlen gyakorlati célú térképező vizsgálatokat végeztek. A rendszeres földtani térképezés és térképkészítés központja továbbra is a Magyar Állami Földtani Intézet maradt.

A rendelkezésre álló földtani ismereteket kezdetben kéziratos lapokon egyésésítették, ami új áttekintő országos földtani térkép elkészítését tette lehetővé. Az 1956-ban megjelent, a Földtani Intézet geológusai által szerkesztett 1:300 000 méretarányú Magyarország földtani térképe az eddigi legrészletesebb, csaknem 100 különféle földtani képződményt bemutató áttekintő térkép (BALOGH et al. 1956).

Új lendületet adott a több mint 40 évig szünetelő rendszeres térképszerkesztésnek az 1:200 000 méretarányú földtani térképsorozat közreadása. Az ország területét felölelő 25 db ilyen méretű térképlap több, a rendelkezésre álló adatok és a terület jellege szerinti tematikus változatban (földtani-, gazdaságföldtani-, hidrogeológiai-, építésföldtani, stb. térkép) készült el. A hozzájuk tartozó térképmagyarázókkal ez Magyarország legteljesebb, rendszeres területi földtani összefoglalása, még akkor is, ha a Sopron jelű töredék lap nem jelent meg.

A 60-as évek második felében több országos, 1:500 000-es térkép jelent meg. Ezek egyrészt az ország energiahordozó és szilárd nyersanyag előfordulásait és reménybeli területeit mutatták be, másrészt az intenzív mélyszinti szénhidrogénkutatás eredményeként először megszerkeszthetővé vált a medenceterületek mélyföldtani térképe.

Párhuzamosan az áttekintő méretarányú térképek szerkesztésével, nyersanyagperspektívák szempontjából legfontosabb hegységeinkben az ismeretanyag korszerűsítése, a különböző ásványi nyersanyagok feltárásának tudományos megalapozása érdekében új részletes 1:10 000-es és 1:25 000-es méretarányú térképezési programok kezdődtek. A Mecsek, a Dorogi-medence, a Tokaji hegység és a Mátra földtani térképeit ténymegfigyeléseken alapuló, dokumentációs anyaggal alátámasztott észlelési térképek alapján szerkesztették meg, a térképekhez magyarázó szöveg tartozik. Szintéziseik kisebb méretarányú, tájegységi térképlapokon jelentek meg.

A földtani térképezés legfontosabb feladatának abban az időben az ásványi nyersanyagok feltárásának megalapozását tekintették. E célnak rendelték alá a földtani térképezés területi és módszertani prioritásait is: a legfontosabbnak a hegyvidéki területek térképezését tartották, s a felvétel során nem, vagy alig fordítottak figyelmet a negyedidőszaki képződmények elterjedésére és tulajdonságaira, ami a térképek többirányú felhasználási lehetőségeit erősen csökkentette.

Ennek a szemléletnek a jegyében a 70-es években is jelentős volumenű földtani felvételi és térképszerkesztési munka folyt főleg a Dunántúli-középhegységben, és Észak-Magyarországon. Egyidejűleg kiteljesedett az alkalmazott

földtani (mérnökgeológiai) munkák alapjául szolgáló Balaton környéki és budapesti, majd később a más városok területére eső térképezés is (CHIKÁN 1994).

A közelmúlt és a jelen

Az alkalmazott földtani kutatások mellett a 80-as évek elején az intézet a birtokában lévő óriási földtani adatmennyiségre és szellemi kapacitásra támaszkodva kísérletet tett több mint száz éves tevékenységéből származó eredményeinek szintézisekben való összefoglalására. E célból indultak meg ebben az időben a Magyarország 1:500 000 méretarányú földtani térképsorozatának megszerkesztésére irányuló munkálatok. E térképeket a szakma legjobbainak bevonásával készítette az Intézet, s a sorozat első tagjaként 1983-ban megjelent Magyarország felszíni földtani térképe, majd ezt követően több éven keresztül az ehhez csatlakozó, az alap- és alkalmazott kutatási eredményeket összegző térképek (tektonikai, mélyföldtani, metallogéniai, mérnök- és vízföldtani, stb. változatok).

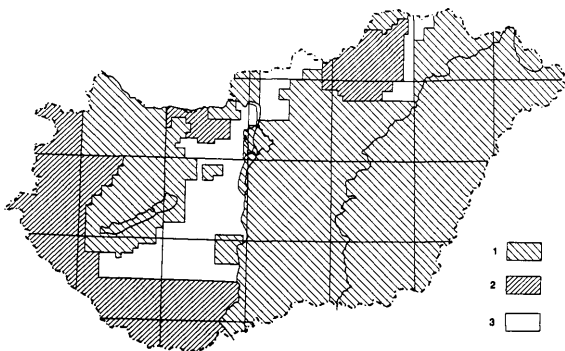
A 80-as éveket az alkalmazott földtani kutatások és a földtani térképezési munkák volumenének növekedése jellemzi. Az 1984-ben sikerrel befejeződött a nagyalföldi térképezés, amely az ország területének egyharmadáról biztosít új felvételű, magas színvonalú, sokoldalúan hasznosítható térkép- és információtömeget. Az ott nyert tapasztalatokra alapozva, azokat továbbfejlesztve megkezdődtek a Kisalföld hasonló jellegű, de még tartalmasabb, modern módszerekkel kiegészített, jelenleg már számítógépes térképszerkesztésig eljutott komplex térképezési munkálatai. A 80-as évek végén ehhez módszertanilag és területileg is csatlakozva kezdődött meg a Dél-Dunántúl mindez ideig ilyen részletességgel nem térképezett területének integrált földtani felvétele. Erre az időszakra égetővé vált a Balaton környékén kialakult, időnként katasztrófális állapotokat eredményező környezeti helyzet megoldásának földtani megalapozása is, melyhez a kiterjesztett balatoni üdülkörzet környezetföldtani térképezésével járult hozzá a Földtani Intézet. A részletes felvételek közül redukcióra került sor a Darnó-zóna eredetileg igen jelentős területekre tervezett felvételében, s a súlypont áthelyeződött az Aggtelek–Rudabányai-hegységre, melynek térképe később meg is jelent. Új részletes felvétel csak a Bakonyhoz csatlakozó Balaton-felvidéki területen, a Dunántúli-középhegység ÉK-i részén, illetve a Bükkben kezdődött ebben az időszakban. A hazai munkák mellett csaknem két évtizeden keresztül az Intézet jelentős térképező tevékenységet végzett Mon-góliában, Kubában és Vietnámban.

A 80-as évek végére országosan egyre több olyan társadalmi, környezeti probléma vetődött fel, amelyek megoldásához a földtan segítsége is szükségessé vált. Mind több esetben kellett viszonylag rövid idő alatt, jelentős ráfordítással, korábban el nem végzett földtani térképezési munkákat pótolni. A Balaton környezeti problémái, a bős-nagymarosi vízlépcsőrendszer nemzetközi vitája, a Paksi Atomerőmű földrengésbiztonsági kérdéseinek tisztázása, a hulladékelhelyezési problémák mind arra világítanak rá, hogy a földtani térképezés folyta-

tása és eredményeinek alkalmazása társadalmi szempontból fontos követelmény.

Új helyzetben, mind ez ideig nem tapasztalt gazdasági nehézségekkel indult meg 1990-ben, a rendszerváltás után a földtani térképezési munkák felülvizsgálata, szükségleteinek felmérése, lehetőségeinek feltárása és további koncepciójának kialakítása. A koncepció alakításában az említett gazdasági nehézségek mellett az Intézetben végbement nagyarányú, kényszerű létszámcskéntés és infrastrukturális változások, többek között az önálló nyomda megszüntetése, meghatározó tényezőként jelentkeztek.

Az Intézet korábbi térképezési eredményeire támaszkodva, figyelembe véve az új felvételek készítésének korlátozott lehetőségeit, a 80-as évek végétől fejlődő térinformatikai feldolgozásra alapozva indult el az Egységes Országos Földtani Térképrendszer (EOFT) előállítás, amely hegyvidéki területeinken 1:25 000 méretarányú, sík- és dombvidéki területeinken 1:100 000 méretarányú egységes térképek előállítását tűzte ki célul. A terv létjogosultságát a gyakorlati igények, szükségessége, valamint az Intézetben korábban készült térképek formai és tartalmi heterogenitása is indokolja. Az egységes térképrendszer létre-



4. ábra. A földtani térképezés jelenlegi helyzete. 1. EOFT feldolgozásra alkalmas kész térképek; 2. folyamatban lévő térképezések; 3. részletes térképezés nem történt

Fig. 4. Present state of the geological surveying of Hungary. 1. Available geological maps suitable for computer processing in the Unified National System of Geological Maps (EOFT). 2. Ongoing surveys. 3. No detailed surveying has been done

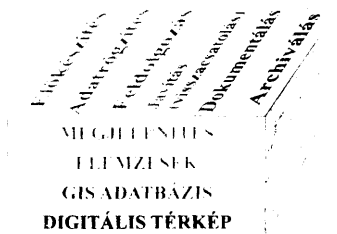
hozásával egyrészt naprakésszé és számítógépen feldolgozhatóvá alakíthatók a különböző időpontokban megszerkesztett földtani térképek, másrészt folyamatos aktualizálásuk, s a jelentkező felhasználói igények szerinti feldolgozásuk is megkönnyíthető (4. ábra).

A digitális technika fejlődésével a földtani térkép előállításában ezekben az években már nem önálló célként, hanem egy komplex informatikai rendszer részeként jelenik meg, melynek első eredményei az Intézetben a Kisalföld térképezésénél valósultak meg (SCHAREK et al. 1993). Noha először az adathordozó váltáson volt a hangsúly, mely új elemként a naprakészen tarthatóságot és reprodukálhatóságot biztosította, hamar elindult az adatok kezelésében jóval több lehetőséget kínáló térinformatikai feldolgozás. A térinformatika számos definíciója és ismerve közül az egyik szerint: "A térinformatika az informatika azon ága, ahol a hely szerepe döntő fontosságú". A földtudományokban minden információra igaz ez az állítás, a földtudomány a térinformatika természetes adatközege, éppen úgy, mint ahogy az emberi látás és felfogás számára a térkép – különösen a tematikus térképek – az információintegrálás és megjelenítés legfőbb eszköze.

Az informatikában a térkép a hagyományos esztétikai élményt is nyújtó szerepét nem veszítette el, de tudni kell, hogy a térkép alapú adatbázis és a kartografált "végtermék" elkülönül. A térinformatikai adatbázis összetett technológiai lépések eredménye, amely egyaránt tartalmaz geometriai információt (hely-adatot) és tematikus leíró adatokat (5. ábra). Építésének célja az adatintegrálás, az azonos helyre vonatkozó különböző alapadatokból lezárható "új" információ, a térkép előállítása. Ennek a folyamatnak egy szelete a kartografálás, amely továbbra sem nélküli az "emberi kéz érintését".

Napjainkra a térkép előállítás technológiai közege – a kézirat lezárását követően – teljes mértékben digitális, melyben különböző célok, képzettségek és elvárások találkoznak a térinformatika eszközeivel és adatrendszerével. (6. ábra). Emiatt elkerülhetetlenül válik a szabályozás, a szabványok felállítása, melynek szakmai-tartalmi elemei, valamint a térkép megjelenítésére vonatkozó technikai, esztétikai összetevői is vannak.

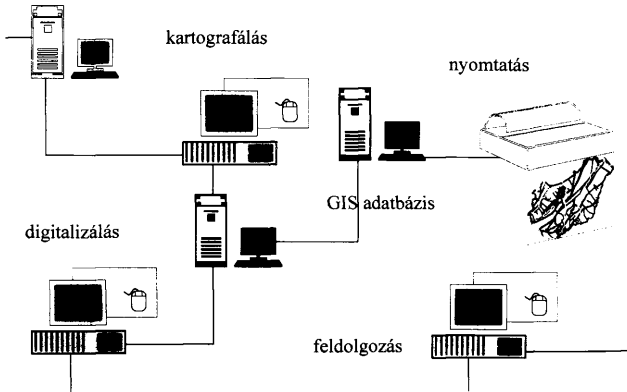
A térben és időben elkülönülő munkafolyamatok lebonyolítása kizárólag jól szervezett, egységes informatikai háttérrel oldható meg. A nagy szoftverrendszerek adatszerkezetei egyben ipari szabványok is az egységes hardver-szoftverhasználat az informatikai szabványrendszer technikai szeptetének tekinthető. Noha egyre természetesebb, hogy a szoftverek a leggyakoribb adatformátumokat olvasni képesek, hatékonyan csak "saját" adat környezetükben működnek. A bonyolult szoftverrendszerek alkalmazásához szükséges ismeretek, a teljesíthetőségükhöz kapcsolódó tapasztalatok megszerzése csak igen kivételes



5. ábra. Térinformatika alapú térképek, folyamatok – felhasználás

Fig. 5. GIS-based maps, processes, utilisation

Térkép a hálózaton



6. ábra. Térkép a hálózaton a digitalizálástól a megjelenítésig

Fig. 6. Map on the network from digitalisation to visualisation

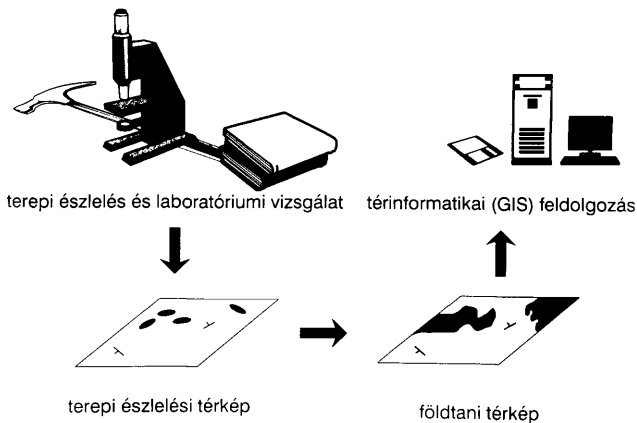
esetben terjedhet ki egyszerre több rendszerre. Különösen igaz ez, ha informatikai "termelés" folyik és nem módszertani kísérletekről beszélünk.

A feldolgozásra szánt szakmai adattartalom szabványosítása független az adathordozó és feldolgozó eszközöktől. Ide tartoznak azok a leíró adatok, melyek a földtani objektumokat jellemzik, de ide sorolható a térképi megjelenítésre vonatkozó szín, mintázat, betűtípus, adat is. A tartalmi szabványosítás része a kialakított egységes jelkulcs. A tartalmi szabvány dimenziót, felbontás és tematikus értelmezési tartományokat rögzít.

A tartalmi szabvány eleme a vonatkoztatási rendszer (vetület, síkrajz, topográfia), mely független a földtani információtól, előállításra más szakterület adata, ugyanakkor meghatározza az egész adatrendszer keretét, a tematikák összevetetőségét.

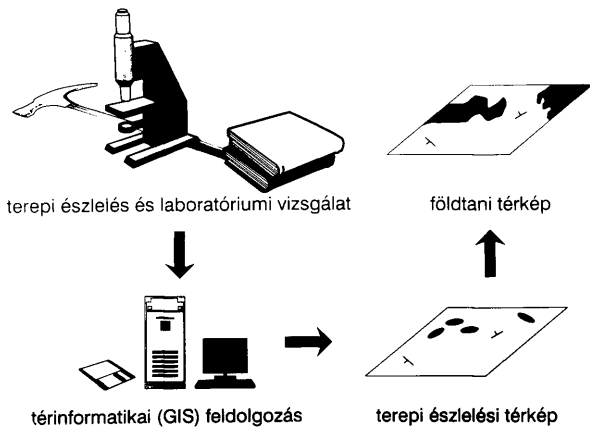
Napjainkban a hazai földtani térképkészítés folyamatában a terepi észlelés és anyagfeldolgozást az ismeretanyag szintetizálása követi, melynek terméke a földtani térkép. A térkép digitalizálása és térinformatikai adategyűtése az elsődleges adatokhoz képest adatvesztést és szubjektív elemek hangsúlyos megjelenését is tartalmazza (7. ábra).

A fejlődés útját az elsődleges adatok térinformatikai feldolgozásán alapuló térképkészítés jelenti (8. ábra). A digitális adatfelvétel technikai feltételei ma még számunkra nem adottak, hiányoznak az alapvető szabványosított adatok és a megfelelő szakmai készség is.



7. ábra. A földtani térkép digitalizálásának folyamata

Fig. 7. The process of digitalisation of a geological map



8. ábra. A földtani információ digitalizálásának és térképi megjelenítésének folyamata

Fig. 8. The process of digitalisation of geological information and of the subsequent visualisation in form of maps

A földtani térkép készítés közeli jövőjét két tényező határozza meg alapvetően. Az egyik, hogy a "geological survey" típusú intézményeknek, amilyen a Magyar Állami Földtani Intézet, továbbra is államilag finanszírozott alapfeladata a megfelelő színvonalú, földrajzi helyhez kötött, azaz térképi földtani információ biztosítása, melynek rendszerbe foglalása hazai és nemzetközi normáknak megfelelően kell, hogy megtörténjen.

A másik tényező az infrastruktúrából, az informatika fejlődéséből adódik. Az információkat térinformatikai feldolgozásra, sokoldalú elemzésre alkalmas formában kell létrehozni.

Ezeket a tényezőket, valamint a gyakorlati élet igényeit figyelembe véve a Földtani Intézet földtani térképezésének középtávú célja, hogy előállítsa Magyarország, a töredékeket is számolva, 92 db 1:100 000 méretarányú térképlapján az Egységes Országos Térképrendszernek megfelelő földtani térképsorozatot térinformatikai tovább feldolgozásra alkalmas formában, a területre vonatkozó földtani információ adatbázisokba foglalásával. Ezzel egyidejűleg folytatja a hegyvidéki területek 1:25 000-es, egységes jelkulcs szerinti térképeinek előállítását is. Ami a térképek kiadását jelenti, előnyben fogjuk részesíteni az alpinformációkat vagy tematikus értékeket tartalmazó áttekintő méretarányú tájégségi összefoglalások megjelentetését.

A hazai földtani térképezési tevékenységet vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a hőskor a természet megfigyelése és az észlelések rendszerezésében az alap információk megteremtése volt. Az elmúlt 70 év a nyersanyagvagyon kutatás és a tematikus információk összesítésének jegyében telt el. A jelen és a jövő a folyamatosan rendszerbe foglalt szabványosított térinformatikai közegbe integrált adatok naprakészen tartása és igény szerinti feldolgozása, megjelenítése lesz.

Irodalom – References

- BALOGH K., ERDÉLYI M., KRETZOI M., RÓNAI A., SCHRÉTER Z., SÜMEGHY J., SZEBÉNYI L., SZENTES F., SZÓTS E., URBANCSÉK J. 1956: Magyarország földtani térképe (M=1:300 000), Budapest
- BÖCKH J. 1897: A geológia fejlődésének rövid története Magyarországon 1774–1896. – *Földtani Közlemények*, 27 (1), 4–15.
- BREZSNYÁNSZKY K. 1993: A természeti jelenségeket tárgyaló tematikus térképek. – A földtani térképezés. In: JOÓ I., RAUM F. (Főszerk.): A magyar földmérés és térképészet története. 4. Köt., Budapest, 50–56.
- BREZSNYÁNSZKY K. 1997: Austro-Hungarian geological mapping before 1869. – In: Advances in Austrian-Hungarian joint geological research. Budapest. 25–32.
- CHIKÁN G. 1994: Földtani térképezés. – In: 125 éves a Magyar Állami Földtani Intézet. Tanulmányok. Budapest, 51–55.
- FÜLÖP J. 1969: A földtani térképezés története és feladatai Magyarországon. – In: FÜLÖP J., TASNÁDI KUBACSKA (Szerk.): A 100 éves a Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 82–101.
- KREYBIG L. 1937: A m. kir. Földtani Intézet talajfelvételi vizsgálatai és térképezési módszere. – *Földt. Int. Évk.* 31 (2), 145–216.
- Id. LÓCZY L. 1913: A Balaton környékének geológiai képződményei és ezeknek vidékek szerinti telepedése. – A Balaton Tudományos Tanulmányozásának Eredményei. Budapest.
- SCHAREK P. et al. 1993: A Kisalföld földtani térképsorozata 1:100 000 Sopron–Kőszeg. A felszíni képződmények földtani térképe.