

Potenciális geotópok azonosítása térinformatikai módszerekkel

PÁL Márton – ALBERT Gáspár

DOI: 10.30921/GK.73.2021.2.2

Absztrakt: Az elmúlt évtizedekben jelentősen megnőtt a geoturizmus és az ehhez kapcsolódó szabadidős tevékenységek iránti igény. A földtudományok népszerűsítésének kézzelfogható elemei azok az élettelen természeti objektumok, amelyek valamilyen földtudományos, vagy akár kulturális, történelmi jelentőséggel bírnak. Ezeket geotópoknak, geohelyszíneknek nevezzük. A geotópok legtöbb esetben olyan földtani kibukkanások, amelyeket a geoturizmus eszköztárával (infrastrukturális fejlesztések, geooktatás) ruházhatunk fel a tudományos információ egyszerű, hétköznapi emberek számára is érthető átadására. Földtani túratérkép szerkesztésekor az elsődleges feladat, hogy azonosítsuk ezeket az objektumokat. E folyamat során különböző alapanyagokat használtunk: geológiai és topográfiai térképeket, a világhálón megosztott Google-fotókat és a földtani alapszelvénylistát. Az előállt adathalmazt GIS-módszerek segítségével szűrtük, osztályoztuk. Munkánk célja a Bakony–Balaton UNESCO Globális Geopark Csopak környéki részéről készült nagy méretarányú földtani túratérképen bemutatható geotópok keresése volt. Az eredmény, valamint az elkészült térképmű hatékonyan szolgálja a földtudományos örökségvédelem ügyét, felhívva a látogatók figyelmét a jelentős földtani értéket képviselő képződményekre.

Abstract: Geotourism and tourism activities with geoscientific content have been more and more popular nowadays. The utilized elements of promoting geosciences are the geosites: natural objects on the surface of the Earth that have significant scientific, cultural and/or historic values and do not belong to the biosphere. These are mainly geological outcrops and geomorphological landmarks that can be used to communicate earth science in an easy, visible, and interpretable way for non-expert tourists. The dissemination is helped by the toolset of geotourism such as infrastructural developments and geoeducation. When editing a geological hiking map, the initial task is to identify these objects. During this process multiple data sources can be used: geological and topographic maps, shared Google Photos and the database of the geological key sections. Subsequently the list of potential geosites is filtered with GIS and classifying methods. The aim of our project was to find the most exciting geosites for the first large-scale geological hiking map of Hungary in the Csopak area of the Bakony–Balaton UNESCO Global Geopark. The results and the published map effectively serve the protection of geological heritage while drawing tourists' attention on the important values of the abiotic nature.

Kulcsszavak: geoturizmus, geotóp, geoturisztikai térkép, földtani túratérkép, GIS

Keywords: geotourism, geosite, geotourism map, geological hiking map, GIS

Geoturizmus

A kivételes földtani, morfológiai és táji tartalmat hordozó felszínformák vizsgálata a földtudományok számára kiemelten fontos. A legtöbb kutatás a valamilyen tudományos szempontból különleges objektumok terepi munkát követő feldolgozására épül. Egyes értékes képződmények lehetnek kevésbé feltűnőek, inkább csak a tudományos világ számára érdekesek. Mások azonban látványosan mutatják be a földtudományos örökség egy szelétét, ami miatt turisztikai hasznosításuk is megindult, egyúttal védelemben is részesülnek.

A természet utánözthatatlan gazdagságát a biodiverzitás (biológiai sokféleség) és a geodiverzitás (földtani-földrajzi sokféleség) elemcsoportjaira bonthatjuk. Geodiverzitás alatt a

földtani, felszínalaktani, talajtani és vízrajzi képződmények és folyamatok összességét értjük (Brilha et al. 2018). A földtani-földtudományos örökség leglátványosabbban megjelenő elemeit geotópoknak (geohelyszíneknek) nevezzük. Ezek a geodiverzitás magas tudományos értékkel bíró, in situ (eredeti helyükön található) elemei, amelyek a környezet leglátványosabb, legjellegzetesebb, legérdekesebb képződményei. Ezek lehetnek sziklafalak, barlangok, vagy egyéb érdekes földtani alakulatok, amelyeket turisztikai és földtudományos tekintetben is érdemes bemutatni. A földtörténet egy adott szegmense általuk elérhetővé válik: betekintést nyerhetünk történetük segítségével a régmúlt eseményeibe. A földtani-földtudományos örökség kifejezés elsősorban ezeket a tudományos és idegenforgalmi

szempontból is érdekes helyszíneket, objektumokat foglalja magába, kiegészítve ezek védelmének eszközeivel (Brilha 2015, Magyarhoni Földtani Társulat 2017).

A turizmus feladata – a kulturális örökséggel való összekapcsolással – mindezek bemutatása, a közvetített, olykor sokmillió éves üzenet átadása. A geoturizmus az idegenforgalom olyan fiatal ága, amely napjainkban egyre népszerűbb az egyéb szabadidős tevékenységek és lehetőségek között. Az elmúlt évtizedek információs forradalma fölébresztette az emberekben a természet jelenségeivel kapcsolatos tudás iránti vágyat is – egyre többen látogatnak el tudományos szempontból jelentős helyszínekre, hogy megértsék, megfejtsek Földünk titkait. Thomas Hose (1995) tette az első lépést a geoturizmus

fogalomkörének elmélyítésére, majd néhány évtizedes formálódás után napjainkban Newsome–Dowling (2010) meghatározását használjuk. E szerint a geoturizmus földtudományos és táji, tájképi értékeken alapszik. Elősegíti a fontosabb geotópok népszerűsítését, segít a geodiverzitás megőrzésében, valamint a földtudományos információ értelmezésében.

Bizonyos tulajdonságok egyértelműen megkülönböztetik a geoturizmust a turisztikai szektor többi résztvevőjétől. Egyrészt tudományos információt közvetít a geotudományos örökség bemutatásán keresztül, másrészt a bemutatott helyszínek a helyben lakók számára is informatívak és hasznosak, ugyanis a különleges jelenség és az általa hordozott tudományos-kulturális tartalom identitásuk részévé válhat. De mindezek mellett fontos a turizmus általános infrastruktúrájának jelenléte is, hiszen többnyire nem tudósok, szakértők, hanem turisták keresik fel ezeket a helyszíneket. Számukra kell értelmezhetővé és vonzóvá tenni a földtudományos üzenetet (Dowling 2011, Grant 2010).

A geoturizmus általában mélyebb érdeklődést jelent a természeti és az ehhez kapcsolódó kulturális értékek iránt. A szabadidő élvezetes eltöltésén túl a környezettudatos magatartás egyaránt alapvető egy geoturista számára. Ugyanez a szemléletnek kell kialakulnia a területen lakókban is: számukra közvetlen környezetük épsege és a létrejövő munkahelyek, egyéb anyagi javak használata egyaránt fontos (Dowling 2011).

A geoparkok a geoturizmus és a földtudományi örökségvédelem

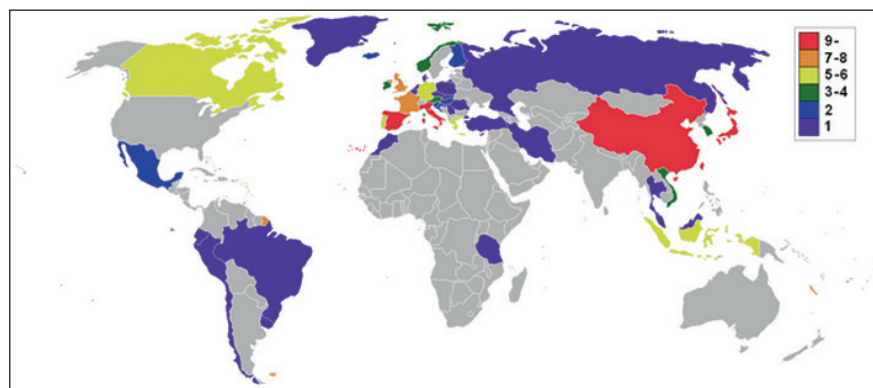
nemzeti keretek között működő (de akár nemzetközi hálózatokhoz is kapcsolódó) intézményei (1. ábra). Az élettelen természeti képződmények védelme szervezett keretek között a legutóbbi évtizedekig nem öltött formát. Az Európai Geoparkhálózat (European Geoparks Network – EGN) és a Globális Geoparkhálózat (Global Geoparks Network – GGN) megalapításával a tudománynépszerűsítési szempontok mellett a természetvédelem is előtérbe került. A geoparkok bárki számára látogathatók, elsődleges céljuk, hogy a természeti örökség és információ szélesebb körben jusson el az emberekhez. Fontos hangsúlyozni, hogy emellett a kulturális, történelmi, ökológiai és oktatási értékek közti összhangra is törekednek, ezáltal minden látogató találhat érdeklődésének megfelelő tematikájú helyszínt (Bakony–Balaton Geopark 2012).

Munkánk a geodiverzitás és a geoturizmus „csomópontjainak”, azaz a geotópok azonosítására irányul a Bakony–Balaton UNESCO Globális Geopark Csopek környéki területén. A helyszínek összegyűjtésével és elemzésével célunk, hogy földtudományos szempontú támpontokat adjunk a Geoparknak és a döntéshozóknak, hogy megalapozhassák jövőbeli munkájukat és fejlesztéseiket. Az elemzés egy olyan kartográfiai és térinformatikai eszközöket tartalmazó munkafolyamat, amely reprodukálhatósága révén más területen is jól alkalmazható. Eredményeinket egy kartográfiai szempontból újdonságnak számító nagy méretarányú földtani túratérképen ábrázoltuk (Albert et al. 2018).

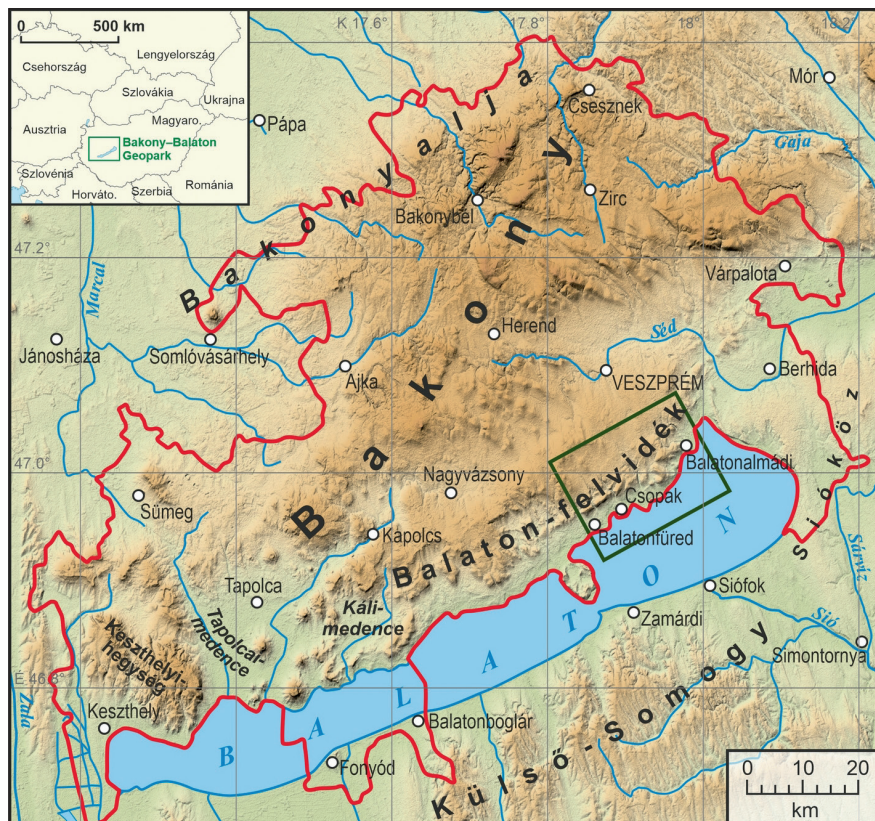
A mintaterület bemutatása

Vizsgált területünk a Balaton-felvidék Balatonalmádi és Balatonfüred közötti területén helyezkedik el. Kiterjedését a „Csopek és környéke geotúratérképe” c. kiadvány (Albert et al. 2018) kivágata határozza meg: északnyugaton Hidegkút és Veszprémfajs, délen pedig a Balaton határolja (2. ábra). Napjaink egyik legnépszerűbb hazai turistacélpontja a Balaton-felvidék, mely nem csak strandjairól, borairól, hanem gazdag természeti látnivalóiról, tájképi sokféleségéről is híres. Mediterrán jellegű éghajlata miatt alkalmas szőlőtermesztésre, azonban a meredek völgyek között futó sédek nyaranta is kellemesen hűvös hőmérsékletet biztosítanak. Az ember környezetformáló szerepe itt is megjelenik: tevékeny erdőgazdálkodás során tartja karban a karsztbokorerdőket és tölgyeseket, valamint egyre nagyobb hangsúly helyeződik a fokozottan védett feketefenyvesek megővésére (Bakonyerdő Zrt. 2017).

A Dunántúli-középhegység legidősebb kőzetei a Balaton-felvidéken bukkanak fel. A Pelsoi egység paleozoos és mezozoos képződményei a késő mezozoikum során lejátszódott tektonikus mozgások hatására meggyűrődtek, és egy óriási szinklinálist alkotnak, amelynek tengelyében a legfiatalabb, a szárnyak felé pedig az idősebb kőzetek fordulnak elő. A kompresszió hatására ezeken a területeken az áttolódások révén az idősebb képződmények a felső triász rétegekre tolódtak. Szép példa erre a Balaton-felvidék keleti részén található régóta ismert Litéri-feltolódás (Teleki 1939, Erdélyi Fazekas 1943, Budai et al. 1999). Gyúrt, takarós variszkuszi aljzat képezi a legalsó szerkezeti emeletet (488–359 M év). A Balaton-felvidék keleti része rétegsorának legidősebb részét aleurolitpala és agyagpala (Lovasi Agypala) alkotja, amelyek rétegei közé savanyú, vagy bázikus vulkáni kőzetek ékelődtek (amelyek alacsony fokú metamorfózist szenvedtek). Ilyen az Alsóörsi Metariolit: a tengeri üledék közé rétegződött vulkanoklasztit átkristályosodott alapanyagának



1. ábra. A Globális Geoparkhálózat tagjainak száma országonként, 2021-ben



2. ábra. A Bakony–Balaton UNESCO Globális Geopark területe (piros vonal) és a vizsgált terület (zöld téglalap)

uralkodó ásványai a kvarc, földpát és biotit (Fülöp 1990). Felszíni elterjedésük igen korlátozott: szép feltárást Lovasi Agyagpalából egyáltalán nem, Alsóörsi Metariolitből csak egykét helyen találhatunk.

Az idős, paleozoikumi kőzeteket fedő felső szerkezeti emeletet kettéoszthatjuk a területet leginkább meghatározó permotriász, illetve az ettől fiatalabb képződményekre. Jelentős vastagságú üledék rakódott le a perm-ben, amikor a Balaton-felvidék akkori területeire regionális süllyedési szakasz volt jellemző. A 200–800 m vastag Balaton-felvidéki Homokkő (~280–251 M év) alsó részét konglomerátum, a felsőt pedig homokkő és iszapkő (aleurolit) váltakozása adja, amelyre rátelepülnek az alsó triász kőzetek (Fülöp 1990).

A korai triászban (250–240 M év) történt tengerszint-emelkedés hatására kialakult sekélytengeri rámpa miatt a triász közepéig sziliciklasztos és karbonátos üledékképződés történt (Budai et al. 1999). Az Arácsi Márga selflagúnában, míg a Werfeni Formáció csoport a part menti területek lepusztulása révén alakult ki.

A maradék selftengerben Csapaki Márga képződött. A középső triászban (240–230 M év) Aszófői Dolomit képződött. Erre a gipszes-kalcitos üledékre települt az Iszkahegyi Mészke (mésziszap). Az alsó triászban elkezdődött karbonátrámpa-fejlődés a Megyehegyi Dolomit kialakulásával zárult, majd ez a rámpa nem sokkal később szétdarabolódott. A kialakult medencéket a helyenként ősmaradványokban gazdag Felsőörsi Mészke jellemzi. Kisebb vulkáni működés (tűzgumós Nemesvámosi Mészke) és medencefeltöltés (Budaörsi Dolomit) zajlott még az időszakban. A felső triászban (230–210 M év) a medencék teljesen feltöltődtek (Füredi Mészke, Veszprémi Márga), illetve a korábban kiemelkedett platformok tovább gyarapodtak (Edericsi Mészke). A Sándorhegyi Mészke és a Földolomit képződése zárta a triászt, szárazabb klímát jelezve (Budai–Konrád 2011).

Területünkön a neogén képződmények alárendeltek a paleo-meozoós kőzetekhez képest. Kerekített kavics, konglomerátum vagy breccsa alkotja a pannon Diási Formációt. Ennek fedői,

a Somlói és Tihanyi Formáció, amelyek sekély selfi területen képződtek. A legelterjedtebb az édesvízi Nagyvásonyi Mészke, amely Szentkirályszabadja és Vörösberény környékén bukkan legnagyobb mértékben felszínre (Budai et al. 1999).

A mintaterület földtudományos különlegessége a variszkuszi és alpi folyamatok összefonódásából adódik. A földtörténeti események nyomán kialakult jellegzetes felszínformák, kibukkanó földtani feltárások és klimatikus sajátosságok teszik mind tudományos, mind idegenforgalmi szempontból érdekessé a Balaton-felvidék keleti részét.

Geoturisztikai térképek – kapcsolat a geoturizmus és a kartográfia között

A geológiai és turisztikai térképek hagyományosan a topográfiai térképekből gyökereznek. Mindkét típus sajátos céljai szerint alakította, egészítette ki a topográfiai jelkulcsot: míg a turisztikai térképeken a terepi tájékozódás, addig a földtani lapokon a tudományos információ közlése az elsődleges. Napjainkra azonban megjelent az igény a terepi használatra is alkalmas, de földtani-geomorfológiai adatokat, érdekességeket is tartalmazó térképek iránt. A geoturisztikai térképek tudományos és ismeretterjesztő tulajdonságait és lehetőségeit több szerző is tárgyalja (pl.: Albert 2004, Martin 2010, Regolini-Bissig 2010). Magyarország első nagy méretarányú földtani túratérképe 2018-ban jelent meg (Albert et al. 2018). A geotópok azonosításának ismérveit és szempontjait e térkép példáján mutatjuk be.

A geoturisztikai térképek ötvözik a hagyományos turisztikai térképek és a földtani-geomorfológiai térképek tulajdonságait. Jelkulcsuk emiatt bonyolult, sokféle elemet tartalmaz: nagyjából az elemek fele a topográfiai (pl. domborzatrajz, vízrajz, földrajzi nevek), másik fele a földtudományos tematikus térképekből származtatott. Ezek kombinálásával válik alkalmassá a térkép a terepi tájékozódásra és a tudományos adatközlésre (Albert 2004).

Geoturisztikai célokra nagy és közepes méretarányú térképek egyaránt alkalmasak. Míg az 1:5000 – 1:50 000 térképek elsősorban terepi tájékozódásra készülnek a földtani érdekességek környezetének részletes bemutatásával, addig az 1:50 000 – 1:500 000 térképek fő célja, hogy áttekintést adjanak egy területről, bemutatva a fontosabb geotópokat, megközelíthetőséget és a fő turisztikai infrastruktúrát. A térképek szerkesztési folyamata is összefüggésben van a méretarány-nyal. A kis és közepes méretarányú műveket legtöbbször levezethetjük már létező kartográfiai termékekből, míg a nagy méretarányú térképek friss adatfelvételt igényelnek. A geohelyszínek megfelelő azonosítása rendkívül fontos, hiszen ezek a térkép legfontosabb elemei: ezek hordozzák azt a látható földtudományos értéket, ami miatt magát a térképet szerkesztjük (Reynard et al. 2009).

Adatgyűjtés és az adatbázis körvonalai

A térinformatikai elemzés és a GIS-eszközökkel történő geohelyszínek keresés fő célja, hogy megtaláljuk a mintaterület földtani, felszínalaktani, vízrajzi és táji szempontból legjelentősebb és turisztikailag leginkább hasznosítható látványosságait. A potenciális geotópok kijelöléséhez többféle topográfiai és földtani tartalmú adatforrást vizsgáltunk. Átnéztük az 1:25 000 méretarányú katonai Gauss-Krüger és az 1:10 000 méretarányú polgári EOTR topográfiai térképlapokat, valamint a Balaton környékének építésföldtani (1:20 000) és a Balaton-felvidék földtani térképét (1:50 000). Mivel ezek az adatforrások már több évtizedesek, pontosabb információra is szükségünk volt, hogy naprakész adatbázist készíthessünk. Első lépésben szűrtük a területet a beépítettségpoligonokkal (amik az elmúlt évtizedekben jelentősen nőttek), valamint a bányászati területekkel (amiken nem folytatható turisztikai tevékenység). A további pontosítás érdekében a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat (MBFSZ) alapszelvény-adatbázisát és a Google-on elérhető felhasználói

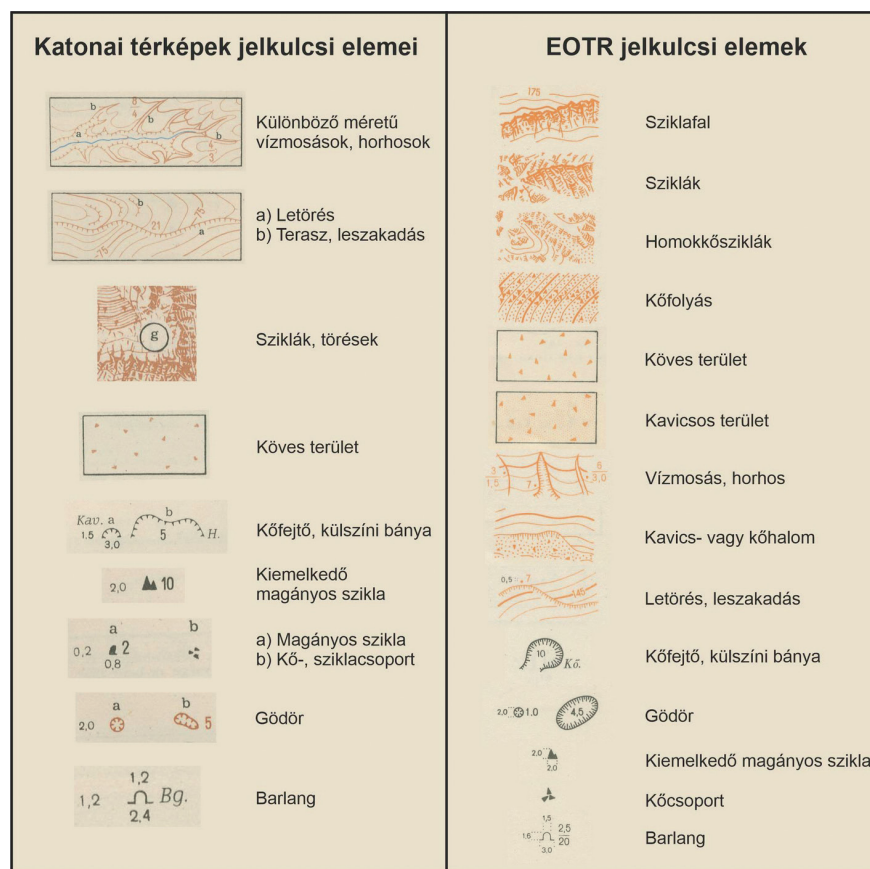
fényképeket használtuk. Az adatbázis szerkesztését, a GIS-elemzéseket, valamint a megjelenítést a QGIS szabadfelhasználású térinformatikai szoftverben végeztük.

Topográfiai térképek

A 20. század második felének magyar katonai topográfiai térképei a nemzetközi szelvénybeosztású, Gauss-Krüger-vetületű és szovjet mintájú jelkulcsot alkalmazó térképrendszerek elveit követve készültek. Az 1:25 000 méretarányú lapok alapjai az 1968–1982 között az akkori 1:10 000 méretarányú térképek felhasználásával, légi fényképek és terepi bejárás alapján készített, helyesbített térképek. A polgári szektor térképhasználata a térképek titkossága miatt 1992-ig korlátozott volt. Az első munka az 1957 utáni „népgazdasági célú” felmérés volt, amely 1:10 000 méretarányban 4098 szelvénnel fedte le az országot. A szovjet nyomásra történt vetület- és szelvényezésváltás után (1975) kezdődött az 1952–1980

közötti térképezésen alapuló EOTR-felmérés, amely napjainkig is a polgári kataszteri és topográfiai térképek rendszere az Egységes Országos Vetülettel (EOV) (Zentai 2015). Magyarországon jellemzően ezeket az 1:10 000 méretarányú topográfiai térképeket használják a geológusok a nagyobb területet lefedő geológiai térképezési munkálatokhoz (Albert 2019).

Munkánk során mindkét rendszer 1:10 000 méretarányú topográfiai térképeit vizsgáltuk. Kijelöltük a mintaterületre vonatkozó térképlapokat, majd a szkennelt állományokat georeferáltuk, és a projekt adatstruktúrájának kialakításával térinformatikai környezetbe helyeztük. Ezután az összes térképi jelet (MNTI 1964, MÉM OFTH 1977), amely geotópot takarhat, megjelöltük, és pontszerű elemként felvettük a QGIS megfelelő attribútumtáblájába. A 3. ábrán láthatók mindkét rendszerből azok a jelkulcsi elemek, amelyeknek megfelelő tereptárgyak vagy domborzati formák helyet kaptak az adatbázisunkban.



3. ábra. Az adatbázisban pontszerű elemként rögzített jelkulcsi kategóriák. Részletek a Gauss-Krüger katonai (MNTI 1964, balra) és az EOTR (MÉM OFTH 1977, jobbra) polgári topográfiai térképi jelkulcsokból.

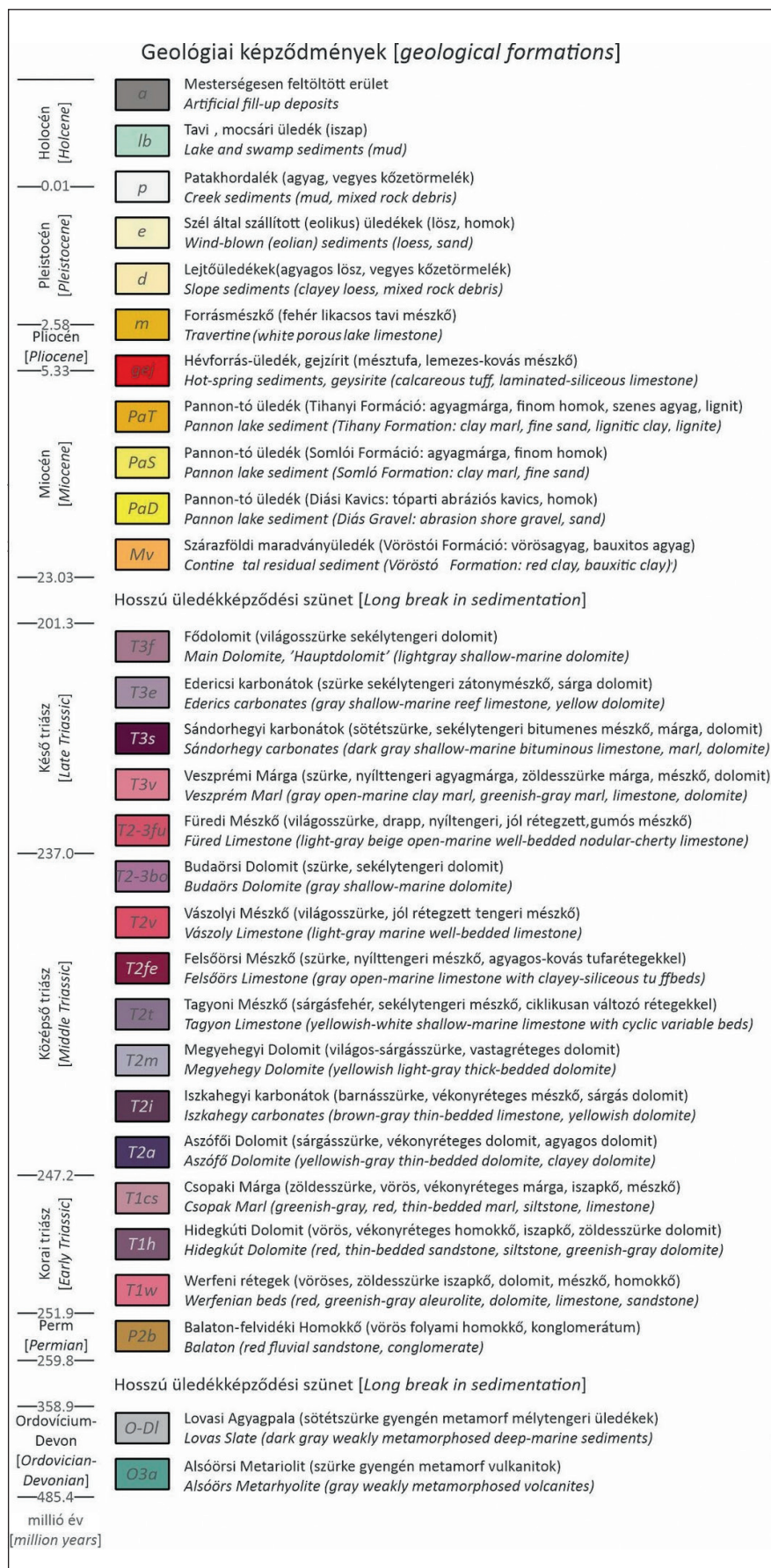
Földtani térképek

A Balaton környékének építésföldtani térképsorozata (1:20 000, 1986) az MBFSZ Országos Földtani és Geofizikai Szakkönyvtárában vizsgálható. Nagy méretarányának köszönhetően sok kőzetkibukkanás, fúrás-pont, bánya, kőfejtő és kutatóárok azonosítható rajta. A jelzett elemeket a topográfiai térképekről átvettekhez hasonlóan szintén pontszerű elemként rögzítettük az adatbázisban. A későbbi munkát megkönnyítve három különböző terepi méretkategóriában vettük fel őket: 50 m, 50–100 m, 150 m. A szűrés munkafolyamat ezzel a kategorizálással egyszerűsíthető.

A Balaton-felvidék földtani térképét (1:50 000) georeferálás után – kisebb méretaránya miatt – a más forrásokból beemelt kibukkanások litológiai ellenőrzéséhez használtuk. A földtani jelkulcs hasonló elemeinek összevonásával, valamint más digitális térképi források (pl. MBFSZ online térképei) használatával létrehoztunk egy könnyebben olvasható, „turistabarát” jelkulcsot, ami összhangban és egyensúlyban van a geoturisztikai térképek többi elemével. A földtani térképekről leolvasható 95 képződménytípust 29 kategóriává vontuk össze (4. ábra). Az egyszerűsítésnél elsődleges szempont volt, hogy a tudományos információ a legkevésbé csorbuljon. Az összevont földtani kategóriákat digitalizáltuk, ezáltal előállt egy földtani alap a geotúraterképhez.

A GIS szerepe a geoturisztikai értékelés során

A geoturisztikai értékelés fő célja, hogy megállapítsuk egy földtudományi szempontból is látványos objektum geoturisztikai potenciálját. Ez az objektív módon, több különböző tulajdonság figyelembevételével előállt szám jellemzi az egyes geotópokat infrastrukturális ellátottság, jelenlegi kihasználtság és jövőbeli fejlesztés szempontjából (Lai–Graefe 2000, Melián-González–García-Falcón 2003). Az általunk használt



4. ábra. A földtani térképek jelkulcsát egyszerűsítve (jellemzően a hasonló tulajdonságokkal bíró képződményeket összevonva) előállt földtani jelkulcs, mely keletkezésük időrendi sorrendjében mutatja be az egyes képződményeket (részlet, Albert et al. 2018).

kvantitatív értékelési modellek (Geosite Assessment Model – GAM és Modified Geosite Assessment Model – M-GAM) tudományos-oktatási, infrastrukturális és turisztikai indikátorokat használva értékelik az egyes helyszíneket. Ennek révén következtetések vonhatók le a jelenlegi hasznosítás helyességét és szükséges jövőbeli fejlesztéseket illetően (Vujičić et al. 2011, Tomić-Božić 2014).

Az indikátorok pontozása többféleképpen történhet. A tudományos jellegűeket többnyire szakértők bevonásával, míg a többi terepi bejárás és tapasztalatszerzés segítségével, illetve GIS-eszközökkel értékelhetjük. A következőkben az utóbbi indikátorok megállapítása során alkalmazott módszereket mutatjuk be.

Szűrés

Az adatrögzítés során több száz pontszerű objektumot vittünk fel az adatbázisba. A tervezett megjelenítés méretarányában nehézségekbe ütközik a térképi ábrázolásuk, valamint ezek jó része nem is rendelkezik turisztikai és/vagy földtudományi szempontból jelentős értékkel. Különböző szűrési módszereket alkalmaztunk annak érdekében, hogy a ma is létező, legjelentősebb helyszínek halmazát kapjuk eredményül.

Figyelembe kellett vennünk, hogy a beépítettség – főleg a rekreációs övezetekben – nagymértékben nőtt az elmúlt évtizedek során. Az OpenStreetMap adatbázisából kiemelt település- és ipartelep-polygonokkal kiszűrtük a valószínűleg megsemmisült kibukkanásokat, valamint a bányakataszterrel a nem

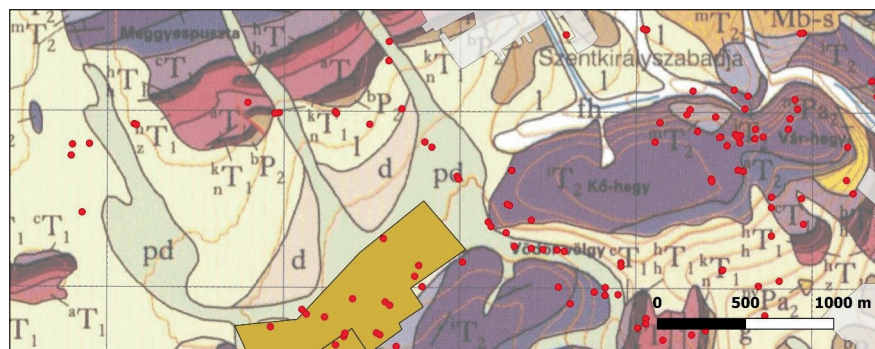
látogatható és engedéllyel rendelkező bányákat (5. ábra). Ezt azonban muszáj pontosítani, mert a mintaterületen is találunk olyan értékeket (pl. volt bányaudvarokat) beépített területen, amelyet lakott területhez közel eső helyzetük miatt turisztikai célokra alkalmasak. Ehhez a pontosításhoz az MBFSZ földtani alapszervénylistáját használtuk, amely részletesen, fotókkal is bemutatja az adott képződményt.

Kisebb mértékű módosítással járt a Google-fotók vizsgálata. A felhasználók a tűrák során készült fényképeket (pl. sziklafalakról, érdekesebb kibukkanásokról, barlangokról) feltöltik a Google adatbázisába, amely többé-kevésbé koordinátahelyesen elhelyezi ezeket a Google-térképen, illetve a Google Earth szoftverben. Ezek segítségével néhány, turisták által gyakrabban látogatott helyszín is bekerült az adatbázisba.

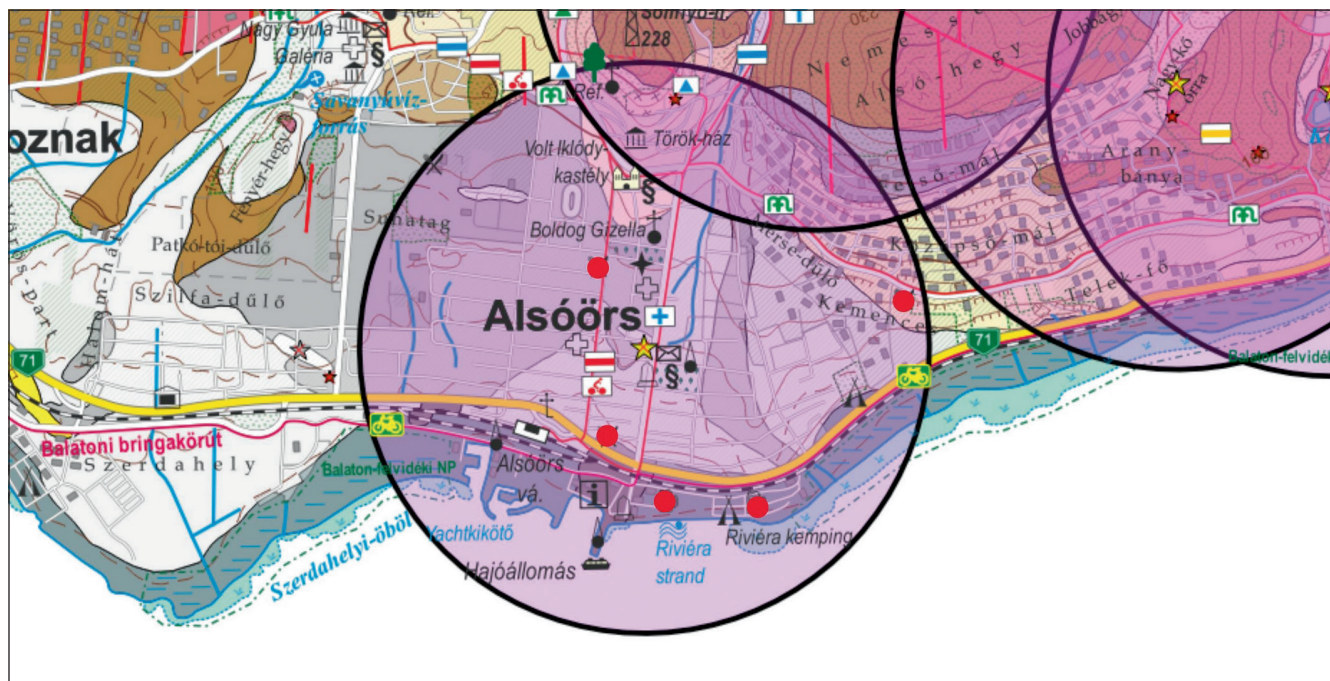
GIS-értékelés

Az értékelés során használt modellek (GAM és M-GAM) indikátorai közül a legtöbbet vonzáskörzetek segítségével lehet értékelni (6. ábra). Vonzáskörzet alatt az egyes potenciális geotópokat valamilyen tűréshatárral körülvéve térrészt (esetünkben az értékelési modell által megadott sugarú köröket) értjük. Így könnyen megállapítható, hogy egy adott helyszíntől légvonalban milyen egyéb elemek (pl. épített infrastruktúra) találhatóak adott távolságban. A GIS-eszközök segítségével egy megadott zónán belül található objektumokat térbeli lekérdezéssel tudunk kigyűjteni. Az ilyen módon számszerűsített indikátorok a következők:

- **Ritkaság, környékbeli előfordulás:** Milyen gyakori az adott kőzet-típus, formáció?
Gyakori; regionális; országos; nemzetközi; egyedüli előfordulás.
- **Rálátási pontok a geotópra:** Gyalogúton elérhető „kilátópontok”, nézőpontok száma, amelyekről különböző látószögekben látható az adott terület (max. 1 km-re).
Nincs; 1; 2-3; 4-6; 6-nál több.
- **Környékbeli természeti értékek:** Egyéb természeti értékek száma 5 km-en belül (geotópokat beleértve).
Nincs; 1; 2-3; 4-6; 6-nál több.
- **Környékbeli épített (történeti) értékek:** Egyéb antropogén (épített, történeti) érték 5 km-en belül.
Nincs; 1; 2-3; 4-6; 6-nál több.
- **Potenciális látogatók lakóhelyének közelsége.**
Több, mint 100 km; 100-50 km; 50-25 km; 25-5 km; kevesebb, mint 5 km.
- **Utak közelsége:** Utak közelsége 20 km-en belül.
Nincs; helyi; regionális; országos; nemzetközi.
- **Elérhető pontszerű közlekedési infrastruktúra:** Parkolókkal, benzinkutakkal, szerelőkkel stb. való ellátottság 2 km-en belül.
Nincs; alacsony; közepes; magas; kiváló.
- **Látogatóközpont közelsége:** Látogatóközpont közelsége a geotóphoz.
Több, mint 50 km; 50-20 km; 20-5 km; 5-1 km; kevesebb, mint 1 km.
- **Turisztikai infrastruktúra:** Turisztikai infrastruktúra szintje (gyalogutak, pihenőhelyek, kukák, mosdók stb.) 2 km-en belül.
Nincs; alacsony; közepes; magas; kiváló.
- **Szállás közelsége:** Szálláslehetőség közelsége a geotóphoz.
Több, mint 50 km; 50-25 km; 25-10 km; 10-5 km; kevesebb, mint 5 km.
- **Étkezési lehetőség közelsége:** Étkezési lehetőség közelsége a geotóphoz.
Több, mint 25 km; 25-10 km; 10-5 km; 5-1 km; kevesebb, mint 1 km.



5. ábra. Pontszerű objektumok Szentkirályszabadjától délre (piros) a polygonokkal való szűrés előtt. Szürkék a beépítettséget, sárgák a bányaterületet jelző polygonok



6. ábra. Az Alsóörsi Metariolit földtani alapszelvényét körülvevő 1 km-es vonzaskörzeten belül lévő étkezési lehetőségek (piros pöttyel). A geotóp erre az indikátorra a legmagasabb pontszámot kapta (az 1 km-en belül elérhető lehetőségek miatt).

Minden helyszínt ötfokozatú skálán (0, 0,25, 0,5, 0,75, 1) értékünk. Az értékelési lehetőségek dőlt betűvel láthatók a leírások mellett.

Térbeli lekérdezések

Az adatok térbelisége, térinformatikai környezetben való alkalmazásuk nagy segítség az értékelő munka során. A „Ritkaság, környékbeli előfordulás” indikátor esetén a potenciális geotópok litológiai attribútuma, valamint a digitalizált földtani térkép poligonjai alapján lekérdezhető, hogy hol található még meg az adott formáció, van-e még másik ahhoz kapcsolódó pontszerű vizsgált objektum. Így megállapítható az egyes geohelyszínek egyedisége.

Vonzaskörzetek

A fenti indikátorleírásokban különböző nagyságú vonzaskörzet-sugarakról olvashatunk. A „Rálátási pontok a geotópra” indikátor esetén a 1 km sugarú körökön belül többféle információt is találhatunk. Fontosak a domborzati formák, hiszen olyan különböző pontokat keresünk, amelyekről különböző szögekben jól látható a célhelyszín. Ugyanakkor figyelniük kell a vonalas elemekre is: az indikátor

feltétele, hogy ezek a pontok gyalogosan, ösvényen megközelíthetők legyenek. A „Környékbeli természeti értékek” többnyire a gyűjtött adathalmaz többi geotópelemét foglalja magában. A „Környékbeli épített (történeti) értékek” indikátor értékelése során kulturális értékkel bíró objektumokat keresünk a pufferen belül: pl. múzeumokat, templomokat, várakat, romokat. A „Potenciális látogatók lakóhelyének közelsége”, „Utak közelsége”, „Elérhető pontszerű közlekedési infrastruktúra”, „Látogatóközpont közelsége”, „Turisztikai infrastruktúra”, „Szállás közelsége” és „Étkezési lehetőség közelsége” indikátorok esetén szintén az adatbázisban lévő pontszerű adatok közül a vonzaskörzetbe eső megfelelő attribútumúakat kell figyelembe vennünk.

Területspecifikus változtatások az értékelési modellben

A GAM és M-GAM modellek indikátorainak eredeti leírása néhol nem tartalmaz konkrét értékeket: pl. a „Turisztikai infrastruktúra” esetén nincs meghatározott keresési sugár. Ahhoz, hogy ezek az apró hiányok ne akadályozzák az értékelést,

a mintaterülethez jól alkalmazható határokat, sugarakat építettünk az értékelési rendszerekbe: a modellek mintáját követve a „több, mint 25 km; 25-10 km; 10-5 km; 5-1 km; kevesebb, mint 1 km” értékekkel. A „Potenciális látogatók lakóhelyének közelsége” és „Utak közelsége” indikátorok esetében nem volt meghatározott referenciaelem. Lakóhely esetén Veszprém, Székesfehérvár vagy Budapest kerülhet szóba – azonban ennek nincs nagy jelentősége, hiszen mindhárom ugyanabba a távolságkategóriába esik. Hasonló helyzet állt elő az utak esetében is. A környék legjelentősebb közlekedési elemei az M7-es autópálya és a 8-as főút – de ezek is ugyanabba az értékelési kategóriába estek, így ugyanazt a pontszámot adják minden geohelyszínre. Fontos azonban hangsúlyozni, hogy ezek egyedi körülmények, más területek értékelése esetén ezeket felül kell vizsgálni.

Mivel a mintaterület viszonylag kicsi, és nem foglal magába nagy településeket, a vonzaskörzetekbe legtöbbször kevés elem esett. Ez egyszerűvé tette a munkát, viszont nagyobb, kiépített geotópok esetén, amelyek turisztikai hasznosítása aktívabb, a több objektum megnevezése volna a számolást.

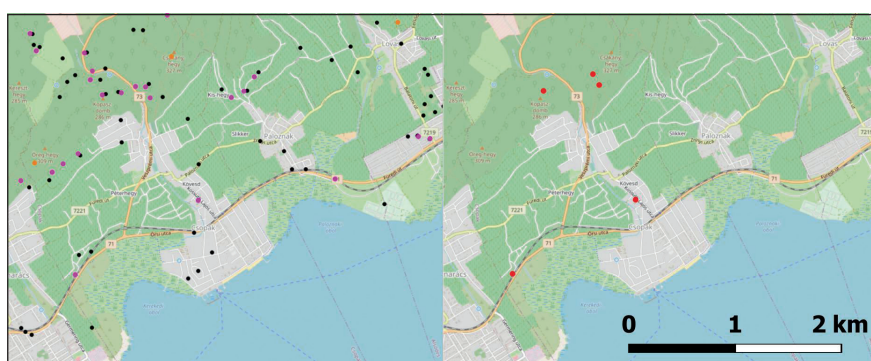
Az értékelt geotópok klaszterezése

Az egyes indikátorok pontszámainak összege adja a geotópok GAM pontszámát (ez megszorozva a látogatók indikátorokra vonatkozó számszerűsített véleményével pedig az M-GAM pontszámát). Az értékek alapján különböző módokon klaszterezhetjük a helyszíneket, hogy csak a legjelentősebbek kerüljenek ábrázolásra a térképen. Jenks természetes törések módszerét használtuk a leválogatáshoz (Jenks 1963): ez minimalizálja a szórást az egyes csoportelemek

között, viszont maximalizálja a különbséget a csoportok között (7. ábra).

Az adatbázis elemeinek nagy száma indokolta a csoportosítást. Összesen 450 elemet jelöltünk ki a különböző térképi források segítségével, amik közül 250 maradt a bányaterületek és a beépítettség szűrése után. Ezek után került sor a terepbejárásra, ahol földtani jelentőség és megközelíthetőség (praktikusan úthálózat és turistautak közelsége) alapján 3 kategóriára (könnyen, közepesen, nehezen megközelíthető) osztottuk a helyszíneket. A terepbejárás

során – ami a geotúratérkép készítésének is munkafázisa volt – 75 geotópot látogattunk meg és értékeltünk. A maximális pontszám 16,43 (Lóczy-barlang), míg a legalacsonyabb 7,38 lett (üledékfal Csopak mellett). Jenks módszerének segítségével ebből 24 került kiválasztásra (1. táblázat) és megjelenítésre a térképen. E helyszínek geoturisztikai hasznosítása nagyrészt már ezelőtt is aktív volt. A munka létjogosultságát és eredményességét jelzi azonban, hogy több olyan geohelyszínt sikerült beazonosítani, amelyek eddig nem rendelkeztek infrastruktúrával, pedig megfelelő tudományos értékekkel bírnak (pl.: Ember-szikla, Sárkány-lik, Csákány-hegyi-barlang, Kopasz-domb).



7. ábra. A bal oldali ábrán a földtani és topográfiai (fekete) térképekről, terepi munkával (lila) és Google-fotók segítségével (narancs) rögzített pontok láthatók Csopak környékén. Jobb oldalon a Jenks-optimalizáció utáni helyszínek láthatók (pirossal) ugyanazon a területen (háttérkép: OpenStreetMaps).

1. táblázat.

A 24 leválogatott és térképen megjelenített geohelelyszínek és M-GAM-pontszámaik, valamint az EOV-koordináták.

Név	Pontszám	EOV-koordináták
Lóczy-barlang, kőfejtő	16.43	3718751, 5207942
Felsőörs, Forrás-hegyi tanösvény	15.26	3723819, 5213552
Köcsi-tavi tanösvény	14.74	3728014, 5212563
Koloska-sziklák	14.65	3719418, 5210366
Alsóörs, Vöröskő tanösvény, amfiteátrum	13.85	3726242, 5211960
Lóczy-barlang feletti mészkősziklák	13.30	3718927, 5208038
Csopak, Nemzeti Park Igazgatóság parkja, Pele-körút	13.05	3722881, 5208912
Csopak (Nádaskút), werfeni alapszelvény	12.71	3721424, 5207975
Miske-szikla	12.67	3724535, 5212423
Alsóörsi metariolit, alapszelvény	12.22	3726532, 5210462
Földolomit feltárások a Koloska-völgyben	12.14	3719724, 5209767
Sándorhegyi és Földolomit Formációk alapszelvénye	11.84	3721830, 5211741
Miske-sziklával szemközti feltárás	11.74	3724271, 5212256
Kopasz-domb, kőfejtő orma	11.74	3721653, 5210155
Kő-hegy – Ember-szikla	11.55	3726955, 5217114
Koloska-hárs	11.43	3719174, 5211117
Nagy-kő orra	11.31	3727593, 5212311
Iszkahegyi Mészkősziklák a Csákány-hegyi-barlangnál	11.15	3722381, 5210266
Sárkány-lik	11.14	3717669, 5209788
Király-kúti-völgy, mészkő	10.97	3723285, 5213027
Tamás-hegy, dolomitos üledékfal	10.89	3719391, 5207781
Csákány-hegyi-barlang	10.83	3722295, 5210421
Balatonalmádi, triász alapszelvény	10.81	3727317, 5218305
Balatonalmádi, P/T alapszelvény	10.66	3728388, 5216641

Magyarország első földtani túratérképe

A térkép tervezése az Albert (2004) által leírt alapelvek mentén kezdődött. A hazánkban eddig nem elterjedt térképtípus szerkesztése mellett kíváncsiak voltunk arra, hogy egy szabad felhasználású geoinformatikai szoftver (esetünkben a QGIS) képes-e teljes mértékben, egy nyomtatásra szánt térkép elkészítésére.

A térképkivágot szerkesztése alapvetően négy fő részből állt. Első lépésben a vektorgrafikus állományként rendelkezésünkre álló „Felsőörs és környék” c. turistatérképet (Schwarcz 2013) helyeztük térinformatikai környezetbe: ez a térképrajzi kategóriáknak megfelelő rétegek külön-külön történő georeferálását jelentette. Ezután helyesbítettük a turistatérképi és topográfiai tematikát – egy időben a potenciális geotópok terepi szemrevételezésével és értékelésével. A harmadik lépés a földtani tematika létrehozása volt a geológiai térképek térinformatikai feldolgozásával és a túratérkép földtani jelkölcsönének létrehozásával. Végül kidolgoztuk a kész rétegek stílusát, és véglegesítettük a rétegsorrendet. Az alkalmazott munkafolyamat révén a térkép minden eleme GIS-környezetbe került, lehetővé téve az egyszerű naprakészen tartást és



8. ábra. „Csepak és környéke geotúratérképe” egy részlete.

az esetleges digitális, adatbázis-alapú közlést. A kiadvány egyéb részeinek szerkesztése, valamint a nyomtatási előkészítés grafikus szoftverben történt (8. ábra).

A térkép egyedi, hiszen Albert (2002) kis méretű földtani túratérkép-kivágatán kívül (amely egy geológiai túravezető része) ilyen térkép még nem készült Magyarországon. Reményeink szerint mind a turisták, mind pedig a helyiek számára hasznosnak bizonyul a kiadvány, hiszen erősíti a helyiek kapcsolatát a természeti környezetükkel, angol és magyar nyelven is népszerűsíti a területet, valamint a természet védelmét is igyekszik szolgálni.

Irodalomjegyzék

Albert, G. 2004. Földtudományok eredménye „kézzelfoghatóan”: a földtani túratérkép. In Geodézia és Kartográfia, 56(7), pp. 27–30.

Albert, G. 2019. The changing use-cases of medium and large-scale geological maps in Hungary. Proceedings of the Int. Cartogr. Assoc. 2(4), pp. 1–8.

Albert, G. In Budai, T. – Csillag, G. – Koloszar, L. – Müller, P. – Németh, K.. 2002. Geológiai kirándulások I. – A Balaton felvidék, Balaton-felvidéki Nemzeti Park Igazgatósága, Veszprém.

Albert, G. – Pál, M. – Schwarcz, Gy. 2018. Csepak és környéke geotúratérképe. 1:30 000, Schwarcz Térkép.

Bakony-Balaton Geopark 2012. Mi a geopark? Forrás: <http://geopark.hu/home/mi-a-geopark>, utolsó elérés: 2020. december 12.

Bakonyerdő Zrt. 2017. Forrás: <https://www.bakonyerdo.hu/erdogazdalkodas/erdeszeteink/balatonfured>, utolsó elérés: 2020. október 25.

Brilha, J. 2015. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. *Geoheritage*, 8. kötet, pp. 119–134.
DOI: 10.1007/s12371-014-0139-3

Brilha, J. – Gray, M. – Pereira, D. – Pereira, P., 2018. Geodiversity: An integrative review as a contribution to the sustainable management of the whole of nature. *Environmental Science and Policy*, 86. kötet, pp. 19–28.

Budai, T. – Császár, G. – Csillag, G. – Dudko, A. – Koloszar, L. – Majoros, Gy. 1999. A Balaton-felvidék földtana. Budapest, Magyar Állami Földtani Intézet.

Budai, T. – Konrád, G. 2011. Magyarország földtana (egyetemi jegyzet). Pécs, Pécsi Tudományegyetem, Természettudományi Kar.

Dowling, R. 2011. Geotourism's Global Growth. In *Geoheritage*, 3(1), pp. 1–13.
DOI: 10.1007/s12371-010-0024-7

Dövényi, Z. (szerk.) 2012. A Kárpát-medence földrajza. Budapest, Akadémiai Kiadó.
DOI: 10.1556/9789630598026

Erdélyi Fazekas J. 1943: A Balaton-felvidék geológiai és hegyszerkezeti viszonyai a Veszprémi fennsíkon és Vilonya környékén. A Magyar Kir. Földtani Intézet Évkönyve 36(3), 3–29.

Futó, J. 2013. Túravezetők – A természet élménye a Balaton mellékén és a Bakonyban. Csepak, Balaton-felvidéki Nemzeti Park Igazgatóság.

Fülöp J. 1990: Magyarország geológiája. Paleozoikum I. Budapest: Magyar Állami Földtani Intézet, p. 325

Grant, C. 2010. Towards a typology of visitors to geosites. In Second Global Geotourism Conference, Making Unique Landforms Understandable. Mulu, Sarawak, Malaysia.

Hose, T. A. 1995. Selling the Story of Britain's Stone. In *Environmental Interpretation*, 10(2), pp. 16–17.

Jenks, G. F. 1963. Generalization in statistical mapping. *Annals of the Association of American Geographers*, 53(1), pp. 15–26.

Lai, L. – Graefe, A. 2000. Identifying Market Potential and Destination Choice Factors of Taiwanese Overseas Travelers. *Journal of Hospitality & Leisure Marketing*, 6(4), pp. 45–65.
DOI: 10.1300/J150v06n04_05

Magyarhoni Földtani Társulat, 2017. Geotóp Nap. Online: <http://geotopnap.hu/>. [Hozzáférés dátuma: 2020. december 30.].

Martin, S. 2010. Geoheritage popularisation and cartographic visualisation in the Tsanfleuron-Sanetsch area (Valais, Switzerland). *Mapping Geoheritage. Géovisions*, 35, pp. 15–30.

MBFSZ – Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat 2021. Magyarország földtani alapszelvényei (digitális térkép). Forrás: https://map.mbfisz.gov.hu/fdt_alapszelvények/, utolsó elérés: 2021. január 31.

Melián-González, A. – Garcia-Falcón, J. 2003. Competitive Potential of Tourism in Destinations. *Annals of Tourism Research*, 30(3), pp. 720–740.
DOI: 10.1016/S0160-7383(03)00047-1

MÉM OFTH Földmérési Főosztály 1977. T. 3. Az Egységes Országos Térképrendszer 1:10 000, 1:25 000 és 1:100 000 méretarányú topográfiai térképeinek jelkulcsa. Budapest.

MNTI – Magyar Néphadsereg Térképészeti Intézet 1964. Az 1:25 000, 1:50 000 és 1:100 000 méretarányú topográfiai térképek jelkulcsa, Budapest.

Newsome, D. – Dowling, R. 2010. *Geotourism: The Tourism of Geology and Landscape*. Oxford, Goodfellow Publishers.
DOI: 10.23912/978-1-906884-09-3-21

Regolini-Bissig, G. 2010. Mapping geoheritage for interpretive purpose: definition and interdisciplinary approach. *Mapping Geother Heritage. Institut de géographie, Géovisions*, Lausanne, 35, pp. 1–13.

Reynard, E. – Coratza, P. – Regolini-Bissig, G. 2009. *Geomorphosites*. Pfeil, München

Schwarcz, Gy. 2013. Felsőörs és környéke. Schwarcz Térkép.

Teleki G. 1939. Adatok Litér és környékének sztratifráfiájához és tektonikájához. A Magyar Kir. Földtani Intézet Évkönyve 32(1), pp. 3–60.

Tomić, N. – Božić, S. 2014. A modified Geosite Assessment Model (M-GAM) and its Application on the Lazar Canyon area (Serbia). *International Journal of Environmental Research*, 8(4), pp. 1041–1052.

Vujičić, M. – Vasiljević, D. – Marković, S. – Hose, T. – Lukić, T. – Hadžić, O. – Janičević, S. 2011. Preliminary geosite assessment model (gam) and its application on Fruška Gora mountain, potential geotourism destination of Serbia. *Acta Geographica Slovenica*, 51(2), pp. 361–377.
DOI: 10.3986/AGS51303

Zentai, L. 2015. The Effect of the Political Transition of Hungary on Map Publishing. In Gartner G. – Haosheng H. Proceedings of the 1st ICA European Symposium on Cartography. Vienna, International Cartographic Association, 2015. pp. 286–298.



Pál Márton
doktorandusz

ELTE Földtudományi Doktori Iskola,
ELTE IK Térképtudományi és
Geoinformatikai Intézet
marchello@map.elte.hu



Dr. Albert Gáspár
egyetemi docens

ELTE IK Térképtudományi és
Geoinformatikai Intézet
albert@ludens.elte.hu