



**Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Kar
Földrajzi Intézet
Földtudományok Doktori Iskola**

Csillag Gábor

**Földtani természetvédelmi értékelés
a Káli-medence példáján**

PhD értekezés

**A Doktori Iskola vezetője:
Prof. Dr. Tóth József egyetemi tanár**

**Témavezető: dr. Lóczy Dénes
tanszékvezető egyetemi docens**

**Pécs
2003**

Tartalom

BEVEZETÉS -----	3
<i>Helyszín</i> -----	5
<i>Földrajzi helyzet</i> -----	7
<i>A Káli-medence és környéke kutatástörténeti áttekintése</i> -----	8
Földtan, geomorfológia -----	8
Környezetföldtan -----	10
<i>A jelen kutatás célja</i> -----	12
A TERÜLET FÖLDTANI FELÉPÍTÉSE -----	15
<i>A Káli-medence litosztratigráfiai felépítése</i> -----	15
Paleozoikum -----	15
Mezozoikum–Triász -----	16
Miocén -----	19
Felső-miocén–pliocén -----	20
Negyedidőszak -----	29
<i>Szerkezetföldtani felépítés</i> -----	34
A KÁLI-MEDENCE GEOMORFOLÓGIÁJA -----	38
<i>A Káli-medence 1:25 000-es geomorfológia térképe</i> -----	38
Szerkezetmorfológiai elemek -----	38
Vulkáni formák maradványai -----	39
Lejtők -----	40
Völgyek és a lineáris erózióhoz kapcsolódó akkumulációs formák -----	41
Deflációs formák -----	42
Nedvestérszíni formák, felszínek -----	42
Elegyengetett felszínek -----	43
Poligenetikus formák -----	43
Antropogén formák -----	43
<i>Káli-medence és környékének geomorfológiai szintjei és felszínalakulása</i> -----	44
A KÁLI-MEDENCE FÖLDTANI TERMÉSZETVÉDELMI TÉRKÉPSOROZATA -----	63
Előzmények -----	63
A Káli-medence környezetföldtani adatbázisának felépítése -----	66
Földtani természetvédelmi állapot térkép -----	71
Környezetterhelési térkép -----	74
Összevont földtani térkép (közettípus szerint) -----	76
Élőhelyek földtani feltételei térkép -----	79
Földtani térkép, földtani természetvédelem, geoökológia -----	82
FÖLDTANI ÉRTÉKEK -----	84
Földtani értékek a nagyvilágban: geotop, GEOSITES, Geopark -----	84
A Káli-medence földtani értékei -----	90
GEOSITES, Geopark a Káli-medencében? -----	119
ÖSSZEFOGLALÁS -----	124
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS -----	126
ÁBRÁK, TÁBLÁZATOK, MELLÉKLETEK JEGYZÉKE -----	127
FELHASZNÁLT FORRÁSOK -----	129
Digitális terepmodell -----	129
Honlapok -----	129
Publikációk -----	129

Bevezetés

A Káli-medence földtani természetvédelmi vizsgálatával, értékelésével 10 éve foglalkozom. Ennek az időszaknak egy részében fő feladatomban volt a Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) földtani természetvédelmi kutatásainak irányítása is. Az eltelt időszak nagyobb részében azonban csak egyéb feladataim mellett adódott lehetőségem a természetvédelem földtani vonatkozásaival részletesebben foglalkozni, a Káli-medence ilyen jellegű vizsgálatát az adott földtani ismeretességi szinthez képest minél teljesebb formában elvégezni.

A MÁFI a munka kezdetén, 1993-ban a természetvédelmi hatóságok javaslatára kezdte el a földtani természetvédelmi térképezés módszertanának kidolgozását. Az első, hidrogeológiai eredmények összefoglalására „**A Kárpát-medence vízkészlete és vízi környezetvédelme kongresszus**”-on Egerben, 1994-ben került sor (CSILLAG et al. 1994a). Az első térképsorozat digitális formában 1997 elejére készült el, bemutatása megtörtént (CSILLAG et al. 1998). Azonban sem lektorálása, sem publikálása nem történt meg. Sem anyagi támogatás, sem szakmai igény nincs az anyag teljes feldolgozására.

Eredeti célkitűzésünk a földtani térképezés eredményeinek természetvédelmi kiértékelése volt. Munkánk kezdetén egy olyan térinformatikai adatbázis felépítése volt a célunk, amely felhasználható közvetlenül földtani célú kiértékelésre, de a földtudományokon kívül álló szakemberek — területfejlesztési és agrár szakértők, természetvédelmi szakemberek, botanikusok, stb. — is megtalálják benne a szakterületükön felhasználható földtani információkat.

Időközben bizonyos szempontból bővültek, más szempontokból szűkültek a lehetőségek. A vizsgálatok irányát igen vegyes külső szempontok befolyásolták, befolyásolják, ennek következtében az összegyűlt anyag talán nem teljesen koherens, de az első szakasz 1997. évi befejezéséhez képest rendkívül nagymértékben fejlődött. Az egységes adatbázis készítése megállt, de az elkészült anyag alapján jelentős új eredmények születtek. Technikai lehetőségeink között megjelent a viszonylag jó felbontású digitális terepmodell (DTM) alkalmazásának lehetősége (pl. JORDÁN et al. 2003), a MÁFI–Mol együttműködés keretében a Káli-medence területére eső archív fúrásoknak nem csak adatbázisba rendezése, hanem — az Egységes Országos Földtani Térképrendszer (EOFT) alapján — egységes újraértékelése is megtörtént (GYALOG et al. 2000). Megkezdődött a Balaton-felvidéki bazalt-

vulkanizmus korszerű feldolgozása. A Balatoni Fejlesztési Tanács felkérésére elkészült a Káli-medence 1:25 000-es geomorfológiai térképe (CSILLAG 2003 A Balaton Régió Környezetföldtani Információs Rendszere Projekt keretében), az időközben megalakult Balaton-felvidéki Nemzeti Park pedig 2002 végén megjelentette a Balaton-felvidék geológiai kirándulásvezetőjét az érdeklődő nagyközönség számára, amelyben természetesen a Káli-medence igen jelentős arányban szerepel (BUDAI et al. 2002). Szintén a földtani természetvédelmi munkák közé kell sorolni a 2000-ben német nyelven megjelent, a Káli-medencét is bemutató geológiai kirándulásvezetőt (TRUNKO et al. 2000).

A földtani természetvédelmi térképezés módszertanának kidolgozása során a munkában sok kutató vett részt. Az állapotfelmérést Bence Géza (1993) és Csillag Gábor (1993–94), az 1994. évi vízmintázást Csillag Gábor, Gondárné Sőregi Katalin és Koloszar László végezte el. A földtani térképeket Csillag Gábor és Koloszar László, a vízföldtani térképet Gondárné Sőregi Katalin, a földtani természetvédelmi térképeket Csillag Gábor szerkesztette. A térképi anyag digitalizálása Vad Virág munkája, a térinformatikai feldolgozást Tullner Tibor és Szeiler Rita készítette a MÁFI Térinformatikai Osztályán 1994–96-ban. A geofizikai feldolgozást Kis János és Vértesy László végezte el az ELGI-ben. A munka további szakaszába bekapcsolódott a MÁFI két fiatal kutatója is. Jordán Győző a digitális terepmodell feldolgozásával, Németh Károly pedig a Káli-medence és környékének korszerű vulkanológiai feldolgozásával járult hozzá a projekt eredményeihez.

A munka több szakaszban, igen változó feltételek mellett készült. Az első szakaszban a MÁFI Földtani Természetvédelmi Projektje keretében folyt a terepi adatgyűjtés, mintázás, a földtani természetvédelmi adatbázis felépítése. Ez a munka 1997-ben lezárult az adatbázis építésének egy adott szakaszában, az alapadatokból 3 levezetett térkép elkészítésével (CSILLAG et al. 1994a,b, KISS J. et al. 1995, VÉRTESY L. et al. 1996, CSILLAG et al. 1998). Innentől konkrét külső igények nélkül a folytatás illuzórikussá vált. 1998-tól megszűnt a projekt, a munka más hangsúlyokat kapva folytatódott.

Az 1996-tól folyó vulkanológiai vizsgálatok (NÉMETH et al. 1997, 2001, in press MARTIN et al. 2002, stb.) eredményeként mára összeállítható a Káli-medencében a nemzetközi szinten is jelentős alkáli bazaltos vulkanizmus védelemre érdemes feltárásainak listája.

A digitális terepmodell, az adatbázis földtani térképei, az időközben elkészült fűrési adatbázis felhasználásával elkészült a Káli-medence „3 dimenziós” földtani térképe, vala-

mint a terület DTM-jének matematikai statisztikai feldolgozása alapján új adatokkal járultunk hozzá a Káli-medence szerkezetföldtani ismeretességéhez. Ugyancsak a DTM és az adatbázis fedett földtani térképének felhasználásával jelenleg készül a Káli-medence eróziós modellje (JORDÁN, CSILLAG 2001a,b, 2003, JORDÁN et al. 2003, CSILLAG, JORDÁN 2002).

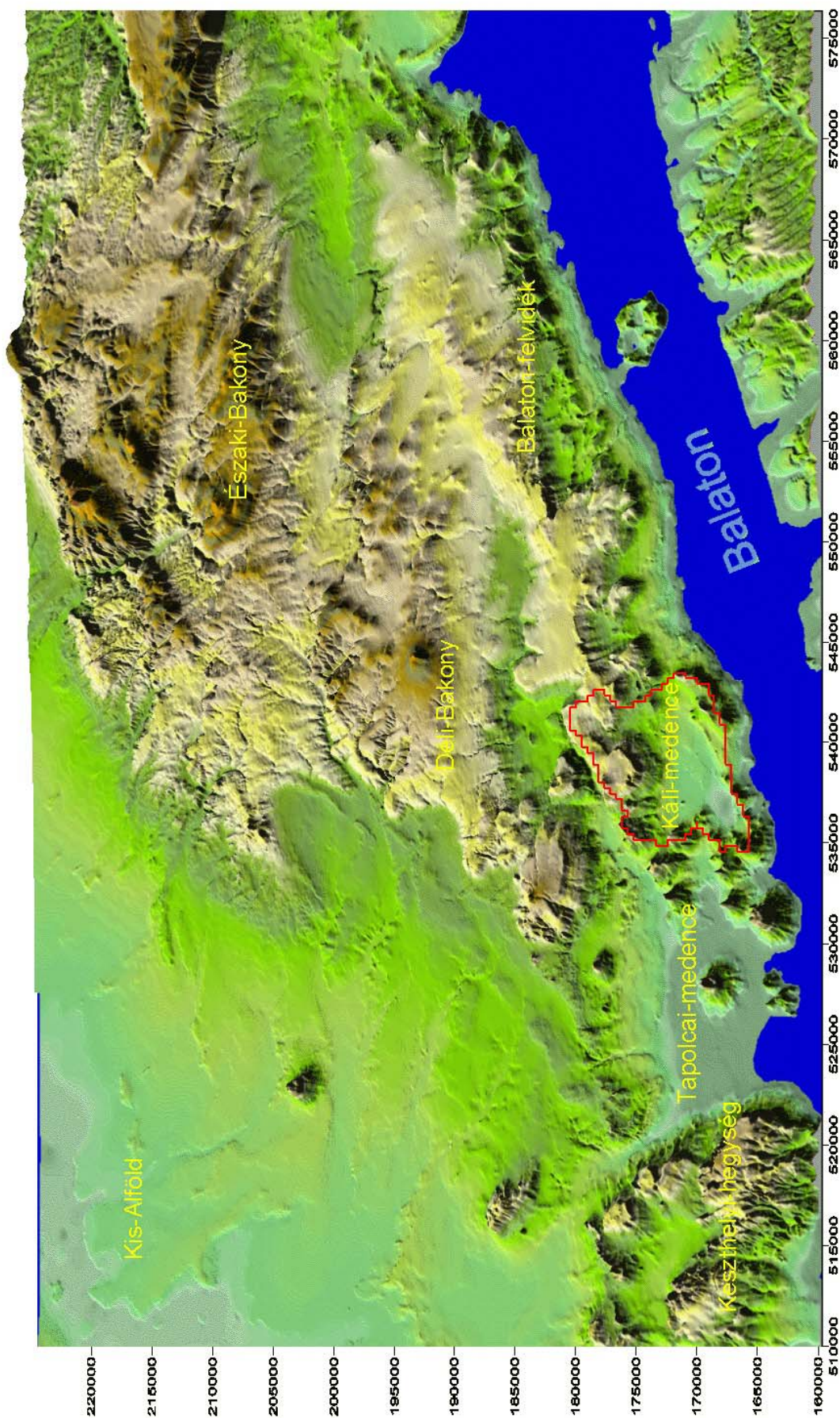
A vulkanológiai vizsgálatok, a terepmodell analízise és a közben végzett terepbejárások eredményeként elkészült egy összefoglaló tanulmány a Káli-medence és környéke geomorfológiai szintjeiről (CSILLAG in press).

Helyszín

A földtani természetvédelmi térképezés módszertani vizsgálatának kezdetétől célkitűzésünk a földtani térképezés eredményeinek természetvédelmi értékelése volt. Természetesen olyan mintaterületet választottunk erre a célra, ahol a közelmúltban zárult le a térképezési program, tehát kész térképet lehetett kiindulási alapnak tekinteni. A választás egyértelműen a Káli-medencére esett, hiszen a Balaton-felvidék földtani térképezése 1991-ben fejeződött be, az induló projekt több tagja is térképezőként résztvevője volt a felvételi és szerkesztési munkának. A Káli-medence jó földtani ismeretessége azonban csak egy volt a szempontok között. Második szempontként a változatos földtani felépítést, harmadikként az idegenforgalmi értékkel bíró földtani képződmények jelenlétét, negyedikként pedig az országos jelentőségű ásványvíz-kitermelést (Theodora-forrás) vettük figyelembe.

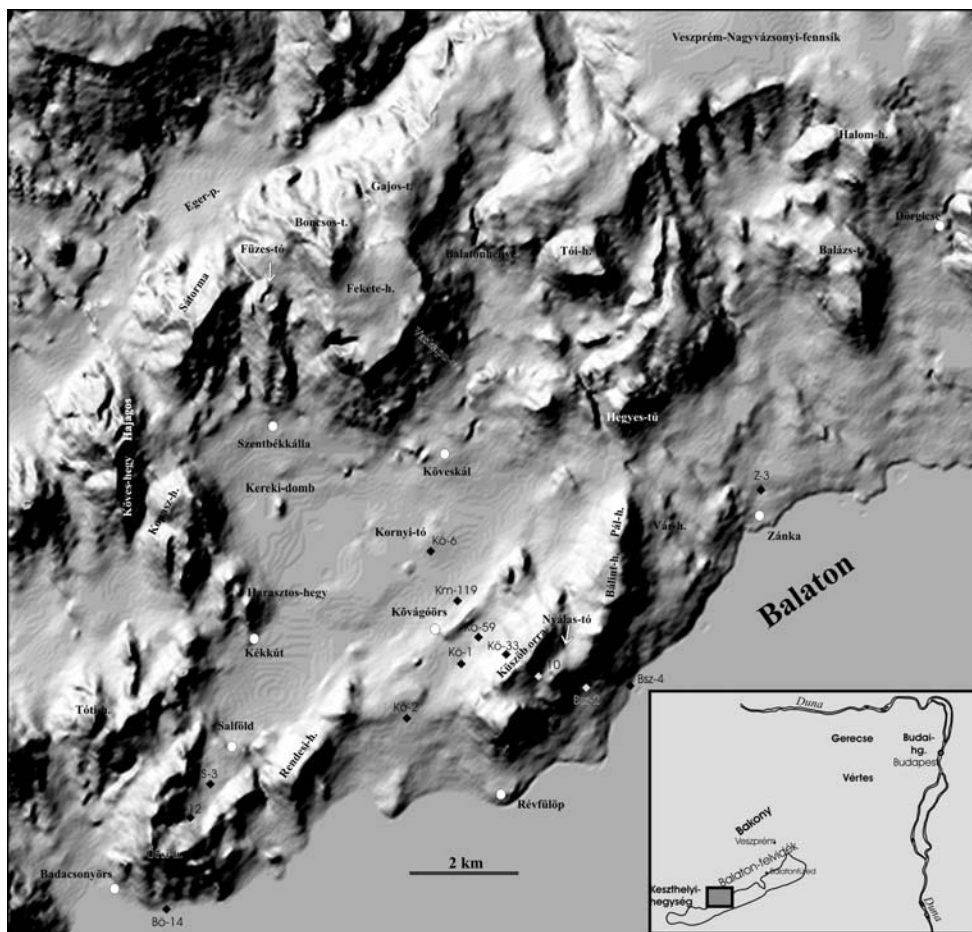
A földtani felvétel 1:10 000-es méretarányban történt. Ez lehetővé tette az 1:25 000-es méretarányú térképek készítését, ami megfelel a területhasznosítás (land use) földtani megalapozásához használt térképek nemzetközileg is elfogadott méretarányának (DOORNKAMP 1989). Az adatbázis készítésekor a Káli-medence nagy részét lefedő Kővágóörs L-33-48-A-c jelű térképlap területét dolgoztuk fel. A munka későbbi szakaszában a vizsgált területet kiterjesztettük a Burnót-patak teljes vízgyűjtőjére (pl. geomorfológiai térkép), a kívül eső terület figyelembe vétele nélkül, de DTM-vizsgálatok és a geomorfológiai, valamint a vulkanológiai vizsgálatok során a teljes vízgyűjtőt és az adatbázisba beépített környező területet is figyelembe vettük.

1. ábra (következő oldal): A Káli-medence és környékének domborzati képe, 5x túlmagyarázás. (A terepmodell alapja: HM Térképészeti Kht. DDM-10)



Földrajzi helyzet

A Káli-medence a Balaton-felvidék¹ kistája (1. ábra), a Burnót-patak vízgyűjtőterületeként definiálható a legpontosabban. A szélesebb értelemben vett Káli-medence több kisebb részmedencére tagolódó, sensu stricto Káli-medencének tekintett központi részét hat község — Kővágóörs, Köveskál, Kékkút, Salföld, Mindszentkál és Szentbékállá — fogja közre. A medence központi része +135-140 m tengerszint feletti magasságú, vizenyős, belvizes terület, amelyet a Burnót-patak és mesterséges belvízlevezető csatornák csapolnak meg. Központjában fekszik a kb. 0,5 km² területű lefolyástalan Kornyi-tó (2. ábra).



2. ábra. A Káli-medence árnyékolt domborzati képe a szövegben említett névrajzzal (CSILLAG in press. alapján)

¹ Magyarázatra szorul a Balaton-felvidék fogalma is. A hivatalos beosztás önmagában is ellentmondásos, hiszen MAROSI (in ÁDÁM et al. szerk. 1986, fig. 1.) a Tapolcai-medencét nem különíti el a Balaton-felvidéktől, míg JUHÁSZ (in ÁDÁM et al. szerk. 1988, fig. 1.) önálló kistájcsoportnak tekinti mindkettőt. Jelen munkában a Balaton-felvidék fogalmába beleértem a sensu stricto Balaton-felvidéket, a Tapolcai-medencét és a Keszthelyi-hegységet is, mivel földtani felépítésük, kialakulásuk, formakincsük annyi közös vonást mutat, hogy a hivatkozások esetében csak felesleges ismétlés lenne e kistájcsoportok ismétlődő felsorolása.

A medencét dél felől — a +300 m tengerszint feletti átlagmagasságú — az Örsi-hegytől a Pál-hegyig tartó hegyvonulat szegélyezi, amit Salföld és Ábrahámhegy között mélyen bevágódott epigenetikus völgyszakasszal szakít meg a Burnót-patak völgye.

Északon és nyugaton vulkanikus tanúhegyek sorozata alkotja a határt (Fekete-hegy, Sátorma-hegy, Hajagos, Csobánc, Tóti-hegy).

Egy kisebb belvizes részmedence található Káptalantóti környékén, ami hidrográfiai-lag inkább a Tapolcai-medencéhez kötődik.

A Káli-medencéhez északkeleten a monoszlói részmedence kapcsolódik, ami azonban már a Monoszlói-séd vízgyűjtőterületét alkotja.

A Káli-medence és környéke kutatástörténeti áttekintése

Földtan, geomorfológia

A Balaton-felvidék Magyarország geológiailag egyik legrégebben és legrészletesebben kutatott tájegysége. A hazai földtan legjelesebb személyiségei mellett neves külföldi geológusok is dolgoztak — elsősorban a XIX. században — ezen a klasszikus területen. A Káli-medence földtudományi megismerésének története elválaszthatatlan a Balaton-felvidék egészétől.

A kutatás első időszaka a XIX. század közepére, a Földtani Intézet megalakulása (1869) előtti évekre tehető. Ezt az időszakot a bécsi geológusok (HAUER 1869, és munkatársai) rendszeres felvételező munkája, valamint ZEPHAROVICH (1856), RÓMER (1860) és MOJSISOVICS (1870) megfigyelései jellemzik. Ekkor születtek az első, alapvető jelentőségű felismerések a Bakony földtani felépítését illetően.

Mindezek ellenére a bakonyi földtan úttörőjének mégis Böckh Jánost tekintjük, aki a Déli-Bakonyt két év leforgása alatt feltérképezte, és terepi tapasztalatait részletesen ismertette a Földtani Intézet évkönyvében (BÖCKH 1872, 1874). A „Bakony déli részének földtani viszonyai” című munkája a Balaton-felvidéki triász rétegtan alapvető és máig példaértékű összefoglalása. Felvételi munkái eredményeként adta ki a Földtani Intézet „Magyarország dunántúli kerületének részletes földtani térképét” 1:144 000-es méretarányban (BÖCKH 1881).

A Balaton-felvidék földtani kutatásának legjelentősebb állomása a „Balaton monográfia” megszületése.

A Magyar Földrajzi Társaság Választmánya 1891. március 7-i ülésén határozta el, hogy „a Magyar Birodalom egyes vidékeinek földrajzi kutatását a Balaton alapos kutatásával kezdi...”. „A Balaton-Bizottság 1891 március 15.-én az ország legjelesebb szakférfi-aiból megalakult és azonnal munkához látott.”² Ezzel vette kezdetét a magyar tudomány történetének egyik legnagyobb vállalkozása. A megjelenő kötetek átfogó ismereteket nyújtottak a Balaton és környékének földtani, földrajzi, történeti viszonyairól. Id. LÓCZY Lajos 1913-ban jelentette meg „A Balaton környékének geológiai képződményei és ezeknek vidékek szerinti telepedése” című korszakalkotó munkáját, amelyhez később 1:75 000-es méretarányú részletes geológiai térkép csatlakozott (Id. LÓCZY szerk. 1920). Részletes leírások találhatóak a műben a Káli-medence földtani felépítéséről. Id. Lóczy kevésbé hangsúlyosan, de Cholnokyhoz hasonlóan a medence pannóniai képződményeinek lepusztulását a szél hatásával magyarázta. CHOLNOKY (1918) „A Balaton hidrográfiája” című munkájában ismertette a Burnót-patak vízgyűjtőjét, leírva a medencéből kivezető völgyszakasz epigenetikus jellegét, az Örsi-hegy felszakadt antiklinális voltát, valamint a medence pannon üledékeinek deflációját.

A „Balaton monográfiát” követően, a két világháború között egy-egy kisebb terület — elsősorban tektonikai szemléletű — feldolgozása gazdagította az ismereteket (ifj. LÓCZY 1917, 1925; TELEKI 1939, 1941; ERDÉLYI FAZEKAS 1943). Itt ismét CHOLNOKY nevével kell kiegészíteni a geológusok névsorát. „Balaton” c. munkájában CHOLNOKY (é.n.) ugyancsak egyértelműen állást foglal a Káli-medencét egykor kitöltő pannóniai öszlet deflációja mellett.

Az ezt követő időszakot a nyersanyagkutatás határozta meg, az eredmények céltérképek, jelentések és önálló publikációk formájában láttak napvilágot. Ezek mellett a Káli-medence szempontjából a legjelentősebb munka Györffy Dezső geomorfológiai–geográfiai összefoglalója (GYÖRFFY 1957). Az alaphegység megismerését legjobban a jelentős részben a Káli-medence környékére koncentrálódó uránérckutatás szolgálta. Ennek a korszaknak az összefoglalása a Földtani Intézet által 1969-ben kiadott Veszprém című 1:200 000-es méretarányú földtani térkép (SZENTES szerk. 1967) és annak magyarázója (DEÁK szerk. 1972).

Az 1960-as évektől, a balatoni építésföldtani térképezéssel párhuzamosan folyt a Bakony 1:20 000-es méretarányú földtani térképezési programja.

² A két idézet a Balaton Tudományos Tanulmányozásának Eredményei monográfiai köteteinek belső címlődaláról származik.

A Balaton-felvidék földtani térképezésére 1982–90 között került sor. A Káli-medencére vonatkozó terepi felvételek eredményeinek összefoglalását KOLOSZÁR (1988) ismertette egyetemi doktori disszertációjában. A Balaton-felvidéket bemutató, a MÁFI 1:10 000-es méretarányú felvételezésére alapozott földtani térkép és földtani összefoglaló 1999-ben jelent meg (BUDAI et al. 1999c, BUDAI, CSILLAG szerk. 1999). Ez az összefoglalás már részben tartalmazza a Káli-medence hidrogeológiai, földtani természetvédelmi vizsgálatának (CSILLAG et al. 1994a,b, CSILLAG et al. 1998) eredményeit is.

A térképezés folyamán elsősorban rétegtani problémákat tagláló cikkek láttak napvilágot, míg azt követően szintetizáló igényű ösföldrajzi, fejlődéstörténeti, illetve tektonikai elemzések is születtek. Az újabb eredmények azonban nemcsak tudományos szempontból lehetnek jelentősek, hanem a régiót közvetlenül érintő napi problémák megoldásánál is alkalmazhatók. Erre hozható fel az eddigi példák közül a nyirádi bauxitbányászat és a Hévízi-tó vízhozamának változása közötti kapcsolat vizsgálata, a Balatonfüzfő környéki hulladéklerakók környezet-veszélyeztetettségi felmérése, vagy éppen jelen munka, a Káli-medence földtani természetvédelmi feldolgozása. Ezek a példák is jól mutatják, hogy az utóbbi időben a földtan gyakorlati alkalmazásában előtérbe kerültek a környezet- és természetvédelem, valamint a vízellátás részletes ismereteket igénylő, összetett problémái.

A Balaton-felvidék térképezését megelőzően indult és azzal párhuzamosan folyt a Földtani Intézet Alapszervény programja. A kétféle tevékenység kölcsönösen segítette egymás munkáját, elsősorban a kiemelt jelentőségű fúrások és felszíni feltárások komplex rétegtani és szedimentológiai feldolgozása tekintetében. Ez az együttműködés később OTKA programok keretében folytatódott. Ez a program már szoros kapcsolatot jelent a földtani kutatás és a természetvédelem között, utóbbi tudományos szintű megalapozása kezdetének tekinthető a földtudományok területén.

Környezetföldtan

A Balaton környéke a XIX. század eleje óta az ország jelentős idegenforgalmi központja. Noha létszámában — és a környezetre gyakorolt hatásában — a XX. század második felének tömegturizmusával összehasonlíthatatlan a megelőző századforduló balatoni idegenforgalma, a Balaton Tudományos Tanulmányozásának Eredményei monográfiában a szerkesztő, id. Lóczy Lajos már helyet biztosított „A Balaton környékének társadalom és embertani földrajza” c. kötetben „A Balatonparti fürdők és üdülőhelyek leírása” c. résznek (BOLEMANN 1900). Jóllehet a munka mai értelemben természetesen nem tekinthető környezetföldtani műnek, az üdülőhelyek leírásában helyenként már említés történik az ide-

genforgalom környezetre gyakorolt hatásáról: a partot szegélyező nádasok helyén kialakított fürdőkről, a parthoz közeli lejtőkön a filoxéra következtében kipusztult szőlők helyén megjelenő nyaralókról, a területhasználat változásáról.

Az idegenforgalom, üdülés tömegessé válása az 1950-es évektől egyre nagyobb környezeti terhelést jelentett a tavon és közvetlen parti sávjában. A települések és környezetük egyre intenzívebb beépítése tette szükségessé a Balaton parti sávjának építésföldtani felmérését 1:10 000-es méretarányban. A munka első szakasza, a Tihany atlasz (LÁNG et al. 1969, 1970) elkészítése meghatározó jelentőségű volt a részletes (1:10 000-es méretarányú) építésföldtani térképezés módszertanának kialakításában (FODOR 1971, 1975).

Az atlaszok a földtani térképre alapozott vízföldtani, építésföldtani, geomorfológiai térképváltozatokat tartalmaznak, valamint egy szintetizáló térképet, ami az építésföldtan szempontjából legfontosabb információk kombinációján alapuló értékelést ad a vizsgált területről.

A program lezárása során a térképek összeszerkesztése 1:20 000-es méretarányban történt meg. Négy változat (földtan, vízföldtan, geomorfológia, építésalkalmassági körzetbeosztás) 1:50 000-es méretarányban nyomtatott formában (BOROS et al. 1985) és CD formátumban (CSILLAG 1997) is megjelent. Az elkészült térképváltozatok szakvélemények, regionális rendezési tervek készítéséhez, lineáris létesítmények előzetes tervezéséhez, rendezési tervek és koncepciók kialakításához hasznosíthatók (RAINCSÁKNÉ KOSÁRY, CSERNY 1984, CSERNY 1999).

A parti sáv építésföldtani feldolgozását követően — kielégítve a tó vonzáskörzetének megnövekedése miatt felmerült igényeket — 1982 és 1991 között kéziratos formában elkészült a Balatoni Kiterjesztett Üdülőkörzet Építésföldtani Térképsorozata a tó tágabb környékéről. A felvétel és a több változatos atlaszok méretaránya 1:50 000, az összeszerkesztett változaté 1:100 000 volt. Az 1:100 000-es térképsorozat — az aktuálgeológiai kutatás során szerzett adatokat is felhasználva — a Balaton medrének földtani viszonyait is bemutatja. Az alkalmazott földtani változatok alapjául szolgáló földtani térkép szerkesztése során felhasználták a Balaton-felvidéki felvétel elkészült anyagát is (BUDAI et al. 1991). Az építésalkalmassági térkép (CSERNY, KLEB 1991) az egyes képződmények alapozási teherbírásáról, a felszín közeli és/vagy agresszív vizek helyzetéről, az alapozást befolyásoló egyéb adottságokról ad információt. A talajvízmélység és keménység (MÁTÉ, VATAI 1991) valamint talajvíz-kémiai térkép (KUTI, MÁTÉ 1991) foglalja össze a hidrogeológiai ismeret-

teket. A korábbi építésföldtani térképezés tematikáját agrogeológiai (FARKAS, CSERNY 1991) és meliorációs térkép (CHIKÁN et al. 1991) egészíti ki (PAPP 1991, CHIKÁN, CSERNY 1993). Ehhez a programhoz kapcsolódóan dolgozta ki FARKAS (1990) a talajpusztulást befolyásoló földtani tényezők térképezésének módszertanát, és készítette el a Balaton-felvidék erózióveszélyeztetettségi térképét (FARKAS 1988).

A Balaton környékén egyre növekvő környezetszennyezés, a tó vízminőségének romlása indokolta az 1:100 000-es „A Balaton környékének szennyeződéserzékenységi térképe” elkészítését (MÁFI KÖZÉPDUNÁNTÚLI ÉS DÉLDUNÁNTÚLI TERÜLETI SZOLGÁLATA 1981). Célja a felszínalatti vizek védelméhez szükséges ismeretek térképi megjelenítése volt. Az archív földtani térképek alapján szerkesztett térkép a felszín három csoportba sorolva ábrázolja: felszíni szennyeződésre érzékeny, kevésbé érzékeny és nem érzékeny képződmények. Az uralkodóan karsztos jellegű triász rétegek nagy felszíni elterjedése miatt a Balaton-felvidék jelentős része erősen szennyeződés-érzékeny területnek minősül, ahol a természetvédelmi területek mellett az utak, vízkivételi helyek, települések védőzónái is tovább nehezítik a szennyeződésre nem érzékeny zónákban a különböző típusú hulladékok elhelyezését.

A környezetföldtani térképezéssel párhuzamosan 1980-tól folyt a földtani természetvédelem szempontjából is jelentős rétegtani, bio- és litosztratigráfiai kutatás a Balaton-felvidéken. A Magyarország Geológiai Alapszelvényei program és a Balaton-felvidéki térképezés biztosított lehetőséget a legjelentősebb paleozoos és triász szelvények feltárására és tudományos feldolgozására. A MÁFI által kiadott sorozatban 15 Balaton-felvidéki alapszelvény részletes ismertetője jelent meg 1985 és 1991 között. Ezzel megteremtődött az alapja a Balaton-felvidék földtani értékei bemutatásának a szakmainál szélesebb körben is.

A jelen kutatás célja

A Káli-medence földtani természetvédelmi vizsgálata során elsődleges célunk a földtani térképen alapuló adatbázis kialakítása és ebből kiinduló természetvédelmi tematikájú levezetett térképek előállítását volt.

A természetvédelemben azonban a földtannak kettős szerepe van. Elsősorban azt kell kiemelni, hogy — noha ezt a földtan művelői inkább a második helyre teszik — a geológiai felépítmény (litológia, szerkezet, fluidumok) változatossága, a *geodiverzitás* alapvető fontosságú része a természeti értékek sokaságának, egyes esetekben meghatározza a tájképet és az élővilág változatosságát, a *biodiverzitást* (JOHANSSON & ZARLENGA 2000). Ebből

következően a természetvédelem számára biztosítani kell azokat az információkat, amelyek a környezetre legnagyobb hatást gyakorló képződményekről, folyamatokról a társtudományok számára hasznosítható, feldolgozható, értékelhető információt nyújtanak. Ennek módszertana az elmúlt évtizedekben jelentős fejlődésnek indult, az ilyen jellegű térképek, térképi adatbázisok készítése egyre nagyobb hányadát teszi ki a földtudományok gyakorlati tevékenységének. Ugyancsak jelentősen megnőtt a felszíni — döntő többségükben negyedidőszaki — képződmények és az emberi környezet kapcsolatának fontossága (pl. vízszennyezés, erózió, agrogeológia, lásd CAMPY & MACAIRE 1989). A földtudományi ismeretek ilyen jellegű felhasználása kétoldali együttműködést tesz szükségessé. A projekt eddigi szakaszában azonban ilyen együttműködést — sajnos — nem sikerült megvalósítani. Így az elkészült levezetett térképek javaslatként, inspirációként értelmezhetők, amit annak illusztrálására készítettem, milyen új információk nyerhetők a földtani adatbázisból. A földtani térképeket és az ezekből levezetett tematikus térképeket a **1–3** és **5–8 mellékletek** mutatják be.

Második helyre kell tenni a geo(morfo)lógiai értékek feltárását, jegyzékbevételét, tudományos feldolgozását, védelmét és bemutatását. Ez a földtan egyik, napjainkban egyre nagyobb hangsúlyt kapó területe. Nemzetközi szinten a 90-es évektől egyre erősebb törekvés tapasztalható a földtani szervezetek részéről a geo(morfo)lógiai értékeknek a világörökség részévé tételére. Ennek során természetes volt annak felismerése, hogy a javasolt földtudományi értékek listáját csak geológusok állíthatják össze (WIMBLEDON 1999), vagyis a földtudományok művelői ki kell alakítsanak egy olyan értékrendet, ami alapján rangsorolni lehet földtani örökségünk értékeit. Ennek eredménye a világméretű GEOSITES program.

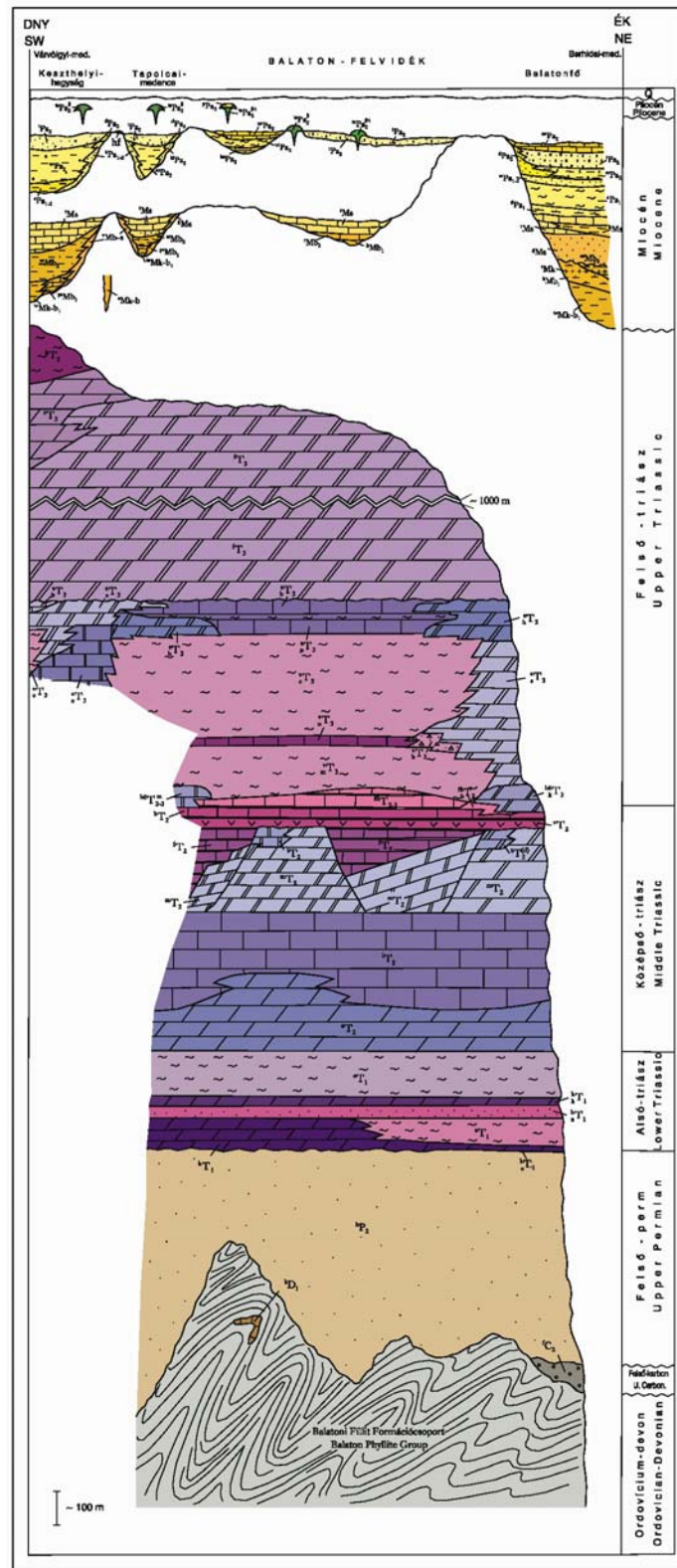
Munkám ilyen értelemben részben tudományszervezés jelleget is öltött, hiszen a vizsgált területen dolgozva felismerhetőek voltak fontos földtani képződmények feltárásai, ezek összefüggéseinek, a dokumentálható földtani folyamatok lezajlásának vizsgálata azonban további szakemberek bevonását is szükségessé tette. Így indult meg a Balaton-felvidék bazaltvulkanizmusának újrvizsgálata a természetvédelmi projekt kezdeményezésére, annak támogatásával. NÉMETH (1996) előzetes jelentését követően NÉMETH et al. (1997), NÉMETH, CSILLAG (1999) publikációi voltak az első lépesei a ma már nemzetközi együttműködésben folyó munkának.

A fentiek alapján a munka kettős, egymástól jól elválasztható célja meghatározza a dolgozat felépítését is. A földtani–geomorfológia felépítés ismertetését követően a földtani

természetvédelem kettős céljának megfelelően előbb a társtudományok, területhasznosítás, stb. számára információt nyújtó, környezetföldtani feldolgozást, majd a földtani természetvédelem másik fontos területének, a földtani értékek felmérésének eredményeit mutatom be.

A disszertáció első részében a Káli-medence földtani–geomorfológiai felépítését foglalom össze, kiemelve a munkám során született új eredményeket. Az ismertetésben a pannóniai képződmények és a vulkanitok a többi litosztatigráfiai egységnél nagyobb hangsúllyal szerepelnek, mivel ezeknek a rétegtani, települési viszonyai fontos szerepet játszanak a geomorfológiai értelmezésben. Ebben a részben ismertetem részletesen a Káli-medence geomorfológiai felépítését, mivel a földtani ismeretekhez képest a geomorfológiai feldolgozás elmaradt az elmúlt évtizedekben. A földtani értékekkel azonos szintű ismertetés, feldolgozás a geomorfológiai értékekről csak az új földtani adatokon alapuló geomorfológiai értékelés alapján készülhetett el. A második részben ismertetem az adatbázis elvi felépítését, a felhasznált információkat, a levezetett térképeket és mutatom be a kapott eredményeket. A harmadik részben a Káli-medence geo(morfo)lógiai értékeit foglalom össze.

3. ábra. A Balaton-felvidék elvi rétegoszlopa (BUDAI et al. 1999)



A terület földtani felépítése

A Káli-medence földtani felépítésében több markáns területrész különíthető el, amelyek eltérő kőzettani kifejlődései határozzák meg alapvetően a terület morfológiai képét és vízföldtani viszonyait:

1. a medencét dél felől határoló, paleozoos képződményekből felépülő hegység;
2. a medence területét alkotó alsó-triász és idős középső-triász rétegsor;
3. északon fiatal középső-triász és felső-triász alaphegységi képződményekre települő késő-miocén (felső-pannóniai) üledékes és pliocén vulkanikus összletekből felépülő hegyek;
4. nyugaton paleozoos kőzetekre települő neogén összletből álló hegyek.

A terület földtani felépítésének ismertetése során a földtani természetvédelmi adatbázis alapjául szolgáló fedett földtani, fedetlen földtani és alaphegység térkép (**1-3 mellékletek**) megértéséhez szükséges információk bemutatására törekedtem. A terület felépítésében résztvevő képződményekről és települési viszonyaikról a 3. ábra nyújt áttekintő képet. A földtani természetvédelmi térképezés során nem törekedtünk újabb rétegtani, térképezési eredményekre, azonban természetesen minden újabb terepbejárás, reambuláció során bővültek ismereteink a területről. Ebben a fejezetben alapvetően korábbi publikációinkra támaszkodva ismertetem a litosztratigráfiai, szerkezeti viszonyokat, kiemelve néhány újabb, munkánk során elért eredményt. Utóbbiakat elsősorban a Káli-medence újonnan készített geomorfológiai, fejlődéstörténeti jellegű feldolgozásába építettem be, amit a következő fejezet tartalmaz.

A Káli-medence litosztratigráfiai felépítése³

Paleozoikum

Alsóörsi Metariolit (Porfiroid) Formáció (felső-ordovicium)

Lovasi Agyagpala Formáció (ordovicium–devon)

Kékkúti Mészke Formáció (devon)

Balatonfelvidéki Homokkő Formáció (felső-perm)

Az **Alsóörsi Metariolit (Porfiroid) Formáció**nak nincs felszíni előfordulása a vizsgált területen. Legnagyobb vastagságban (333–903 m között) a Kékkút Kk-4 fúrás tárta fel, valamint — kisebb vastagságban — a Kékkút-1, a Mindszentkál-1 és a Köveskál-3

³ A litosztratigráfiai ismertetésben külön hivatkozás nélkül az alábbi anyagokat használtam fel: KOLOSZÁR 1988, CSILLAG et al. 1994a,b, BUDAI, CSILLAG szerk. 1999.

fúrások harántolták. A kőzet szürke színű porfíros szövetű savanyú vulkanit. A porfíros elegyrészek savanyú plagioklász és kvarc, további elegyrészek biotit és amfibol. Az összlet fedőjében a Balatonfelvidéki Homokkő települ diszkordánsan. Kora 363-372 M év BALOGH Kadosa et al. (1987) alapján. FÜLÖP (1990) korábban az alsó-permbe helyezte Kékkúti Dácit néven.

A déli hegysort és a terület mély fekjét paleozoos képződmények alkotják. A „fillit” néven ismert képződmény — a **Lovasi Agyagpala** — kőzettanilag anchimetamorf szericites agyagpala, aleuritpala, homokkőpala, mészkő, diabáz és porfirittufa közbetelepülésekkel. Metamorfózisának K/Ar módszerrel meghatározott kora 316-327 M év (LELKES-FELVÁRI et al. 1996). Felső, a fedő Balatonfelvidéki Homokkő alatti szakasza erősen mállott, mélyebb szintjei üdék (lásd Geomorfológia c. fejezet). Csak néhány kisebb foltban bukkan a felszínre, antiklinális szerkezetek tengelyében.

A **Kékkúti Mészkő** csak a Kékkút Kk-4-es fúrásból ismert, azonban korjelző faunatartalma miatt fontos képződmény (LELKESNÉ FELVÁRI et al. 1984).

Az idősebb paleozoos összletre diszkordánsan települ az ezen a vidéken kb. 200 m vastag, jellegzetes vörös színű **Balatonfelvidéki Homokkő Formáció**. A Káli-medence D-i részén nagy felszíni elterjedésű összlet alsó 30-50 m-es szakasza 1-10 cm-es, átlagosan 3-4 cm-es kavicsokból álló konglomerátum, amit finom homokos kötőanyag cementál össze. E fölött a perm rétegsor középső részét durvaszemű homokkő alkotja, amire fokozatosan finomodó, dolomitrétegekkel, lencsékkel tagolt homokkő települ. A vörös homokkő általában vastagpados kifejlődésű (0,5-2,0 m), melyek közé 10-20 cm-es finomabb szemcséjű homokkő rétegek települnek. Az egész kifejlődésre a ciklikus szemcseméret változás a jellemző. A ciklusok vastagsága 5-30 m.

Mezozoikum–Triász

Alsó-triász

Köveskáli Dolomit Formáció

Hidegkúti Formáció

A tengeri kifejlődésű triász bázisrétegek eróziós diszkordanciával települnek a terestrikus perm felszínre. Az alsó-triász rétegsor legidősebb formációját (**Köveskáli Dolomit**) uralkodóan vékonyrétegzett-lemezes, vékony pados homokkő, dolomitos homokkő, dolomit, porózus-likacsos dolomit alkotja. A dolomit porozitása az egykori lagúna és sabkha fáciesben keletkezett szulfát ásványok utólagos kioldódásával magyarázható. A **Hidegkúti Formáció** rétegsorának alsó kétharmadában a törmelékes komponensekből felépülő homokkövek dominálnak (Zánkai Homokkő Tagozat), felette pedig egy kb. 40 m vas-

tag homogén dolomitszint települ (Hidegkúti Dolomit Tagozat). A két formáció együttes vastagsága 130-170 m.

Csopaki Márga Formáció

A sekélytengeri rétegekre fokozatosan következnek az alsó-triász legmélyebb vízi képződményei. Kőzettani összetétele alapján a kb. 150 m vastag **Csopaki Márga** három szakaszra osztható. Alsó szakasza uralkodóan vékonyrétegzett, leveles elválású agyagmárgából, márgából, mészmárgából áll, amiben vékony, 1-5 cm-es mészkő közbetelepülések láthatók. Ezek száma és vastagsága a szakasz felső részén megnő. A formáció középső részét vörös, lilászvörös márga, aleurolit alkotja, amiben csak elvétve fordulnak elő mészkő lemezek. A felső harmadban a terrigén anyag (homokkő, aleurolit) aránya megnő, de gyakoriak a sokszor barnára oxidált 2-10 cm vastag mészkőrétegek is.

Középső-triász

Aszófői Dolomit Formáció

Iszkahegyi Mészkő Formáció

Megyehegyi Dolomit Formáció

A két idősebb középső-triász formáció a legnagyobb felszíni elterjedésű képződmény a Káli-medencében.

A középső-triász nagy vastagságú, viszonylag homogénnek tekinthető, tiszta karbonátos rétegsorral kezdődik. Ennek legidősebb formációja az **Aszófői Dolomit**. A normálisnál nagyobb sótartalmú lagúnában lerakódott 150 m vastag képződmény lemezes, vékony lemezes, általában jól rétegzett dolomitból áll. A rétegek szabálytalan sejtes - üreges szerkezetét a szulfátásványok utólagos kioldódása okozta. Számos feltárásában porlódó, murvás megjelenésű. Ez a szerkezeti zónák közelségével magyarázható.

Az **Iszkahegyi Mészkő** üledékfolytonosan települ az Aszófői Dolomitra. A 150-200 m vastag formáció két tagozatra osztható. Az alsót lemezes, mikrokristályos, bitumenes, gyakran márgás mészkő alkotja. A felső tagozat pados, vastag pados gyengén bitumenes mészkőből áll, amiben a márga már csak a rétegfelszíneken jelenik meg vékony bevonatként.

Az Iszkahegyi Mészkőre ugyancsak konkordánsan települ a **Megyehegyi Dolomit**. A keleti területrészen a formáció 100-150 m vastag, a nyugati részen — a Litéri-feltolódástól északra — fokozatosan elvékonyodik, elmárgásodik. A kifejlődés K-en homogén, egyveretű, pados, vastag pados dolomit összlet. A padok vastagsága 10-40 cm között változik. A dolomitban helyenként apró üregek látszanak, amelyek esetleg kioldott mészalgák nyomai lehetnek. A törések mentén a kőzet erősen porlódott, murvásodott.

Felsőörsi Mészke Formáció **Buchensteini Formáció**

Az itt felsorolt két formáció felszíni elterjedése kicsi a Káli-medencében, azonban a bazalttufában található zárvényaik arra utalnak, hogy a közel K–Ny-i irányú pászták tovább folytatódnak a pannóniai üledékekkel és vulkanittal fedett terület alatt is.

A **Felsőörsi Mészke** mindössze 30-50 m vastag ezen a területen. Pados, ritkán vastag pados mészke, tűzköves mészke, lemezes, márgás mészke, márga építi fel rétegsorát. A rétegvastagság 1-30 cm között változik. Fedőjében települ a Balaton-felvidék egyik legváltozatosabb összlete, a **Buchensteini Formáció**. Ennek rétegsorát tufa, tufit, radiolarit, tufás mészke, tűzköves mészke építi fel. Az utóbbi időben a vulkanitos alsó szakaszt önálló rétegtani egységként, Vászolyi Formációként különítik el a felső, Nemevámosi Mészke néven leírt, uralkodóan mészke, tűzköves mészke kifejlődésű összlettől (VÖRÖS et al. 1997, BUDAI 1999b). Vastagsága, kifejlődéséhez hasonlóan, ugyancsak változó, területükön 15-70 m közöttre becsülhető.

Felső-triász

Füredi Mészke Formáció

A Buchensteini Formációra települ a ladin–alsó-karni hemipelágikus mészkesorozat záró képződménye, a **Füredi Mészke Formáció**. A kb. 40-50 m vastag pados márgaközös mészke, tűzköves mészke alsó, vastagpados kifejlődésű szakasza a Balaton-felvidéken több helyen is jól karsztosodik. Kis dőlésű, viszonylag nagy felszíni elterjedésű előfordulásai szép karrmezőket alkotnak.

Veszprémi Márga Formáció

A formáció felszíni elterjedésben csak a balatonhenyei részmedencében található, de bizonyosnak vehető, hogy a Fekete-hegy alatt nyugati irányban a Litéri-feltolódási övig húzódik. A Litéri-feltolódástól északra is valószínűsíthető a kifejlődése, Monostorapáti–Diszel környékén.

A **Veszprémi Márga** a terület legnagyobb vastagságú összlete. Összvastagsága pontosan nem ismert, 400 m körüli értékre becsülhető. Három, egymástól jól elkülönülő tagozatra osztható. Alsó tagozata (Mencshelyi Márga) 100-120 m-es vastagságú agyagmárga, márga összetételű, váltakozóan jól-rosszul rétegzett rögös, lemezes elválású összet. Középső tagozata (Nosztori Mészke) 10-25 m vastag, pados, gumós felületű, kemény, rideg, kriptokristályos mészkeből áll. Fölötte települ egy valószínűleg a 200 m-t, esetleg a 300 m-t is meghaladó vastagságú agyagmárga, márga, mészke rétegsor (Csicsói Márga). Az agyagmárga és mészke összetételű szakaszok egymástól általában elkülönülnek, vastag agyagmárga és mészkeszintek alakultak ki.

Sándorhegyi Formáció

A képződmény a vizsgált területnek csak ÉK-i sarkában bukkan a felszínre. Két tagozatra osztható. Alsó, 30-50 m-es szakaszán alulról felfelé vastag pados mészkő, laminites, bitumenes mészkő és márga települ (Pécselyi Tagozat). Fölötte kb. 70 m pados, tűzköves mészkő, márgás mészkő, márga következik a Fődolomitig (Barnagi Tagozat). Balatonhenye (és Veszprém) környékén az alsó tagozat márgáját és a felső tagozat alsó pados, tűzköves szakaszát a 10-80 m vastag Henyei Dolomit helyettesíti.

Sédvölgyi Dolomit Formáció

Fődolomit Formáció

A Veszprémi Márgával és részben a Sándorhegyi Formációval egy időben képződött **Sédvölgyi Dolomit Formáció** a Káli-medencében csak kis területen, a Sándorhegyi Formáció tagozatai közé települt helyzetben bukkan a felszínre (Henyeyi Dolomit Tagozat). A Veszprémi Márga és a Sédvölgyi Dolomit átmenete, tektonikus érintkezése a pannon homokkal, bazalttal fedett területen Diszel és a Fekete-hegy között feltételezhető. Ebbe a formációba sorolható a Hegyesd környékén előforduló dolomit is. A pados, vastag pados, tömeges kifejlődésű dolomit vastagságát nem ismerjük, feltételezhetően több száz méter.

A **Fődolomit Formáció** a Káli-medencében csak igen kis területen, Balatonhenyétől É-ra fordul elő. Itt jól rétegzett, pados dolomitot találunk. A vonulat a pannon üledék alatt valószínűleg folytatódik, de rövid szakaszon belül tektonikusan kiékelődik a Litéri-feltolódás mentén.

Miocén

Cserszegtomaji Kaolin Formáció (alsó–középső-miocén)

Vöröstói Agyag Formáció (alsó–középső-miocén)

A **Cserszegtomaji Kaolin** nem alkot összefüggő szintet, előfordulásait csak foltokban ismerjük. A Káli-medence környéki előfordulások — ellentétben a típusos keszthelyi-hegységi kifejlődéssel — nem karsztos eredetű depressziókban, hanem miocén szerkezeti mozgások során kialakult süllyedékekben halmozódtak fel a legnagyobb vastagságban, illetve — feltehetően — kisebb vastagságú telepei a miocén etchplain mélyedéseiben őrződtek meg (lásd Geomorfológia c. fejezet).

Feküje a területen a Balatonfelvidéki Homokkő és helyenként különböző triász képződmények.

Kővágóórs mellett a Kő-59 fúrás rétegsorának 1,7–51,5 m közötti szakasza sorolható a formációba. A községtől keletre a Lapos-Hegyestű északi, északkeleti tövében működő, pannóniai kavicsos homokot feltáró bányában a pannóniai üledékképződés lezárulását követően lezajló freatomagmás kitörések során a feküből felszakított agyag fragmentumok

találhatók a vulkanoklasztit rétegekben. A vulkáni sorozat fekéjében települő Kállai Kavicsba pedig — feltehetően a vulkáni működés vulkanotektonikus, gravitációs tömegmozgásos folyamatainak hatására — a kavics fekéjét alkotó agyag beinjektálódott (BORSY, KOZÁK 1983).

A **Vöröstói Agyag** összletébe sorolható a triász dolomit töbreiben megismert miocén fedős bauxit, bauxitos agyag Hegyesd környékén.

Tinnyei Mészke Formáció (középső-miocén)

A felszínen csak Hegyesd környékén ismerjük a Vöröstói Agyagra, illetve a felső-triász dolomitra települő, édesvízi mészke közbetelepülésekkel tagolt, porózus, ooidos, algacsomós, gyakran mállott, porlódó szarmata mészkevet. A Káli-medencében a Tinnyei Mészke nem található meg.

Felső-miocén–pliocén

„Felső-pannóniai” törmeléken üledékek

Az előtéri medence peremi kifejlődései

Kállai Formáció

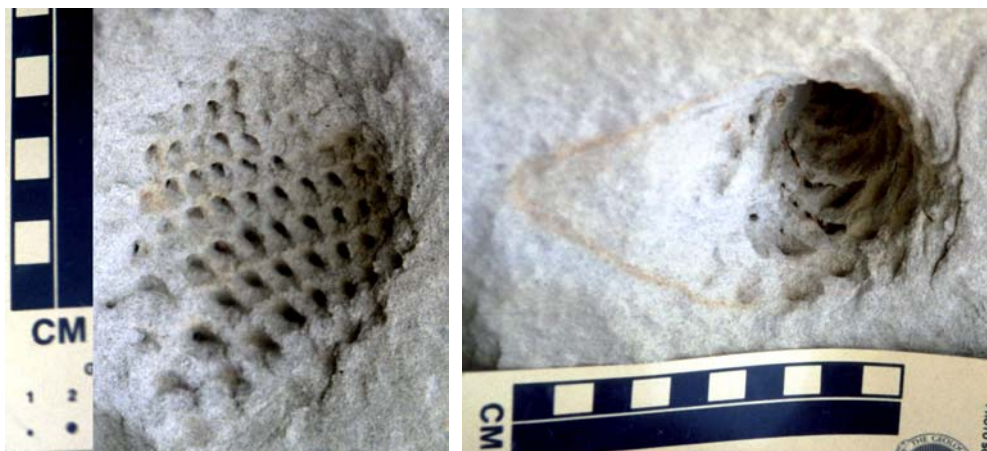
A viszonylag nagy vastagságú (15-20 m) kavicsösszletekben helyi anyagú szemcsék csak szórványosan fordulnak elő. A kavicsok anyaga csaknem kizárólag kvarcit, kevés lilit és egyéb metamorfit, szórványosan tűzke és dolomit. A szemcsék átlagos átmérője 1 cm körüli, a maximális méret az 5 cm-t ritkán haladja meg. A kavics- és a homok frakció egymáshoz viszonyított aránya a formáción belül vertikálisan és laterálisan is változó. A homok szemcsemérete általában közepes vagy durva, anyaga — helyenként az ipari felhasználásra is alkalmas arányban — szintén kvarc, másutt kevés színes nehézásvány is előfordul benne. Gyakori a lapos, íves, átlós keresztregzés.

A Kállai-medencében a formáció általában közvetlenül az alaphegységre vagy középső-miocén agyagra települ, néhány feltárásban azonban édesvízi mészkevel cementált bázisbreccsája is előfordul.

A Kállai-medence területén végzett homokkutató adatok szerint legnagyobb vastagsága 25-30 m (BIHARI Gy. 1984).

A Kállai Formáció ősmaradványokban kifejezetten szegény, nagyobb mennyiségű molluska kizárólag a Káli-medence területén, a mindszentkállai bányából került elő belőle (MAGYAR 1988): *Congeria* sp., *Lymnocardium* sp., *L. cf. soproniense*, *L. cf. majeri*, *Unio atavus*, *Melanopsis cf. fossilis*. A viszonylag gyakori növénymaradványok közül HABLY és DEBRECZY (in MAGYAR 1988) a következő fajokat határozták meg: *Myrica* sp., *Rhamnus alaternus*, *Liriodendron*, *Pinus halepensis*, *P. cf. rostrata*, *P. cf. sylvestris*. A terepbejárás-

sok során Diszel mellett, a Hajagos Ny-i tövében lévő felhagyott homokbányában 10-15 cm-es tobozok lenyomatát találtuk (4. ábra).



4. ábra. Toboz lenyomatok a Kállai Formációban (Diszel, homokbánya)

A Kállai Formáció képződési környezete az általános felfogás szerint erősen mozgott vízzel jellemzett, sekély tengerpart és az előtte épülő delta volt, erre utal a szemcseösszetétel és a több helyen megfigyelhető kereszttrétegzés is. A szemcsék anyagának több mint 95%-át alkotó kvarcit idegen a helyi környezettől, feltehetően a Bakony helyenként nagy vastagságú Csatkai Formációból felépülő területéről halmozódott át (JÁMBOR 1980, BENCE, BUDAI 1987). Ez arra utal, hogy a hegység e részei ebben az időszakban viszonylag kiemelt szárazulati térszínek voltak. A partvonalat alkotó képződmények szinte teljes hiánya a szemcsék anyagában részben a kvarcitról lényegesen kisebb keménységükkel, részben a part lapos, „strandszerű” morfológiájával magyarázható. Az éghajlat a mai mediterrán klímához lehetett hasonló a jellegzetes fenyő-maradványok értékelése szerint (MAGYAR 1988).

A Kállai Formáció különleges kifejlődése a Káli-medencében Salföld, Kővágóörs, Mindszentkalla környékén ismert ún. „kvarchomok”. A nagy tisztaságú kvarc, kvarcit anyagú, elsősorban öntödei célokra kitermelt összlet SZATMÁRI (1971) szerint a mállékony ásványok hidratációja, az oldatok kimosódása számára kedvező meleg–nedves klímán képződött, lassan betemetődő, a nyílt víztől viszonylag elzárt, „savanyú édesvizekkel táplált öböl-jellegű üledékgyűjtő”-ben.

A Káli-medence kőtegereinek kovaanyagát általában bazalt-vulkanizmushoz kapcsolódó hidrotermális oldatokból eredeztetik. CHOLNOKY (é.n.) a bazaltvulkanizmust megelőző, GYÖRFFY (1957) a vulkanizmust követő hidrotermális hatással magyarázták a cementációt. Feltűnő azonban a hasonlóság a Kállai Kavics Formáció kvarchomokkövei valamint a Párizsi-medence — nyilvánvalóan nem vulkanizmushoz kapcsolódó — eocén és oligocén korú kovás kötésű összletei között (pl. Fontainebleau Homok). A kifejlődések

közös vonásai a fáciesek rokonságára is utalhatnak. A kovakérges (silcrete) kialakulása meleg–nedves és meleg–száraz évszakok váltakozásához kapcsolódik. BALOGH Kálmán (1992) szerint a sós- és édesvíz keveredésekor is csapódhat ki kova az üledékekben, ami alapján feltehető, hogy a kvarchomok képződése és a kovás cementációjú padok kialakulása hasonló körülmények között történt. THIRY, BERTRAND-AYRAULT (1988) szerint a fehér kvarchomok és a kovás kötésű padok megjelenése összekapcsolódik a Fontainebleau-i Homok esetében is, de szerintük a padok kialakulása a beszivárgó felszíni víz oldó hatásának, illetve a freatikus szintben, a helyi erózióbázis közelében az oldatok kiválásának eredményeként alakult ki. A több szintben megjelenő kvarchomokkő padok cementanyagának kiválása tehát a vízszint változásával magyarázható.

Diási Formáció

A felső-pannóniai törmelékes, medence-peremi kifejlődésű képződményeinek (Somlói és Tihanyi Formáció) az alaphegységre települő abrúziós parti fáciesét definiálták önálló, a Kállai Formációtól független rétegtani egységként (GYALOG szerk. 1996).

A Diási Formációt jól kerekített kavics, konglomerátum, vagy breccsa alkotja, amely a parttól távolodva fokozatosan kavicsos homokba megy át. A kavicsok anyagát kisebb részben a fekében települő képződmények, nagyobb részben pedig az abrúzió, illetve a környező parti területről areális erózió által a hullámveréses övbe szállított durva hordalék szolgáltatja, így annak összetétele területről-területre meglehetősen változatos. Kővágóörs környékén az abrúziós kavics, illetve konglomerátum anyaga a Balatonfelvidéki Homokkő Formációból származik.

A Diási Formáció fedője, részben heteropikus fáciese a Somlói, a Tihanyi és a Nagyvázsónyi Mészke Formáció.

Jellegzetessége, hogy az erózióknak viszonylag ellenállóbb, cementált kőzettestek — a lepusztulás és kiemelkedés eredményeképpen — a laza fedőüledékeiktől elszakadva, sok esetben azoknál térszínileg magasabb helyzetben, az alaphegységre tapadt foszlányszerű előfordulásokban jelennek meg.

A formáció vastagsága 5-8 m-re tehető.

Somlói Formáció

A formáció terepi elkülönítése a Tihanyi Formációtól gyakran problematikus, mivel a rétegsorának zömét alkotó laza, homokos–agyagos képződmények feltártsága gyenge.

Salföld környékén kézi fúrásokból ismert, a kővágóörsi Kö-13 fúrás harántolta, de az egyik legjobb felszíni feltárása is a vizsgált területen található. A Kállai Formáció leírásá-

ban már említett diszeli homokbánya fölött egy vízmosás kb. 250-300 m hosszan, több méter magas szelvényben tárja fel a Somlói Formációt a Hajagos Ny-i lejtőjén.

A Somlói Formáció a fokozatosan feltöltődő pannóniai üledékgyűjtő partközeli del-talejtő-fácieseként értelmezhető.

Nagyvázsonyi-medence

A Balaton-felvidéki permotriász vonulat ÉNy-i oldalán húzódó sekély, „hegyközi lagúna” helyzetű (JÁMBOR 1980) Nagyvázsonyi-medence pannóniai rétegsora alapvetően eltérő felépítésű, mint az előtéri medencék hegységperemi kifejlődése.

Kapolcsi Mészke Formáció

A formációt általában kemény, tömör szövetű, halványszürke vagy sárgásfehér mészkő alkotja. Réteges vagy vékony pados elválású. Feküjében a Kállai Kavics, fedőjében a Taliándörögdi Marga települ. Elkülönítése a hasonló litofáciesű, fiatalabb Nagyvázsonyi Mészke-től lényegében csak a települési helyzet ismeretében lehetséges.

A vizsgált területen csak az Eger-patak völgyének környékén ismert a felszínen, ahol vastagsága mindössze néhány m körüli.

A Kapolcsi Mészke megjelenése a Nagyvázsonyi-lagúnában a terrigén anyag behordódásának átmeneti szünetelésére vezethető vissza. Az édesvízi mészszip lerakódásának körülményei hasonlóak lehettek a lagúna végső feltöltődésekor képződött Nagyvázsonyi Mészke-éhez.

Taliándörögdi Marga Formáció

A formációt 0,2-1,0 m vastag, szürke agyagmarga és agyagmargás aleurolit rétegek váltakozása építi fel (JÁMBOR 1980). Igen gyakoriak a huminites festődések, a szenes agyag- és lignit rétegek.

A formáció a „nagyvázsonyi lagúna” területén a Somlói és Tihanyi Formációnak részben megfelelő kifejlődés. A triász alaphegység erodált felszínére, illetve az annak töbreiben felhalmozódott Vöröstói Formációra települ, fedője a Nagyvázsonyi Mészke.

A vizsgált területen előfordulásai az Eger-patak környékén található. Legnagyobb vastagsága 100–120 m-re tehető.

Nagyvázsonyi Mészke Formáció

A formáció legjellegzetesebb felszíni képződménye az édesvízi mészkő, noha ennek részaránya alárendelt a fúrások által harántolt rétegsorokban. A mészkő piszkosfehér, világosbarna színű, tömör szövetű vagy porózus–üreges, ütésre bitumenszagot árasztó. A mészkő valószínűleg nem alkot összefüggő rétegeket a formáción belül, hanem kiékelődő, vékony, nagy kiterjedésű lencsékben, konkrécióként települ a fehér, zöldesfehér, általában többé-kevésbé cementált mészszip rétegeken belül.

A fúrások alapján a mészsizzappal nagyjából azonos arányban fordul elő zöld, zöldes-szürke bentonitos agyag, vörös agyag. A zöldes árnyalatú, zsíros tapintású agyagban gyakoriak a mész-konkréciók, míg a vörös agyag kemény, kagylósan rögös elválású, és szinte teljesen mészmentes.

A formáció a Nagyvázsonyi-medence jelentős területén közvetlenül a triász alaphegységre, vagy rétegtani fekéjére, a Taliándörögdi Márgára települ (CSILLAG 1991, BUDAI, CSILLAG 1998). A Nagyvázsonyi-medence déli részén ugyancsak ismert a Tihanyi Formáció felé átmeneti jellegeket mutató rétegsora, — többek között a Balatoncsicsó Bcs-1 fúrásban, valamint a mencshelyi Halom-hegy lejtőin — ahol a triász mészkő és bauxit anyagú bázis-kavics fölött édesvízi mészkő, agyagos kőzetliszt, homok és homokkő következik.

A Nagyvázsonyi Mészkő a legnagyobb felszíni elterjedésű pannóniai képződmény a Balaton-felvidék területén.

A formáció legnagyobb vastagsága 30-40 m körüli, kora — települési helyzete és a Tihanyi Formációval való összefogazódása alapján — egyértelműen késő-pannóniai.

A formációt alkotó édesvízi, tavi-mocsári üledékek megjelenése a hegyközi lagúnákban és a hegységperemi területeken a pannóniai üledékgyűjtő végső feltöltődési stádiumát jelzi.

Vulkanitok

Tapolcai Bazalt Formáció

A bazaltvulkanizmus kőzetei, formakincse a Káli-medencében és peremvidékén a legváltozatosabbak az egész Balaton-felvidéken. Akár kőzettani, akár vulkanológiai, akár geomorfológiai szempontból vizsgáljuk ezeket a képződményeket, ezen a viszonylag kis területen szinte minden megtalálható, ami az egész Bakony–Balaton-felvidék Vulkáni Területre jellemző. Ezért, valamint annak okán, hogy e képződmények részletes vizsgálata a földtani természetvédelmi térképezéshez kapcsolódva kezdődött újra, a többi képződménynél kissé részletesebben ismertetem a vulkanitokat.

A vulkanitok egyik jellemző vonása az ultrabázisos xenolitok jelenléte a lágaközetekben és a piroklasztitokban egyaránt. EMBEY-ISZTIN (1976) szerint ezek a zárványok a felsőköpenyből származnak, jelenlétük általában a telítetlenebb alkáli kőzetekre jellemző. A bazaltos magma származási helye a felnyomuló asztenoszféra, de különböző formában ehhez a litoszféra anyaga is keveredett (EMBEY-ISZTIN, DOBOSI 1998).

A legújabb elemzések adatait a TAS diagramon ábrázolva alkáli bazalt, bazanit összetétel adódott (NÉMETH, MARTIN 1999a).

Lávaközetek

A felszínen szétterülő kisebb-nagyobb lávatarakók fekéje a felső-pannóniai Somlói, a Tihanyi, vagy a Nagyvázsonyi Mészke Formációba tartozó üledékes összlet, amelyre általában vékonyabb–vastagabb, helyenként mállott piroklasztit-összlet települ.

A lávaárak fekéjének legjobb feltárása a Hajagoson látható, ahol a bánya déli részén hólyagos bazaltbreccsa és pannóniai homok kaotikus, buborékszerű képződményei találhatók több méter vastagságban az idősebb bazalttal, illetve pannóniai rétegekkel érintkező szakaszon, amit NÉMETH, CSILLAG (1999) tumuliként írtak le. E lávabuborékok leginkább a pahoehoe lávamezők felszínének szemölcszerű felpúposodásaihoz hasonlíthatók, ami elsősorban a lávamező megszilárduló felszíne alatt még mozgó olvadék nyomásának préselő hatása miatt keletkezik, de a lávafolyam vizes térszínen való áthaladása során hirtelen keletkező vízgőz tágulása során keletkező „mega-hólyagok”-at is tumulinak tekintik (CAS, WRIGHT, 1988). Ismeretesek több mint 50 m magas tumuli szerkezetek is (LENAT et al. 2001), így a Hajagos alig 10 méteres szerkezete (MARTIN, NÉMETH 2000) átlagos méretűnek tekinthető. Ebben a szintben a bazalt és a homok keveredése során kialakult, valódi peperit szerkezetek is felismerhetők, kis méretű pillow-láva nyelvekkel (MARTIN, NÉMETH 2000).

Értelmezésünk szerint ez a jellegzetes szerkezetű összlet a nedves térszínre ömlött bazalt hőhatására keletkezett, amikor a pre-vulkáni térszín vize a hirtelen felfűtés hatására gőzrobbanásokat hozott létre a lávafolyás talpójában (BIHARI D. 1991, NÉMETH 1996, CSILLAG 1996, MARTIN, NÉMETH 2000). Az intrúziók valószínűleg a Hajagos központi lávacsatornájához tartoznak, ahol a magma a felépülő maarvulkán kráterét kitöltő nedves, sárszerű vulkanoklasztba nyomult be (MARTIN, NÉMETH 2000).

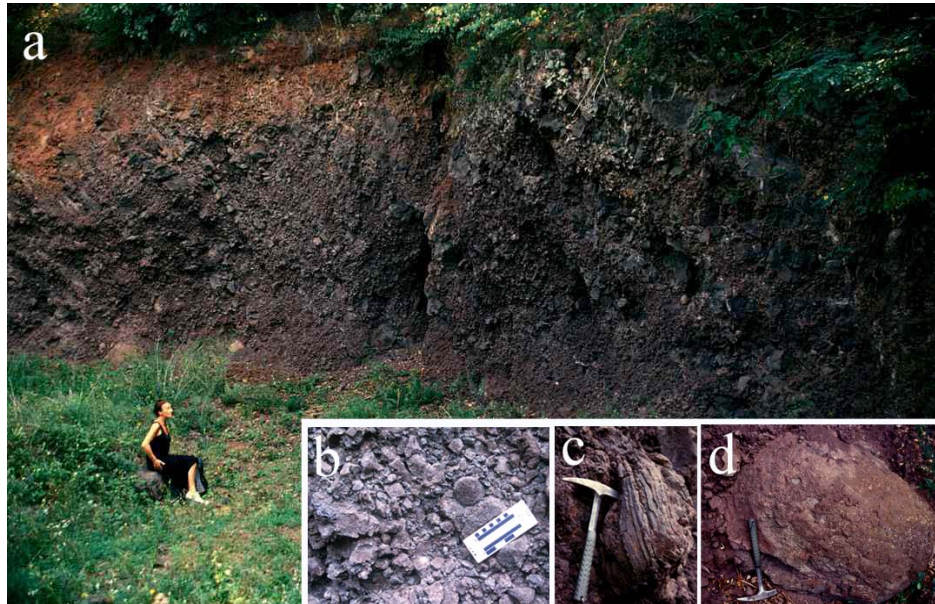
A lávaközetek döntő többsége az egykori kitörési centrumok környezetében, tufagyűrűn, maarkráter szerkezeten belül megrekedve hűlt ki. Ennek legszebb példája a Fekete-hegy déli peremén, a Vaskapu-völgy felső szakaszán lévő feltárás, ahol az egykori peremnek nekitörődött és meggyűrt lávafolyás maradványa tanulmányozható.

Fedője gyakran az utolsó kitörések során a lávaközetekre települő bazaltsalak, legtöbbször azonban lejtőtörmelékkel kevert eluviális málladék, nyirok, ritkán lösz, eolikus homok.

A Fekete-hegy–Királykő képződményei hosszan elhúzódó vulkáni működés során keletkeztek (MARTIN et al. 2002, CSILLAG in press), erre lehet következtetni a kapolcsi Kpt-1 fúrás rétegsora (JÁMBOR 1980) és a radiometrikus koradatok (BALOGH KADOSA et al. 1986) alapján is (lásd Geomorfológia c. fejezet).

Bazalt salak

NÉMETH (1996), NÉMETH et al. (1997), NÉMETH, SZABÓ Cs.(1998) stromboli típusú salakkúpként, illetve hawaii típusú lávafröccskúpként írta le a Fekete-hegy környéki bazaltsalakot. Kialakulása a kezdeti freatomagmás kitöréseket tápláló felszínalatti víz „elhasználásával”, a konszolidálatlan, nedves pannóniai üledékek kiszáritásával, magmás robbanásos kitörésekkel magyarázható.



5. ábra. Salakvulkáni összlet feltárása a Boncsos-tető oldalában (a), a szemcsevázú szövet képével (b), valamint nagy méretű bombákkal(c-d)

A bazaltsalak anyaga változó méretű törmelék (apró lapillitől 1 m-es méretet is meghaladó blokkig, bombáig), uralkodóan hólyagos bazalt, kisebb mennyiségben tömör bazalt, lherzolit zárvány. Megjelenése szinte mindig gyűrűs formákhoz, kúpokhoz köthető. A fragmentumok, bombák mérete a kürtöközeli, proximális zónában a legnagyobb, igen gyakoriak az orsó-bombák. A Boncsos-tető oldalában, jól rétegzett, meredeken (kb. 35° - 45°) dől (5. ábra).

A bazaltsalak elsősorban a bazaltplatókon fordul elő. A legmagasabb salakkúp a Fekete-hegy 360-370 m magas platójából 80-90 m-rel kiemelkedő Boncsos-tető. A mai kúp azonban az egykori vulkáni építmény déli részéből áll csak, mivel a kúp északi oldalán a kráter belső lejtőjének meredek, északi dőlésű, kürtöközeli fáciese látható a felhagyott bányában. A Sátorma és a Fekete-hegy között, piroklasztitra települ a Kopácsi-hegy szinte teljes épségben megmaradt salakkúpja (NÉMETH 1996, NÉMETH et al. 1997, NÉMETH, SZABÓ Cs. 1998). A kráter belsejében a Füzes-tó medencéjének teljes üledékes rétgörorát jelenleg nem ismerjük még. A lemélyített kézifúrás kb. 10 m mélységben negyedidőszaki teresztikus összletben állt le.

Piroklasztitok, vulkanogén üledékek

A hagyományosan tufa, tufit néven elkülönített kőzetek változatos genetikájú képződményekből állnak. A Balaton-felvidéken a vulkáni működés — néhány kis lávakúptól, lávakürtőtől eltekintve — freatomagmás, explóziós működéssel kezdődött.

A járulékos litikus szemcseanyag általában nagy mennyiségben van jelen a piroklasztitokban, azok anyagát a közvetlen pannóniai fekvő, a triász, valamint a paleozoos képződmények szolgáltatták. A litikus elemek, és azokon belül az idős képződmények magas aránya a robbanások mély fészkeire, maar-diatréma jellegű vulkanizmusra utal (LORENZ 1986, 2003a,b). Az egykori térszínre mély maar kráterek és azokat körbevevő tufagyűrűk lehettek jellemzők.

NÉMETH, MARTIN (1998) a fekete-hegyi vulkanoklasztit rétegsorok alsó szintjének szerkezet nélküli masszív piroklasztitját nagy erejű, freatomagmás explózió során, a kitörési felhő összeomlásából keletkezett, sűrű piroklaszt-ár üledékeként írta le. A kompakt kőzetben sok a köpeny eredetű xenolit, emellett alárendelt mennyiségű hólyagos juvenilis törmelék is tartalmaz. A szentbékállai szabadtéri színpad feltárásában gyakoriak a max. 1,5 m-es gázkilépési csatornák.

NÉMETH, MARTIN (1999b), NÉMETH et al. (2001, 2003) szerint a Szentbékállai környéki vulkanoklasztitok szerkezete alapján egy olyan egykori völgy rajzolódik ki, amelyben északról dél felé irányuló szállítás rekonstruálható. A piroklaszt ár a völgy középvonalában masszív, kaotikus szerkezetű üledéket rakott le (völgyi fácies), míg a peremi részen keresztarégtett, dűne-régtett sorozat keletkezett (peremi fácies). A peremi fáciesben a lherzolit xenolitok aránya erősen lecsökken, rendkívül jellemző azonban a nagy méretű litikus blokkok jelenléte (NÉMETH 1996). A Fekete-hegy DNy-i oldalában, a Bocskorkúti-árok feltárásaiban például a Füredi Mészke közel 1 méteres blokkjai nagy számban láthatók rétegsorban. A szentbékállai feltárásban a két fácies egymás fölötti helyzetben is megfigyelhető. Mindkét fáciesre jellemző a hullott blokkok alatti csekély réteghajlás, deformáció, ami viszonylag magas képződési hőmérsékletre utal.

Az ún. alsó piroklasztit fekvésében a Kállai, a Somlói, a Taliándörögdi, a Nagyváznai és a Tihanyi Formáció egyaránt települhet. Fedője bazalt, hévforrás-üledék vagy negyedidőszaki képződmény.

A vulkanogén üledékeket nehéz elhatárolni a piroklasztitoktól, ezért a térképen is azokkal összevontan szerepelnek. Ide sorolható JÁMBOR (1973) leírása alapján a kapolcsi Kpt-1 fúrás rétegsorában települő vulkanit anyagú homokkő.

Diatrémák

A Káli-medence területén több, erősen lepusztult, az áttört prevulkáni rétegsorból ki-preparálódott egykori vulkáni kürtő maradványa, diatréma (WHITE 1991 értelmezése alapján) található (NÉMETH et al. in press). BENCE et al. (1990) a Kékkút fölött emelkedő Harasztos-hegyen mágneses mérésekkel igazolták VITÁLIS (1911) feltételezését a bazalttest telér voltáról. A kicsiny, mindössze 25 m hosszú, 1,5-3 m széles telér enyhén Ny felé dől. Ugyancsak diatrémaroncként értelmezhetők a Kereki-domb, a Kis-Hegyes-tű–Lapos-Hegyes-tű dombjai, a Káli-medencén már kívül található, de a vizsgált terület része a zánkai Vár-hegy, és feltehetően a Sabar is.

A vulkanitok települési viszonyai, kora

A vulkanitok és a pannóniai képződmények kapcsolatának, települési viszonyainak megítélésében alapvetően két szemlélet ütközött korábban. Id. LÓCZY (1913) szerint a vulkanitok — néhány kivételtől eltekintve — eróziós diszkordanciával települnek a pannóniai felszínre, tehát a topográfiailag alacsonyabb térszíni helyzetben települő vulkáni képződmények fiatalabbak, mint a magasabban fekvők. JÁMBOR (1980) ezzel ellentétes szemléletet képviselt. Szerinte a legfiatalabb a Nagyvázsonyi Mészkö fölötti bazaltmálladéokra települő bazalt a Tálodi-erdőben, míg az ez alatt egyre mélyebb szintekben települő vulkanitok egyre idősebbek is egyben.

A pannóniai üledékképződés és vulkáni működés kezdete közötti eróziós periódusra utal több megfigyelés, adat is (lásd Geomorfológia c. fejezet).

A Tapolcai Bazalt Formáció települési helyzete és radiometrikus kora késő-miocénban kezdődő és késő-pleiocénig⁴ elhúzódó vulkáni aktivitást mutat.

A jelenleg ismert legidősebb vulkanitok közé tartozik a Hegyes-tű Zánka mellett, amelynek kora meghaladja a 7 millió évet (BALOGH Kadosa et al. 1986).

A Balaton-felvidéki bazaltvulkanizmus egyik legjelentősebb szakasza kb. 3,9-4,5 millió éve zajlott le. Ekkor keletkezett a Hajagos, a Sátorma, és a Csobánc. Ebben az időszakban zajlott a Fekete-hegy kialakulásának korai szakasza is.

Az utolsó jelentős működési szakasz 2,9-3,1 millió év közé tehető, amelynek nyomai a Fekete-hegyen található meg⁵.

⁴ A kvarter/pleiocén (pannóniai s. l.) határt a Gauss–Matuyama határnál (2,58 millió év) vontuk meg SUC et al (1997) alapján.

⁵ Sajnos a minták jelentős részéről nem állapítható meg, hogy a terület mely részéről, szintjéből származnak. Pl. BALOGH Kadosa et al. (1986) 885. számú, Fekete-hegy jelölésű mintájáról nem tudható, hogy a fennsík látatakarójából, vagy a fennsíkra települő Boncsos-tető bazaltsalakjából származik. Ennek ismerete a legfiatalabb kitörés korának megállapítása szempontjából döntő fontosságú lenne.

Negyedidőszak

Pleisztocén általában

Csuszamlás, suvadás

A negyedidőszak során elsősorban a bazaltvulkáni területek pusztuló, meredek peremein, valamint a negyedidőszak késői szakaszában a balatoni tómeder magaspartjain jelentős szerep jutott a csuszamlásoknak, suvadásoknak a felszín formálásában.



6. ábra. Lecsúszott bazalttömeg felszíne a Sátorma déli oldalában, háttérben a helyben maradt eredeti felszín lejtője

A vulkáni területeken a freatomagmás működés során kialakult piroklasztit gyűrűkön belül nagy vastagságú lávabazalt összetek alakultak ki. A piroklasztit gyűrűk lepusztulását követően a vulkáni képződmények peremén a nagy vastagságú bazalton meredek, alátámasztás nélküli lejtők alakultak ki az agyagos közbetelepülésekkel tagolt felső-pannóniai képződmények fölött. Ezeken az instabil lejtőkön az általános lejtőüledék-képződés mellett omlások és nagy méretű csuszamlások alakultak ki időszakosan. A csuszamlások jelentőségét a bazalt-hegyek morfológiájának kialakulásában már JUGOVICS (1954) és PEREGI, BENCE (1987) is hangsúlyozta.

A Fekete-hegy bazalt fennsíkjának keleti peremén, a Pósa-tető oldalában több, 200–300 méter hosszú, 50–100 méter széles, lecsúszott bazalttest látható (CSILLAG 1991, BUDAI, CSILLAG 1998).

Hatalmas csuszamlás szakadási fala ismerhető fel a Sátorma tetőszintjének északi oldalán, kb. 300-310 méter magasságban. Ez alatt, a Herkentyű dombján bazalttörmelék települ a felső-pannóniai rétegekre 210-220 méter magasságban (CSILLAG 1999b). Nagy méretű csuszamlások láthatók a hegy déli oldalán is (6. ábra), amelyeket korábban egy idősebb bazaltszintként értelmeztek (BIHARI 1991).

A csuszamlások pontos kora nem ismert.

Alsó-középső-pleisztocén

Folyóvízi és proluvális homok, kavics

Monostorapáti keleti határában, az Eger-patak és az észak felől betorkolló völgy találkozásánál egy idős fluviális–proluviális terasz maradvány ismerhető fel. A terasz anyaga homokkal kevert bazalt és dolomit kavics durva törmelékéből áll, amely az Eger-patak ártéri szintje fölött 30 méterrel, kb. 192 m tszf. magasságban települ felső-pannóniai képződményekre.

Lejtőtörmelék

A bazalt hegyek környezetében 10–160 cm nagyságú kőzet-blokkokból álló, sűrű törmelék található kisebb dombok, kiemelkedések felszínén. A homokkal és kőzetlisztes homokkal keveredett bazalttörmelékben éles peremű és koptatott darabok egyaránt előfordulnak.

A vizsgált területen ez a képződmény elsősorban a Hajagos nyugati tövében lévő Kálvária-domb tetején fordul elő a Kállai Formáció fedőjében, ahol a képződmény feltételezett vastagsága a néhány métert nem haladja meg.

A lejtőtörmelék az egykori hegyláb felszínek — valószínűleg geomorfológiai inverzióval kiemelt helyzetbe került — mélyebb részeinek maradványai, ahol a hegyomlások, kőfolyások durva törmelékei a környezetnél nagyobb vastagságban halmozódtak fel. A későbbi lepusztulási folyamatoktól a vastag durva törmelékanyag megővta az egykori felszínt, amely így került kiemelt térszíni helyzetbe.

A lejtőtörmelék idős pleisztocén kora kiemelt morfológiai helyzete alapján feltételezhető.

Felső-pleisztocén

Folyóvízi homok, kavics

A felső-pleisztocén során a hegyvidéki, dombsági területeken kevés folyóvízi üledék rakódott le, a vízfolyások általában erősen bevágódtak, mélyítették völgyüket.

Hegyesd község mellett az Eger-völgyben uralkodóan durva, dolomit, bazalt, kvarc-kavics anyagú kavicssterasz üledék található. A terasz felszíne 6-8 méterrel emelkedik az ártéri szint fölé.

Proluvium

A felső-pleisztocén hegylábi hordalékkúpok a Dunántúli-középhegység jellegzetes negyedidőszaki képződményei. A medence peremi részein fordulnak elő, azonban — eltérően a Balaton-felvidék más területeitől — jó feltárásuk itt nincs.

A proluvium anyaga uralkodóan triász dolomit és mészkő, valamint felső-pannóniai homok. A hordalékkúpok kőzetanyaga egyébként területről területre változó az adott vízgyűjtő földtani felépítésétől függően, így abban a permii vörös homokkőtől a bazaltig a teljes rétegsor anyaga előfordulhat.

A hordalékkúpok vastagsága 4-8 méter, helyenként azonban a 10 métert is meghaladhatja.

A felső-pleisztocén proluviumok diszkordánsan települnek a fekére. A fedő képződmények általában vékony, eluviális, deluviális üledékek.

„Lössösszet”

Ebbe a képződmény-csoportba soroltuk a típusos lösz, a homokos lösz, a lösz tagoló paleotalajokat, és a löszön belül települő áthalmazott, néha törmelékes rétegeket is.

A Balaton-felvidéken — és így a Káli-medence környékén is — a lösz igen elterjedt képződmény, felszíni elterjedése azonban jóval kisebb, mint azt számos korábbi térképen ábrázolták.

A lösz szürkés okkersárga, fakó barnássárga, nagy mésztartalom esetén szürkésfehér színű. A típusos, egy maximumos szemcseösszetelű lösz ritka. Csaknem mindig tartalmaz homokot, gyakran kőzettörmeléket is, így a kőzetliszt mellett más csúcsok is jelentkeznek a szemcseösszetelési görbéken (BIHARI D. 1991).

Nagyobb feltárásokban észlelhető a lösz rétegzettsége. A vékonyabb–vastagabb, rétegzetlen, törmelékmentes, normális karbonát tartalmú kötegeket néhányszor 10 cm vastagságú, lejtőirányban rétegzett, homokos, törmelékes lösz, homok, illetve törmelék közbe-települések tagolják.

A Bakony területén a lösz kora felső-pleisztocén, würm (KAISER 1990). A vizsgált terület löszei kifejlődésükben nem különböznek a bakonyiaktól, így egykorúságuk feltételezhető.

A lösz vastagsága a 10 métert ritkán haladja meg.

Gravitációs törmeléklejtő durva kőzettörmeléke

Különleges, magashegységi környezetet idéző tájképi elemek, egyben a klasszikus törtlejtők iskolapéldái a bazalthegyek oldalában helyenként kialakult törmeléklejtők. Egyik legszebb ilyen lejtő a Hajagostól délre, a Köves-hegy északi oldalában található (7. ábra).



7. ábra. A Köves-hegy periglaciális törmeléklejtője (a), a lejtő tetején még kiálló oszlopos elválású szál bazalttal (b)

A törmeléklejtők a pleisztocén hideg időszakainak periglaciális klímáján keletkeztek. Kialakulásuk a sziklafalakat alkotó bazalt fagyaprózódásával magyarázható. A lejtő meredekségét a gravitáció hatására mozgó törmelék sűrűlódási együtthatója, mérete, alakja határozta meg.

A törmeléklejtők sok helyen máig megőrződött szabályos formái alapján feltételezhető azok fiatal, würm kora. A sziklafalak omlása nem befejezett folyamat, de a törmeléklejtők képződése valószínűleg alapvetően a holocén előtt zajlott le.

Pleisztocén–holocén

Folyóvízi–proluviális kavics, homok, törmelék

A Káli-medencébe torkolló völgyek előtt kialakult hordalékkúpok maximum néhány méter vastag, feltehetően részben állandó vízfolyások által lerakott üledékei nem tekinthetők tisztán proluviális képződményeknek. Sok esetben az oldalvölgyek hordalékkúpjai összeolvadtak, térszínük közvetlenül a holocén képződmények fölötti helyzetben van.

Az összlet átlagos szemcsemérete kisebb, mint a felső-pleisztocén proluviumok esetében. A szemcsék összetételében uralkodó a kavics és a közettörmelék.

Proluvium–deluvium

A száraz, illetve állandó vízfolyás nélküli völgyek közettörmelék, homok, agyag és talaj keverékéből álló völgytalpi üledékeit soroltuk ebbe a csoportba. Az üledékanyag felhalmozódásában a lineáris erózióknak és a lejtők felületi lemosásának azonos jelentősége van.

Eluviális–deluviális üledékek, homok

A bazaltból felépülő területek lapos, enyhe lejtésű felszínét több helyen borítja eluviális málladék, nyirok jellegű agyag, agyagosan mállott bazalt, salakos bazalt törmeléke. A Kopácsi-hegy salakos bazaltból felépülő gyűrűjén belüli egykori kráter belsejében holo-

cén–pleisztocén tavi, mocsári üledékek nem rakódtak le (Füzes-tó). A lefolyástalan terület 12,8 m vastagságot meghaladó rétegsorát kevés bazalttörmelék tartalmazó agyagos aleurit alkotja (Szentbékállai Szbk–1, 2 kézfúrások), amelyben vékony homok közbetelepülések, gyengén talajosodott szakaszok, glejes szintek ismerhetők fel. A képződmény lejtőüledékek és eolikus üledékek változó víztartalmú környezetben történt mállása és felhalmozódása során keletkezett.

Szintén a felső-pannóniai képződmények lapos térszínén kialakult, részben helyben maradt üledék a tanúhegyek lapos hegylábi felszínét borító homok.

Az eluviális–deluviális üledékek korára nincsenek adatok, települési és morfológiai helyzetük alapján felső-pleisztocén–holocén korúnak tekinthetők.

Lejtőtörmelék

Ebbe a csoportba a lejtőket és a lejtők tövét borító, uralkodóan durva kőzettörmelékből álló, legfeljebb néhány méter vastag, gravitációs, szoliflukciós, areális lemosásos folyamatokkal áthalmozott, helyenként ma is képződő üledékeket soroltuk.

Lejtőüledék

A finomszemcsés, agyag, aleurit, homok anyagú üledékek elsősorban areális felszínle mosással halmozódtak, illetve halmozódnak át. A különböző korú sziliciklasztikus üledékek felszínén jelentős a deluviális képződmények elterjedése és vastagsága. A késő-pleisztocénben a deluviumok kialakulásában a szoliflukció, geliszoliflukció (fagyos talajfolyás) is jelentős szerepet játszott.

A deluviális összetétel vastagsága változó, a Sátorma északi oldalában például meghaladja a 8 métert.

Lejtőtörmelék, lejtőüledék

A bazalt-hegyek meredek lejtőin a szál kőzet alatti durva törmelék lefelé húzódva lösszel és a hegyoldalt alkotó felső-pannóniai homokkal, kőzetliszttel, agyaggal keveredik. A lejtőn lefelé ez alatt lösz következik általában.

Holocén

Alluvium

Az állandó vízfolyással jellemzett völgyek talpát több méter vastagságban talajosodott, öntéstalaj jellegű, agyagos aleurit összetételű képződmény borítja, amely többkevesebb durva törmelék és kavicsot is tartalmaz. Vastagsága 2-3 méter.

Mocsári üledékek

Mocsári üledékek a Balaton-felvidék és a Déli-Bakony területén elsősorban a bazalt-fennsíkok kisebb mélyedéseinek vizenyős területein, időszakos tavaiban rakódtak le, általában az 1 métert is alig elérő, maximum 2 m vastagságban. Az agyag, aleurit, homok mellett nagy szervesanyag-tartalmú, világosszürke, szürke, fekete színű rétegek, ritkán tőzeg is előfordul. A lefolyástalan területeken kialakuló vízszint erősen függ az éves csapadék mennyiségétől. A 80-as évek hosszan tartó száraz időszakában a nyílt víz szinte mindenütt eltűnt, a korábban csak mocsaras, vizes területek kiterjedése lecsökkent, sok ki is száradt. A 90-es évek közepétől a vízszint jelentősen megemelkedett, a tómedreket ismét nyílt víz borítja.

Ezeknél a kicsi, zárt mélyedéseknél sokkal nagyobb területet borítanak mocsári képződmények a Káli-medencében (pl. Kornyi-tó, Sásdi-rét).

Mocsári–proluviális üledékek

A Káli-medence északi peremén megjelenő, durva közettörmelékkal kevert mocsári képződményeket soroltuk ebbe csoportba. A törmeléket a környező hegyek meredek lejtőibe vágódó völgyek időszakos vízfolyásai szállították a medence fenekén kialakult karszt-lápok területére.

Kőzetomlás

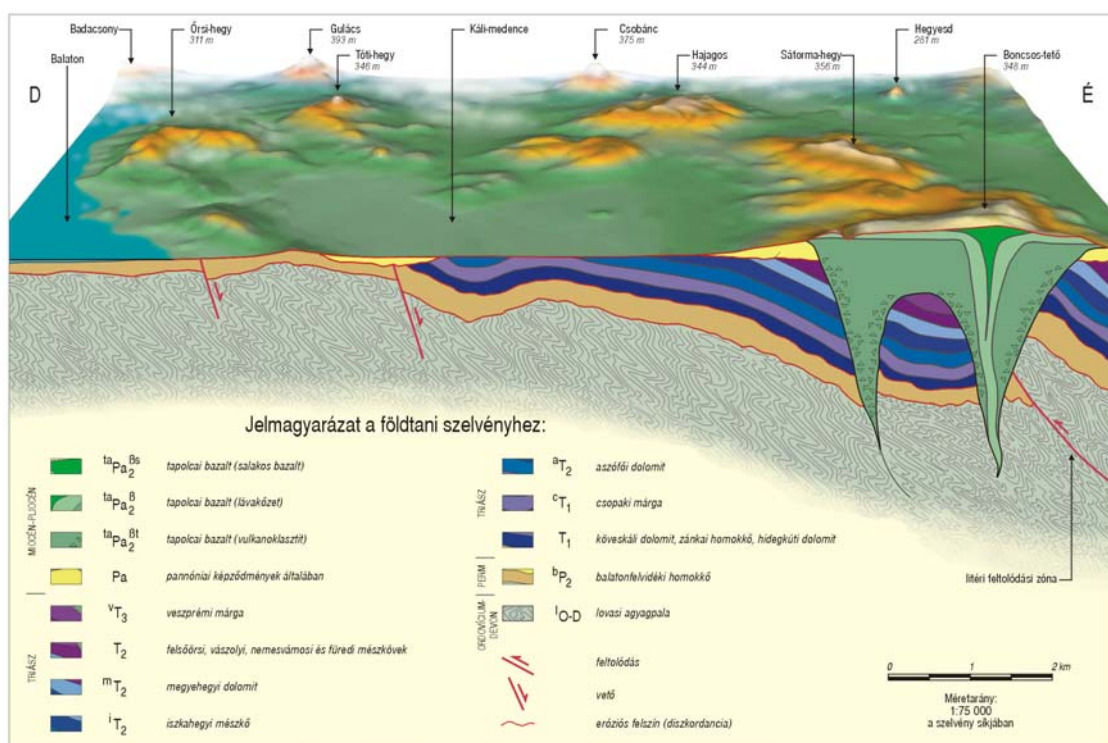
A periglaciális időszakhoz képest sokkal kisebb jelentőségű a holocén gravitációs üledékképződés, amely elsősorban a bazaltterületekhez kötődik.

Szerkezetföldtani felépítés

A Káli-medence szerkezetföldtani képe eltér a Balaton-felvidékre jellemzőtől. A Balaton-felvidék szerkezetét meghatározó középső-kréta Litéri-feltolódás Várpalota környékétől Balatonhenyéig követhető. Innen Ny felé a feltolódást fiatal képződmények takarják, így a felszín földtani felépítése szempontjából nem meghatározó szerkezeti elem (8. ábra). Ugyancsak alárendelt szerephez jutnak a Káli-medencében a Bakonyban és a Balaton-felvidéken meghatározó, kainozoos, általában miocén korú oldalelmozdulások. A Káli-medence szerkezeti képét a vetők határozzák meg. Jelentős a szerepük a másutt általában csak a Litéri-feltolódás környékére jellemző, hosszanti, antiklinális és szinklinális szerkezeteknek. A terület viszonylag erős gyüredezettségét bizonyítják a kisterületű, nagyjából ovális alakú úgynevezett brachiantiklinális boltozatok, amelyek a Köveskál és Zánka közötti területre jellemzőek elsősorban. A jelenleg ismert legnyugatabbi ilyen boltozat a Theodora-forrás és a Kereki-major között található (11. ábra).

A vizsgált terület részletes szerkezetföldtani elemzése helyett itt a kékkúti forrás elhelyezkedését, a vízbeszerzést befolyásoló szerkezeti elemeket ismertetjük.

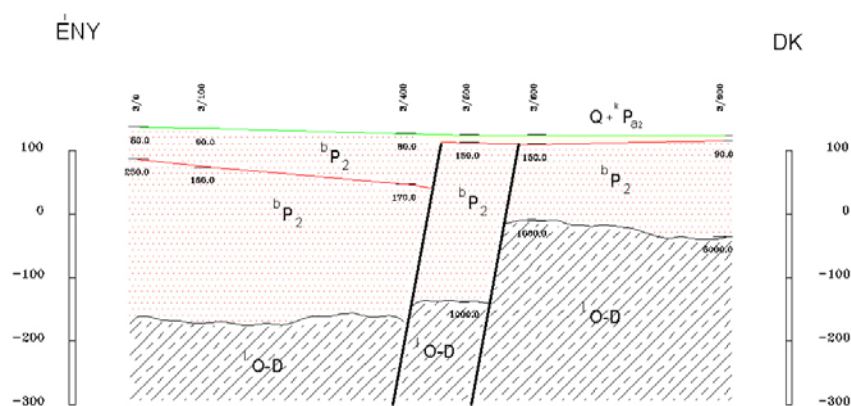
A szerkezeti elemek két szempontból határozzák meg a Káli-medence és ezen belül a Theodora-forrás hidrogeológiáját. Egyrészt befolyásolják a medence területén belüli hidrogeológiai képet, másrészt hatással vannak a Káli-medence és a bakonyi főkarszt kapcsolataira. A Káli-medence vízföldtanilag független a Bakony főkarsztjától. Ez részben a Litéri-feltolódás kompresszív zónájának szigetelő hatásával, részben a Veszprémi Márga Formáció több 100 méter vastagságú vízzáró összetételének a két terület közötti szerkezeti helyzetével magyarázható.



8. ábra. A Káli-medence észak–déli földtani szelvénye (BUDAI et al. 2002)

Szerkezetföldtani szempontból a vizsgált terület két részre bontható a Theodora-forrás–Mindszentkállya vonalban húzódó, nagyjából ÉÉNy–DDK irányú úgynevezett ollós vetőzóna mentén. A CSILLAG et al. (1994a,b, 1998) által Kékkúti-vetőnek elnevezett szerkezet Ny-i oldalán egy kiemelt, a paleozoos képződményekig lepusztult rögöt találunk, míg K-i oldalán egy É felé kibillent blokkot (23. ábra). A vető elvetési magassága tehát É felé nő. Így Kékkúttól D-re a vető két oldala közötti elmozdulás jelentéktelen, Kékkút és Mindszentkállya között azonban már 150-250 m. A Theodora-forrás ebben a vetőzónában találha-

tó. A vető feltehetően középső-kréta korú, de a fiatalabb szerkezeti fázisok során természetesen felújulhatott.



9. ábra. Elektromágneses szondázások alapján szerkesztett, torzítás mentes földtani szelvény a Káli-medence déli peremvetőin keresztül. (VÉRTESY 1994 alapján, jelmagyarázat az 1–2. melléklet.)

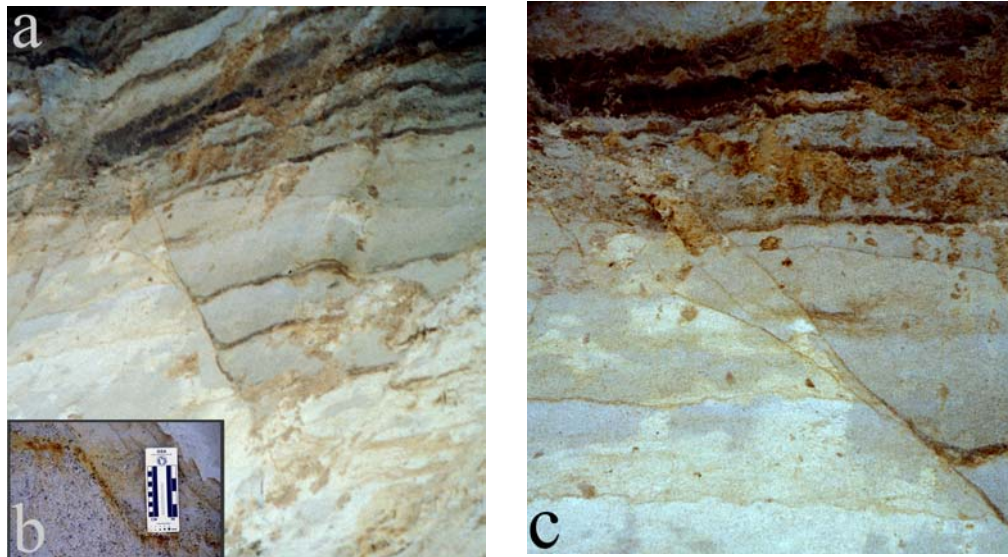
A Theodora-forrás, illetve a további vízbeszerzési lehetőségek szempontjából fontosak a Kékkúti-vetőre közel merőleges, NyDNY–KÉK irányú vetőzónák is (9. ábra). Ezek közül a legismertebb a Toldi-kúttól a Dani-kúton, valamint további két, névtelen forráson át Kisörspusztá felé húzódó vető. Ez a vető az uránkutató fúrások és geofizikai mérések alapján egy legalább három vetőből álló vetőzóna középső tagja (CSILLAG et al. 1994a,b, 1998). E mellett a vetőzóna mellett is a perm és alsó-triász képződmények érintkeznek, akár csak a Kékkúti-vető mentén. A vetőtől D-re húzódó antiklinális boltozat a felszíni és felszín alatti vizek szempontjából is a Káli-medence D-i határának tekinthető.

Három további, hasonló irányú vetőt kell még figyelembe venni. Ezeket azonban csak a Kékkúti-vető Ny-i oldalán ismerjük, illetve feltételezhetjük:

- A Burnót-patak lapálya alatt, nagyjából Kékkút és a Burnót-patak között két NyDNY–KÉK irányú vetővel határolt, kiemelt Lovasi Agyagpala rög található a geofizikai mérések szerint.
- A harmadik vető csak feltételezhető a paleozoos rétegsorok helyzete, vastagsága alapján, a Tóti-hegy K-i töve és a kékkúti Harasztos-hegy É-i része között. Itt a vető mentén az É-i oldal jelentős lezökkenését kell feltételeznünk.

A fiatalabb, neogén mozgások valószínűleg kevés hatással voltak a hidrogeológiai jelentős szerkezetek kialakítására. A miocén oldaleltolódásokat feltétlenül meg kell itt említenünk, ugyanis a Kállai Formáció fekvését alkotó Vöröstói Formáció elterjedését és vastagságát befolyásolták ezek a mozgások. A horizontális mozgások erőterében ún. pull-apart medencék alakultak ki, amelyekben a máshol csak néhány méter vastag agyag 50-100 méter vastagságban található meg. Ilyen medence a vizsgált terület DK-i sarkában, Kővágó-

örstől DK-re található. Hasonló medencék másutt is előfordulhatnak, azonban a felszínen — fúrások és geofizikai mérések nélkül — felismerhetetlenek. Ugyancsak fiatal, miocén mozgásokra utalnak a Lapos-Hegyes-tű északi tövében működő homokbányában észlelt északias dőlésű vetők. A bánya nyugati falán látható szerkezeti elemek szinszediment mozgásokra utalnak, mivel a rétegsor felső szakaszában szétágazva elhálnak (10a-c. ábra).



10a-c. ábra.
Szinszediment(?) szerkezeti vonalak a Lapos-Hegyes-tű alatti homokbányában

A pannóniai bazaltvulkanizmus számos helyen közel É–D-i irányokhoz kötött (BENCE et al. 1990). Ez arra utal, hogy ebben az időszakban É–D-i irányú tágulási hasadérendszer alakult ki. Ezek a képződményeket nem mozdították el, de mint fellazult zónákkal számolni kell velük, pl. a Balaton-felvidéken, Keszthelyi-hegységben sok völgy ezeken alakult ki.



11. ábra. A Káli-medence központi részének panorámája a Harasztos-hegyről. Előtérben a kerekpusztai brachiantiklinálisban feltárt Zánkai Homokkő kiszántott rétegei, háttérben a Hegyes-tű

A Káli-medence geomorfológiája

A Káli-medence 1:25 000-es geomorfológia térképe

A Káli-medence 1:25 000 méretarányú geomorfológiai térképe a Burnót-patak vízgyűjtőterületét ábrázolja (**4a,b melléklet**). A vizsgált terület egészének geomorfológiai fejlődéstörténetét, geomorfológiai szintjeit összefoglaló fejezet ennél sokkal nagyobb terület bemutatását tartalmazza, mivel egy vízgyűjtő határát jelentő vonal egy tetőn, gerincen bizonyos formákat kettévág. Így ezeknek a formáknak nem az egésze, csak egy része ábrázolható a térképen, de a folyamatok értelmezéséhez az egészet egyben kell kezelni. Ez a fejezet az ábrázolt formák rövid ismertetését, leírását foglalja össze.

Szerkezetmorfológiai elemek

Morfotektonikai vonal

Antiklinális tengely

Szinklinális tengely

Morfotektonikai vonalként jelölve a mai felszíni domborzatot is meghatározó szerkezeti vonalak szerepelnek a térképen. Ilyen a Balatonhenyétől É-ra húzódó, feltehetően posztpannóniai vető (CSILLAG 1991), valamint a Káli-medencét dél felől határoló Kűsöborra–Pál-hegy–Bálint-hegy vonulat északi, meredek lejtőit meghatározó szerkezeti vonalak (lásd Káli-medence és környékének geomorfológiai szintjei c. fejezet). **Antiklinális tengely** és **szinklinális tengely** a földtani térképről átvett szerkezet, ami nincs közvetlen hatással a morfológiára, mivel a planációs szintek kialakulását megelőző gyűrődéseket jeleznek.

Antiklinális mélyedés — combe

A Kővágóörs és Révfülöp közötti hegyvonulat szerkezete egy, a tengelyzónájában felszakadt antiklinális maradványa (lásd Káli-medence és környékének geomorfológiai szintjei c. fejezet). A francia geomorfológiai szakirodalomban (FOUCAULT, RAOULT 1984, PEULVAST, VANNEY 2001) a szerkezetmorfológiai formák között *combe* néven írják le a domborzatban is kiemelkedésként megjelenő antiklinálisok felszakadt tengelyzónájában kialakuló csapásirányú mélyedést, völgyet, ami a boltozatot alkotó keményebb kőzet alatti kevésbé ellenálló, puhább fekvő tárja fel. Ebben az esetben a Balatonfelvidéki Homokkő alól a Lovasi Agyagpala bukkan a felszínre.

Brachiantiklinális kiemelkedés

A Káli-medence szerkezetére igen jellemzőek a közel kör alakú felszíni met-szettel jellemzett lapos kiemelkedések, amelyeknek középpontja felé haladva egyre i-dősebb kőzetek bukkannak a felszínre (lásd Szerkezetföldtani felépítés c. fejezet).

Rétegborda — hogback

A rétegborda, vagy hogback a kuesztától csak dőlésének mértékében különböző szerkezetmorfológiai formaelem. COQUE (1977) szerint a kueszta lepusztulás során kipreparálódó szerkezetmorfológiai forma, olyan konkordánsan települő, kis dőlésű üledékes rétegsorban, amiben két puhább, könnyen pusztuló öszlet közrefog egy ke-mény, ellenálló képződményt. BUTZER (1986), illetve LÓCZY D. (in BUTZER 1986) minden, a kuesztánál meredekebb dőlésű ($>10-20^\circ$), közel szimmetrikus kueszta-se-rű formát rétegbordának (hogback) tekint. PEULVAST, VANNEY (2001) három formát különböztet meg a dőlés alapján. Ennek a sornak a középső tagja a rétegborda, vagy hogback, aminek dőlése $15-70^\circ$ lehet. A Veszprémi Márga Formáció vastag márga-sorozatát kettéosztó Nosztori Mészke denudáció során kipreparálódott $15-30^\circ$ dőlésű rétegféjékből és réteglapfelszínből álló kibúvásait CSILLAG (1991) írta le rétegborda-ként. Ez a rétegtani egység Köveskál és Balatonhenye között ugyancsak rétegborda-ként preparálódott ki a márgaösszletből.

Vulkáni formák maradványai***Vulkáni kürtő maradványa — diatréma******Lávató/kráterkitöltés maradvány******Stromboli típusú salakvulkán maradványa******Erősen lepusztult, bizonytalan genetikájú vulkanitfelszín******Piroklasztár maradvány***

Érintetlenül megőrződött elsődleges vulkáni formákról természetesen nem lehet szó a Balaton-felvidék — szűkebb értelemben a Káli-medence — esetében, tekintet-be véve a vulkanizmus lezajlásának idejét (kb. 2,7–8,0 M év). Számos, roncsaiban jól felismerhető maradvány azonban található a vizsgált területen. Ezek egy része erősen lepusztult maradvány-forma (salakkúp), másik része geomorfológiai inverzióval létre-jött kiemelkedés, kipreparálódott forma (lávató/kráterkitöltés-maradvány, diatréma-roncs, piroklasztár). Számos terület természetesen az erősen átalakult felszínek közé tartozik (lásd Káli-medence és környékének geomorfológiai szintjei c. fejezet).

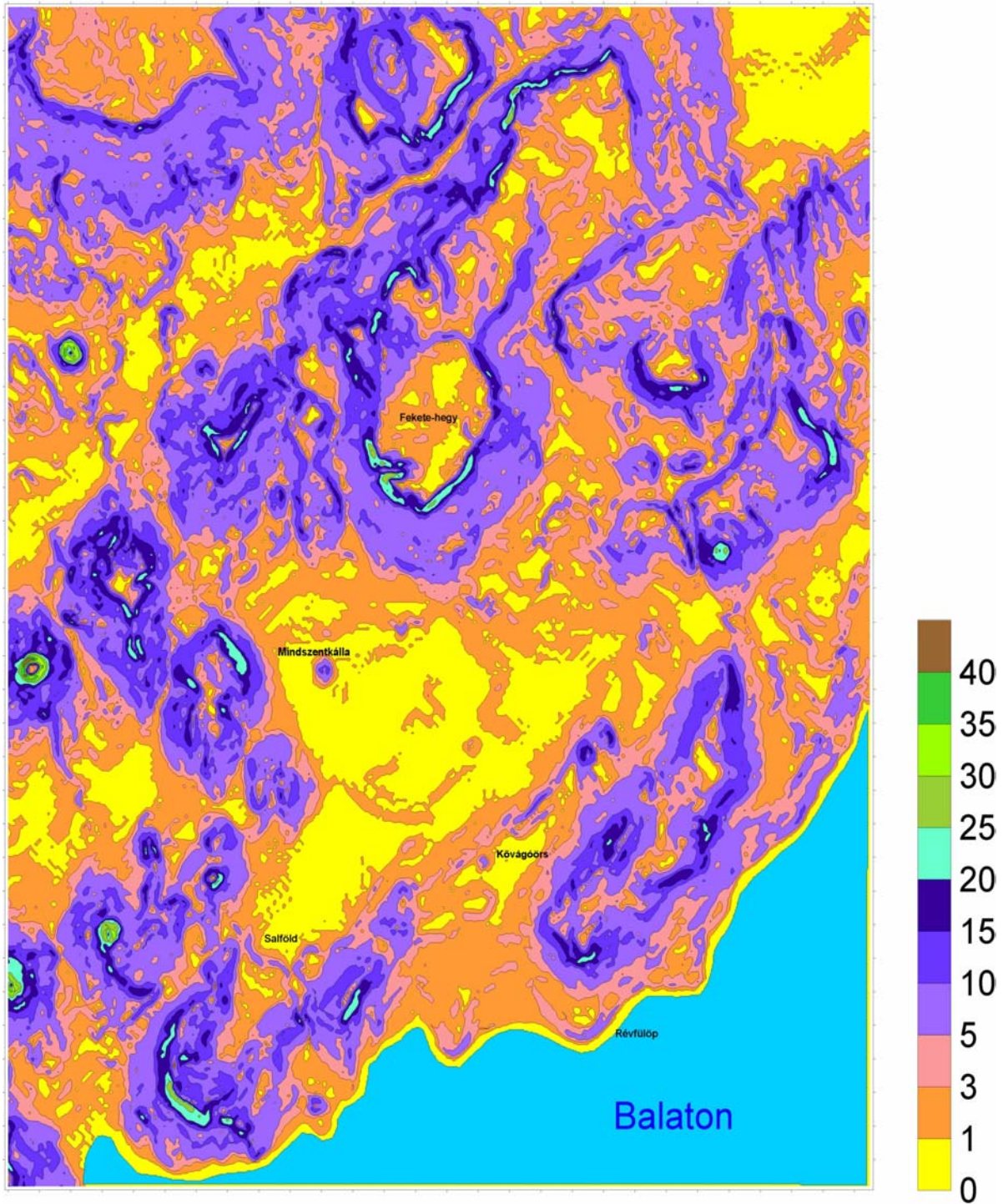
Lejtők

Instabil lejtők, a lejtők stabilitását befolyásoló tényezők

Törmelékmozgásos lejtő

Fosszilis csuszamlás omlás

Talajerózió veszélyes lejtő



12. ábra. A Káli-medence és környékének lejtőkategória térképe, (a lejtés fokban megadva)

A DTM-50, illetve az ebből származtatott 10 m-es gridekből készített lejtőkategória térképek jelentősen megkönnyítik a korábban igen sok munkaidőt lekötő lejtőkategória-térképek szerkesztését. A Burnót-patak vízgyűjtőjének geomorfológiai térképén a 0–5°, 5–15° és 15–35° csoportosítást készítette el a térképsorozat szerkesztőjének kérésére a MÁFI Térinformatikai Osztálya. Dolgozatomban egy ennél részletesebb bontású lejtőkategória beosztást is elkészítettem (12. ábra). Az ez utóbbi térképen alkalmazott részletes bontás megkönnyíti a sík térszínek kijelölését, akár fejlődéstörténeti, genetikai értelmezés, akár az alkalmazott célú felhasználás számára. A sík területeket a 3° dőlésnél lehet viszonylag jól elhatárolni, ami általában megfelel a szubjektív módon meghúzott ún. homorú lejtőmegtörés vonalának is. A hegylábi területeket az 5–10° dőlés jellemzi, míg a lejtők és meredek lejtők dőlése 10–30°, de meg kell jegyezni, hogy a 20°-nál meredekebb lejtőket már sziklafalak jellemzik, a 25–30°-os kategória az előforduló maximális lejtést jelenti. Ezeket a 20°-nál meredekebb lejtésű területeket soroltam a törmelékmozgásos lejtő kategóriába. A talajerózió veszélye a hegylábi, 5–15° lejtésű, szőlőművelés alatt álló területekre jellemző. A csuszamlásos területeket a Káli-medence és környékének geomorfológiai szintjei c. fejezetben ismertetem.

Völgyek és a lineáris erózióhoz kapcsolódó akkumulációs formák

Eróziós völgy

Vízmosás, bevágódó völgyszakasz

Szurdok völgy

Deráziós völgy

Eróziós-deráziós völgy

Hordalékkúp

A Káli-medence egyik geomorfológiai sajátossága az eróziós völgyek ritkasága, amit elsősorban genetikája magyaráz meg. A Burnót-patak, a terület fő vízfolyása is alig kirajzolódó völgyben folyik nagy területen. Felső szakasza (Balatonhenyétől északra) és a medencéből kilépő alsó szakasza azonban tájképileg is igen értékes, mélyen bevágódott, epigenetikus völgyszakasz („kanyon”), amire már CHOLNOKY (1918) is felhívta a figyelmet. Ugyanilyen — bár morfológiájában kevésbé feltűnő — epigenetikus, bevésődött szakaszokat találunk Balatonhenye és Köveskál között, ahol előbb a Nosztori Mészke rétegbordáját vágta át a patak, majd a középső-triász dolomit–mészke összletbe vágta be völgyét a fedő pannóniai képződmények letarolódását követően. Másutt csak a bazalthegyek oldalában találunk nagy eróziós völgyeket, amelyek a vulkáni összlet közel egészét feltárják helyenként (Vaskapu-völgy, Bocs-

korkúti-völgy, a Mindszentkállya fölötti völgy). Az eróziós völgyek hiánya a medencét kitöltő pannóniai üledékek legnagyobb részének teljes kihordódásával magyarázható. A medence mai felszíne egy fiatalon exhumálódott prepannon térszín, amin csak alig bevágódott, kevésbé markáns, fiatal formák alakultak ki. Az eróziós-deráziós és deráziós völgyek a viszonylag enyhe lejtésű lösz és pannóniai laza üledékekből álló medenceperemen, hegylábakon alakultak ki. A hegylábak aljában az eróziós völgyek előtt mindenütt megtalálhatók a torenciális hordalékkúpok. Helyenként a medence alján kialakult mocsaras térszínen a mocsári és torrenciális üledékek vegyesen is előfordulnak.

Deflációs formák

Szélmarásos sziklafelszín

Szélfújta mélyedés

A Káli-medence tájképét meghatározó és fejlődéstörténeti szempontból is legfontosabb deflációs formái a szélfújta homok által polírozott sziklafelszínnek. A szél által kialakított barázdák egyértelműen észak-északnyugati uralkodó szélirányra mutatnak a deflációs periódus során (13. ábra). A felszínnek kora késő-pleisztocén, holocén lehet, hiszen a homokkő felszínre bukkanása feltételezi a fölötte eredetileg települt 200-300 m pannon üledék ezt megelőző elhordódását. A Kővágóörsről délre található kis lefolyástalan mélyedéseket a szél túlmélyítő hatásával magyarázhatjuk.



13. ábra. A Papsapka kovás homokkő felszíne (balra) és a szélcsiszolta felszín (fent, méretarány: 10 Ft-os érme)

Nedvestérszíni formák, felszínek

Tavi-mocsári-lápi üledékek felszíne

A Káli-medence legmélyebb szintjeit kitöltő fiatal mocsári képződmények felszínét soroltam ebbe a csoportba. A mocsaras térszínek kialakulása részben a Burnót-patakhöz, részben a medencefenék karbonátos kőzetein kialakult nyílt karsztlápokhoz

kapcsolódik. A felszínforma természetvédelmi jelentősége igen nagy, mivel ezen a térszínen alakult ki a lisztes kankalin (*Primula farinosa*) élőhelye.

Elegyengetett felszínek

Kitakart többfázisú trópusi tönkfelszínnek maradványa — exhumált etchplain

Kitakart többfázisú karsztosodó tönkfelszínnek maradványa — exhumált, karsztos etchplain

Feldarabolt, kibillent felszínmaradvány

Félig kitakart felszínmaradvány — szemieuxhumált planációs felszínmaradvány

A Káli-medence morfológiai formái közül a medence fejlődéstörténetének rekonstrukciója szempontjából legfontosabbak az egyengetett felszínek maradványai. A neogén — elsősorban felső-pannóniai — üledékösszlet alól egy több fázisú trópusi planációs felszín, etchplain⁶ maradványai bukkannak a felszínre. Bizonytalan genetikájú, különböző magasságba levetett, enyhén kibillent lepusztulási szintek alkotják a medence déli–délnyugati határát jelző felső-perm homokkő vonulat tetőszintjeit (lásd Káli-medence és környékének geomorfológiai szintjei c. fejezet).

Poligenetikus formák

Tereplépcső

Nyereg

Kis kiemelkedés

Meredeken lejtő gerinc, völgyközi hát

Homorú lejtő megtörés

Jól értelmezhető genetikai tartalom nélküli, a domborzat jellegét befolyásoló elemek kerültek ebben a csoportban ábrázolásra. Morfometria szempontjából jól meghatározható formák ezek, amit legjobban a homorú lejtőmegtörésről írottak igazolnak egyértelműen (lásd Lejtők).

Antropogén formák

Működő, ideiglenesen szünetelő bánya

Megszűnt, rekultivált bánya

Feltöltés, meddőhányó

A felsorolt antropogén elemeket a teljesség igénye nélkül, a legjelentősebbeket kiemelve ábrázoltuk a térképen. Az adatbázis 1993-94. évi környezetállapotot mutató térképe ennél pontosabb képet ad a részletes információk iránt érdeklődők számára.

⁶ Trópusi mállás során kialakult, különböző mértékben letakarított egyengetett felszín (THOMAS 1974).

Káli-medence és környékének geomorfológiai szintjei és felszínalakulása

A Káli-medence földrajzi értelemben a Burnót-patak vízgyűjtő területeként definiálható a legpontosabban (*1. ábra*). Geomorfológiája, felszínformálódása azonban elszakíthatatlan tágabb környezetétől, ezért kialakulásának ismertetése, egyes folyamatok, formák leírása során feltétlenül utalni kell erre a környezetre is.

A Balaton-felvidék és a Káli-medence geomorfológiai vizsgálatától számos új eredmény várható, hiszen a korábbi feldolgozások (GYÖRFFY 1957, PÉCSI 1969, JUHÁSZ 1988, 1992), illetve a monografikus összefoglalás (ÁDÁM et al. szerk. 1986, 1988) nem értékelhették a Bakony és a Balaton-felvidék részletes földtani térképezésének hatalmas adatmennyiségét, nem használhatták fel az időközben megjelent 1:50 000-es méretarányú földtani térképeket (CSÁSZÁR et al. 1985, GYALOG, CSÁSZÁR 1990, BUDAI et al. 1999), valamint a napjainkban kialakított egységes fúrási adatbázist. A geomorfológiai feldolgozás első lépéseként a Káli-medence és környéke geomorfológiai szintjeinek értelmezésére tesz kísérletet e munka. A tárgyalt terület és tágabb környékének földtani adatait ebből a szempontból vizsgálva a korábbi, a Magyar Középhegység egészére vonatkozó, általános érvényű felszínformálódási kép (PÉCSI 1988, 1998) helyett egy, a konkrét területre vonatkozó geomorfológiai fejlődéstörténetet kísérlek meg bemutatni.

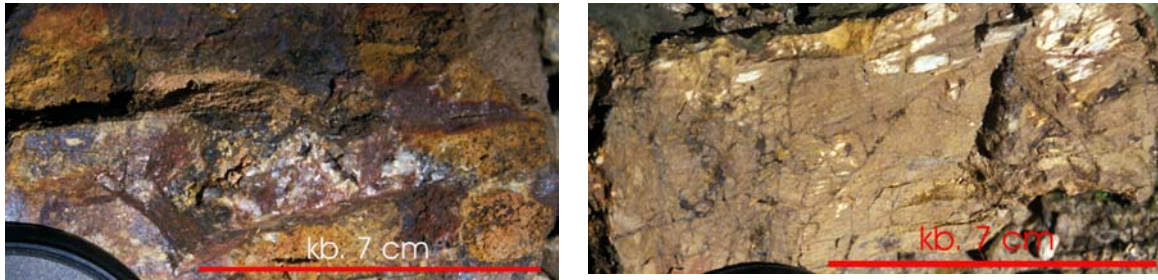
Pre/infra-késő-perm felszín

A hercíniai hegységképződést követő lepusztulási periódus során került a felszínre a Lovasi Agyagpala anchimetamorf összlete a perm időszak első felében (MAJOROS 1983, FÜLÖP 1990).

A Káli-medencében számos fúrás (pl. Badacsonyörs, Bö-12, -14, Kővágóörs, Kö-1, -2, Salföld, S-3, Zánka, Z-3) harántolta az agyagpala sorozat felső, 10–40 m vastag tarka, oxidált, mállott szakaszát. A fedett, eltemetett felszín jelenlegi ismereteink alapján csak Kővágóörstől K-re és a Tóti-hegy DK-i tövében bukkan a felszínre, szemioxhumált helyzetben. A feltárásokban a vastag málladéktakaró törmeléke tanulmányozható. Ezek a törmelékdarabok pedogén hatásokra utalnak, cementált vasas és kovás kötőanyagú kéregk maradványai lehetnek (*14. ábra*).

A fedőben a Balatonfelvidéki Homokkő bázisképződményei települnek, a Paloznaki Fanglomerátum, illetve a Badacsonyörsi Konglomerátum. Mindkét tagozatban előfordulnak gipszes, hematitos, dolomitos konkréciók (MAJOROS 1983, FÜLÖP 1990).

A málladékösszletről alig van információ, vastagsága (10–40 m) és a fúrásleírások alapján rekonstruálható fáciese, eluviális jellege trópusi mállási folyamatokra utal. A felszínre bukkanó — legfelső? — szakasz pedogén kérgéi azonban, hasonlóan a közvetlen fedő kongrécioihoz, már inkább szemiárid klímára utalnak. Ugyancsak erre mutat a fanglomerátum jelenléte, amit szemiárid fosszilis lejtőtörmeléknek, illetve alluviális hordalék-kúpoknak tekintettek már korábban is (MAJOROS 1983, FÜLÖP 1990).



14. ábra. Az agyagpala mállott felszínének törmeléke

A permotriász sorozat diszkordancia-szintjei

A 3500-4000 méter vastag permotriász üledékösszleten belül jelentős eróziós diszkordancia a Dunántúli-középhegység rétegsoraiban — ellentétben a Déli-Alpokkal (pl. Richthofen-konglomerátum, stb.) — nem mutatható ki.

Kisebb eróziós diszkordanciafelület a perm/triász határon, a Káli-medence területén (KOLOSZÁR 1988), pedogén hatások, caliche a középső-triász karbonátos rámpán (BUDAI 1999a), vörösgyagos talajok a középső-karni (juli) karbonátplatformon (BUDAI, CSILLAG 1998, CSILLAG 1999a) mutathatók ki.

A késő-karni (tuvali) idején valószínűsíthető egy, a fentieknél jelentősebb üledékhiány a Balaton-felvidék területén, aminek nyomai az itt vizsgált terület ÉK-i sarkában a felszínen is megtalálhatók. A Sándorhegyi Formáció lerakódását kisebb kiemelkedés majd vízszintesítés követte, aminek során a rétegsor felső szakasza helyenként lepusztulhatott, amire a fedő Földolomit Formáció bázisrétegeiben található tűzkő- és karbonátklasztok is utalnak. Paleokarszt kialakulására mutató nyomok szintén előfordulnak ebben a szintben (CSILLAG 1991, BUDAI, HAAS 1997, BUDAI, CSILLAG 1998, CSILLAG 1999a, NAGY ZS. R. 1999).

Kréta–középső-eocén szerkezetalakulás és lepusztulás

A Balaton-felvidék üledékképződési folyamatai az aptiig azonosnak tekinthetők a Bakony egészével. Az apti, apti/albai eoalpi kompresszív mozgások során kialakult a ba-

konyi szinklinális, aminek a Balaton-felvidék — és ezzel együtt a Káli-medence területe — a DK-i szárnyát alkotja. A Litéri-feltolódás (DUDKO 1999), a Kékkúti-vető (CSILLAG et al. 1994a,b) 100 méteres nagyságrendű vertikális elmozdulásai ezekhez a mozgásokhoz kapcsolódnak. Ugyancsak ehhez az eseménysorhoz kötődnek a Balaton-felvidék nagyjából ÉK–DNY-i tengelyű antiklinális és szinklinális szerkezetei. A Káli-medencében ilyen pl. a Küszöb orra–Bálint-hegy antiklinálisja, a Kornyi-tó környéki szinklinális. Jelenlegi ismereteink szerint ugyancsak az eoalpi kompresszió alakította ki a Káli-medencére jellemző, néhány 100 méter átmérőjű brachiantiklinális boltozatokat (pl. Kereki-dűlő: CSILLAG et al. 1994a,b, Tódi-kút, Mihályné dombja: KOLOSZÁR 1988).

Az ezt követő, közel 30 millió éves, a kora-kréta végétől a késő-krétáig terjedő időszak volt az első, a mai térszín kialakulása szempontjából jelentős periódus, két etchplain képződésével (KAISER 1997). Ezek üledékei a Bakony területén ismertek. Az első lepusztulási szakasz az albaira esik, ennek üledékei közé sorolható az Alsóperei Bauxit. A turonkora-szenon, második lepusztulási szakasz (Halimbai Bauxit, Nagytárkányi Bauxit, Cseh-bányai Formáció) végére az eoalpi mozgások okozta vertikális különbségek kiegyenlítődtek, a kialakult etchplain karsztos, kréta bauxitokkal fedett felszínét sok helyen már a felső-triász formációk alkotják.

BUDAI et al. 1999b szerint a szenon késői szakaszában (campani–maastrichti) a Bakony egyéb területeihez hasonlóan a Balaton-felvidéket is előntötte egy jelentős transzgresszió (Polányi Mária).

A paleocén–kora-eocén–középső-eocén eleje volt KAISER (1997) szerint az utolsó trópusi tönkösödési időszak a Bakony területén (3. etchplain). A Bakonyban a denudáció jelentős területen ismét feltárta a triász felszínét, erős karsztosodás zajlott le, mélyedéseit a középső-eocén Gánti Bauxit tölti ki. A meginduló transzgresszió maximális kiterjedése során (Padragi Mária) a késő-eocénben — a Polányi Márgához hasonlóan — a tenger feltehetően előntötte a Balaton-felvidék területét is (BUDAI et al. 1999b).

A kréta–paleogén felszínalakulás vonatkozásában MINDSZENTY et al. (2001) a bauxit feküjének karsztosodása, valamint a heteropikus zátonyfáciesek (Környei Mészke, Zirci Mészke, Ugodi Mészke) részletes vizsgálata alapján megállapították, hogy a bauxitlepek létrejötté, illetve az ezeket hordozó elegyengetett felszín kialakulása egy — az albai-kora-eocén — során folyamatosan eltolódó flexurális, előtéri kiemelkedés (forebulge) létrejöttének az eredménye. Halimba–Ajka–Úrkút környékén a három bauxitszinttel jellemez-

hető etchplaineek egymásra szuperponálódtak, míg másutt külön-külön felszínek alakultak ki. A tönkfelszínek ezek szerint nem egymás fölött, azonos felszíni elterjedésben alakultak ki, hanem „helyüket változtatva”, változó területtel és helyszínen formálódtak ki. A szenon tönkfelszín 90-100 méteres paleokarsztformái, az Ugodi Mészke korai cementje egy kiemelt, viszonylag tagolt kora-szenon domborzatot igazolnak.

Ezen a modellen belül a Balaton-felvidékre, illetve szűkebben, a Káli-medencére vonatkozatható adatok jelenleg nem állnak rendelkezésre. MINDSZENTY et al. (2001) fejlődéstörténeti modelljéből azonban két fontos következtetést kell levonni a Dunántúli-középhegység egészének geomorfológiai vizsgálata során.

1. A korábbi, BULLA (1958, 1962) munkássága óta fennálló elképzeléssel szemben a hegység területének egésze — egy időben — csak a kora-eocén–középső-eocén eleji periódusban tönkösödött, a kréta tönkfelületek jelentősen kisebb területen alakultak csak ki (lásd MINDSZENTY et al. 2001 1. ábra). Egységes, középhegységi etchplain kialakulásáról tehát csak a harmadidőszak elején lehet szó. Így az egységes kréta trópusi tönkök hiányában a késő-mezozoos lepusztulás mértéke sokkal kisebb és területenként erősen változó kellett legyen.
2. A tagolt szenon domborzat hiánya a mai felszínen a krétát követő erős denudációra, a szenon etchplain lepusztulására mutat. Ez egyrészt a BULLA (1958) által képviselt állásponthoz közeli elképzelés helyességét igazolhatja, amely szerint a trópusi tönkösödés a harmadidőszak későbbi szakaszában, a neogénben is folyt. Másrészt, függetlenül a harmad–negyedidőszaki lepusztulási folyamatok genetikájától, azok hatására az exhumálódott kréta–kora-harmadidőszaki tönkök vagy teljesen lepusztultak, vagy olyan mértékben átformálódtak, hogy ezeket már nem tekinthetjük trópusi tönkök maradványainak.

A Bakonytól eltérően a Balaton-felvidéken — és így a Káli-medencében — a kréta–eocén lepusztulási periódusok felszínmaradványai üledékekkel nem igazolhatók.

Oligocén–középső-miocén felszínformálódás

A Balaton-felvidék felszínének kialakulása szempontjából meghatározó időszakról van szó. A Balaton-felvidék egészét korábbi szerzők a különböző üledékgyűjtőket elválasztó „Pelsoi-hát”, „balaton–velencei-tavi paleogén hátság” részének tekintik (JASKÓ 1984, KORPÁS 1981). Jelenlegi ismereteink alapján a vízvásztó értelemben használt hátság kifejezést meg kell kérdőjelezzük, hiszen a „hátság” DK-i határa egy — ebben az idő-

szakban aktív — nagyszerkezeti vonal, amelynek a túlsó oldalán ma található üledékgyűjtő nem ugyanebben a helyzetben volt az oligocénben. Geomorfológiai szintként inkább a Csatkai Kavics származási területe (ami feltehetően a mai Szlovénia területén keresendő) és üledékgyűjtője közötti hegylábi övként értelmezhető ebben az időszakban a Balaton-felvidék.

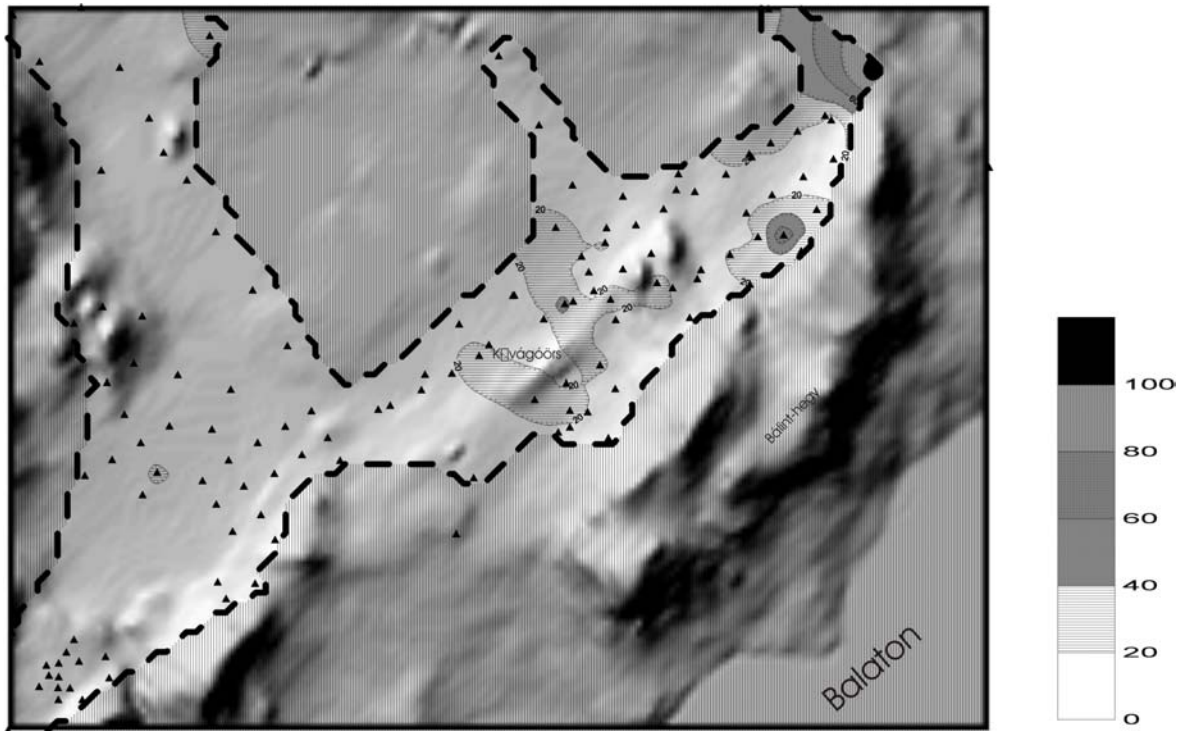
A Balaton-felvidéken a középső-miocén (bádeni–szarmata) formációk mindenütt a permotriász sorozat erősen lepusztult, helyenként jelentősen karsztosodott felszínére települnek. A kréta–eocén tönkösödés nyomai (bauxit telepek, kréta–eocén képződményekkel kitöltött karsztos formák) ugyanúgy hiányoznak, mint a szenon és késő-eocén transzgresszió üledékei.

A késő-eocén transzgressziót követő újabb denudációs szakasz során első lépésben, legkésőbb a bádeni elejére, ismét exhumálódott a paleocén–kora-eocén trópusi tönk. A kréta–eocén felszín formáinak, teresztrikus képződményeinek teljes hiánya alapján arra lehet következtetni, hogy ez a felszín erősen átformálódott ezt követően. Ezt a jelentős, újabb felszínformálódási eseményt a több területen is kimutatható — de a Káli-medence területén hiányzó — 100 métert is meghaladó mélységű, miocén üledékekkel kitöltött karsztos formák igazolják (CSILLAG, NÁDOR 1997, BENCE et al. 1999b).

A neoalpi mozgások hatására a bádeniben megindult a korábbi, többé-kevésbé egyseges felszín feldarabolódása is. Jelentős horizontális mozgások zajlottak le, amelyekhez vertikális elmozdulások is kapcsolódtak. Ennek eredményeként a szárazulati területek jelentősen átformálódtak ebben az időszakban, ugyanakkor a bádeni tengeri üledékekkel elborított területek alatt elfedett helyzetben lévő elegyengetett felszínek — „kriptotönkök” — esetleg, részben megőrizhették a kréta–eocén etchplainelek formáit (pl. Tapolcai-medence).

A Káli-medence területén a felső-pannóniai összlet fekéjében általában 5-10 m vastag — a medence DK-i peremén a Küszöb orra–Bálint-hegy–Pál-hegy vonulat ÉNy-i tövében keskeny, árokszerű mélyedésben max. 105 méter vastagságot is elérő — kaolinites agyag, vörösayag sorozat települ (15. ábra). A mélyedés területén a Kővágóörs Kö-59 fúrás miocén (eggenburgi–alsó-pannóniai) nannoplankton flórája (BENCE et al. 1999b) tengeri fáciest is jelez. A nagy kaolinit-tartalmú agyag a bádeni trópusi–szubtrópusi mállási folyamatok eredménye, arról azonban jelenlegi ismereteink alapján nem foglalhatunk állást, hogy ez in situ keletkezett, vagy áthalmazott anyagról van-e szó. Ezek a képződmények a

Cserszegtomaji Formációba illetve a Vöröstói Formációba tartoznak (BENCE et al. 1999b). A kaolinit tömeges megjelenése, a bakonyi tájegység több területére jellemző intenzív karsztosodás, valamint számos ősmaradvány-együttes meleg-nedves klímára utal a tágabb környezetben a kora-miocéntól a középső-bádeniig (SCHOLZ 1970, NAGYMAROSI 1980, NAGY E. 1992, SCHWARTZ 1997, BENCE et al. 1999b).

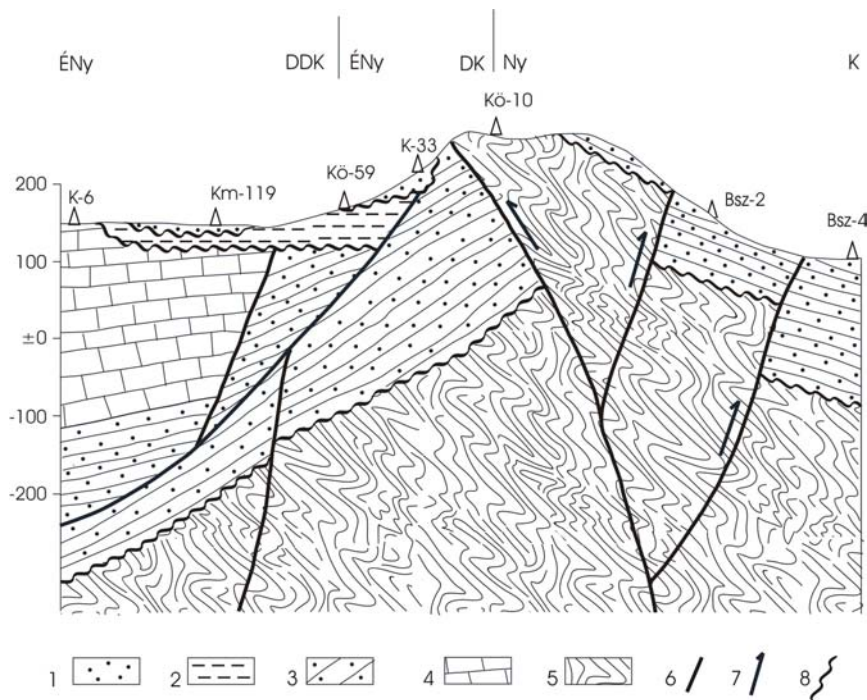


15. ábra. A miocén kaolinites agyag elterjedése Kővágóörs környékén 20 métert meghaladó vastagságának izovonalaival (▲: fúrás, 0, 20, 40 ...: vastagság méterben, CSILLAG in press.)

A miocén szerkezeti mozgások jelölték ki a Káli-medence környezetében a bádeni és szarmata tengeri üledékképződés határát. Feltehetően a Balaton északi partjának merev, sakktabla jellegű lefutása is ezt a miocén szerkezetet jelzi. Ugyancsak a miocén mozgásokhoz — feltehetően egy transzpressziós szerkezethez — köthető a Kűszöb orra–Bálint-hegy–Pál-hegy blokkjának erőteljes kiemelkedése (16. ábra) is, bár nem zárható ki a folyamat posztpannóniai kora sem (lásd később).

A bádeni végére egy új, a lokális erózióbázisokhoz igazodó miocén poligenetikus felszín jött létre, aminek kialakulásában a trópusi–szubtrópusi mállás is jelentős szerepet játszott. Az oligocén, elsősorban pedimentációs és eróziós denudáció (KAISER 1997) a permotriász fedőjének lehordásában játszott szerepet, az így exhumálódott trópusi tönkök átfarmálódása már a meleg-nedves kora-középső-miocénre tehető. Genetikai értelemben te-

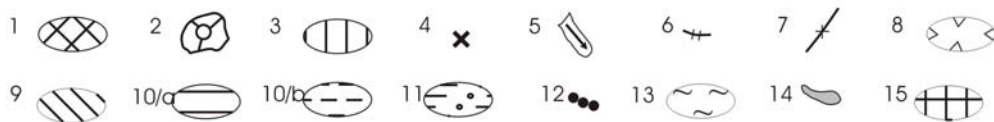
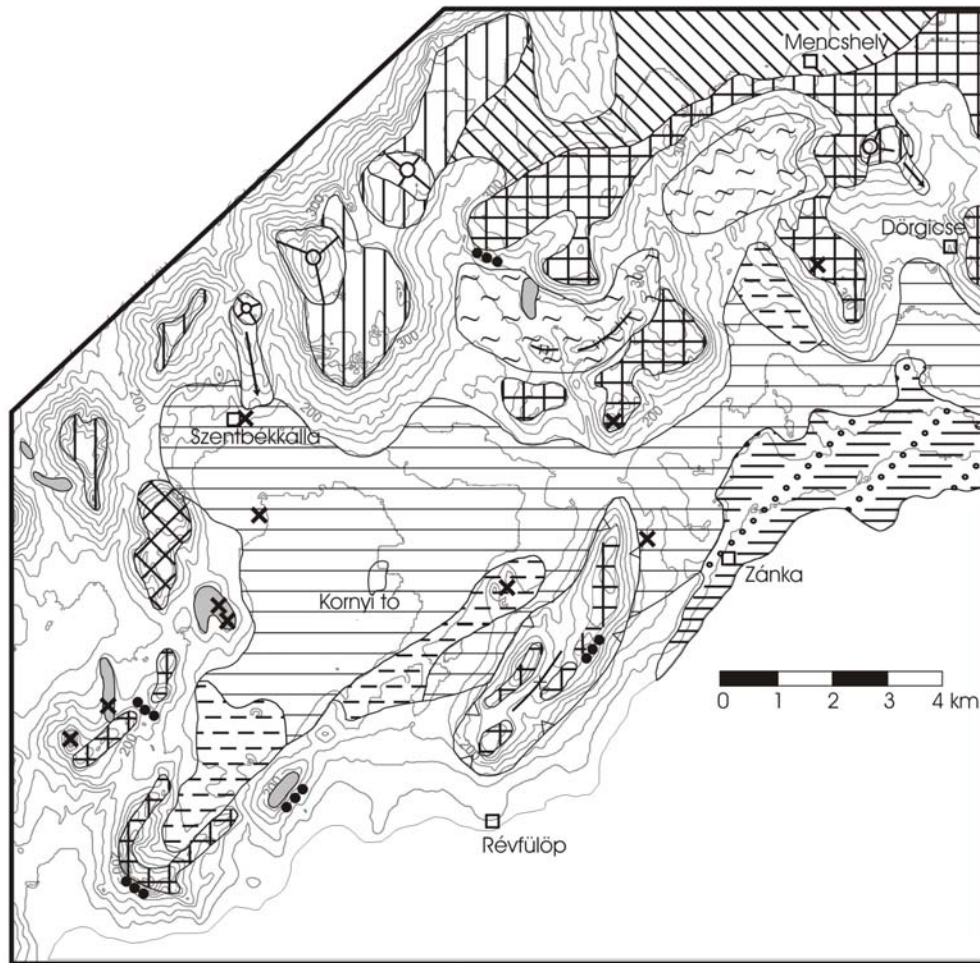
hát etchplainról van szó, ami azonban kiterjedésében, fennállásának időtartamában nem felel meg teljes mértékben a klasszikus, sensu stricto etchplain fogalomnak.



16. ábra. A Bálint-hegy szelvénye. Jelmagyarázat: 1 Kállai Kavics, 2 Csersegtomaji Kaolin, 3 alsó-triász, 4 Balatonfelvidéki Homokkő, 5 Lovasi Agyagpala, 6 vető, 7 feltolódás, 8 diszkordancia felszín, Δ : fűrés (CSILLAG in press.)

Késő-miocén (szarmata–pannóniai) felszínformálódás

A bádeni tengeri üledékek Ny–DK-i félkörben veszik körül a Káli-medencét, a Tapolcai-medencétől Zánka–Balatonakali környékéig (BENCE, BUDAI 1987). A szarmata tengeri üledékek kis mértékben túlterjednek a bádenin Zánka–Balatonakali környékén, ahol a 145-150 m között enyhén kirajzolódó abrúziós peremnél (durva abrúziós kavicsal) húzható meg a bádeni–szarmata mészkő elterjedésének határa (17. ábra). A Káli-medencétől É–ÉNy-ra, az Eger-patak völgyében több km távolságra túlterjed a bádeni képződményeken a szarmata csökkentsósvízi–édesvízi üledékegyüttes, ami arra mutat, hogy a szarmata idején a Káli-medence területe és környéke ÉK–DNy-i irányban elnyúlt félszigetet alkotott. A gyengén tagolt, fedett–szemiexhumált elegyengetett felszínű félszigeten a szarmatára jellemző pedimentációs folyamatok (SCHWEITZER 1993) jelentős felszínformálódást nem eredményeztek. A pedimentációt igazoló száraz nyarú, mediterrán, szemi-arid vonásokat mutató klímára a Dunántúli-középhegység más területein — a korábbi adatok mellett (ANDREÁNSZKY 1955, NAGY E. 1992) — néhány újabban átértékelt fűrészi rétegsor (pl. Vértesacska B-5, B-6) és a szarmata Tinnyei Mészkő szedimentációs és diagenetikus jellemzői is utalnak (PALOTÁS 1995).



17. ábra. A Káli-medence és környékének geomorfológiai vázlatja (CSILLAG in press.). Jelmagyarázat: Pliocén vulkáni formák: 1 vulkáni szerkezet általában, 2 salakvulkán maradvány, 3 kráterkitöltés, lávató maradvány, 4 diatréma maradvány, 5 vulkanittal kitöltött paleovölgy maradvány; Szerkezetmorfológiai elemek: 6 rétegborda – hogback, 7 antiklinális völgy – combe, 8 morfotektonikai vonal (miocén transzpresszió?); Felszínmaradványok: 9 felső-pannonnal fedett miocén felszín, 10 felső-pannon alól exhumált (a) és szemieuxhumált (b) miocén felszín, 11 bádeni–szarmata mészkővel fedett felszín, 12 abráziós part nyoma, 13 posztpannon denudációs medence, 14 hegyláb felszín maradvány – glaci, 15 poligenetikus, szétdarabolt részben kibillent) mio–pliocén felszínmaradvány.

A szarmata végén a szárazulat területe jelentősen megnőtt a Káli-medence környezetében, valamint alapvetően megváltozott az üledékképződés jellege is. A partközeli, sekélytengeri karbonát-felhalmozódás (Tinnyi Mészkő) megszűnt, sziliciklaszt és márga (Zámori Kavics, Száki Agyagmárga, stb.) összetételű üledék rakódott le a kora-pannóniai során a Káli-medence környezetében, vagyis a Tapolcai-medence területén és az Eger-pa-

tak völgyében. Az alsó-pannóniai bázisán települő Zámori Kavics a bakonyi területről érkező folyóvizek deltájának tekinthető. A döntő mértékben a bakonyi Csatkai Kavicsból származó kvarc, kvarcit összetételű kavicsanyag és az elterjedés sem utal arra, hogy Balaton-felvidéki, káli lehordási területről is történt volna anyagszállítás. A fedőjében települő Száki Agyagmárga szublitorális, nyugodt, medence jellegű környezetben rakódott le. A durva üledékek hiánya a környező szárazulat enyhe denudációjára utal, hiszen a partvonal csak néhány kilométerre lehetett a lerakódási területtől. Mindezek alapján arra lehet következtetni, hogy a kora-pannóniai során jelentős lepusztulás nem történt sem a Káli-medence területén, sem közvetlen környezetének szárazulati térszínein.

A kora-pannóniai denudáció KAISER (1997) szerint a Dunántúli-középhegység területén pedimentációs és részben eróziós jellegű volt.

A Káli-medence területén ebben az időszakban a miocén agyag részbeni denudációja történt meg, valamint feltehetően ekkor alakult ki a mai morfológiai kép egyik legjellemzőbb szerkezetmorfológiai eleme, a Kűszöb orra és a Bálint-hegy vonulatai között, a Nyálas-tótól nyugat felé jól kirajzolódó antiklinális-völgy. A völgyet határoló két hegysoron kifelé dőlő perm homokkő között a belső lejtőkön több helyen felszínre bukkan a fekü Lovasi Agyagpala mállott anyaga (16. ábra, 17. ábra). A völgyben mindenütt (és helyenként a hegyvonulat peremén is több helyen) jól kerekített, helyi — Balatonfelvidéki Homokkő — anyagú, abrázios kavics található a felszínen (18. ábra). Az abrázios kavics (Diási Formáció) felső-pannóniai korára csak a közeli területek analógiája alapján következtethetünk. A szarmata-bádeni abrázios kavicsszinthez (kb. 120–150 m tszf. Balatonszepezd–Balatonakali környezetében) képest egyértelműen magasabb térszíni helyzetében más korú, hasonló fáciesű képződmény azonban a Balaton-felvidéken nem ismert. Elfogadva a kavics késő-pannóniai korát, nyilvánvaló, hogy a fekü felszíne a kavics lerakódását megelőzően kellett kialakuljon, így adódik az antiklinális völgy kialakulásának szarmata–kora-pannóniai kora.

A Keszthelyi-hegység kis területű, legfeljebb néhány km²-es medencéiben, a mélyen benyúló völgyekben lerakódott csökkent sósvízi, édesvízi fáciesű felső-pannóniai Tihanyi és Nagyvázsonyi Formáció, a hegység külső, meredek lejtőin mindenütt előforduló abrázios jellegű kavicsok ugyancsak egy részben máig megőrződött, a késő-pannóniai előtt kialakult morfológiára utalnak (CSILLAG, NÁDOR 1997, BENCE et al. 1999a). Ezt erősíti meg a Káli-medence környékén, elsősorban attól keletre, az ún. Balatoni Riviéra morfológiája. A lapos, enyhén emelkedő felszín ugyanis erős megtöréssel, meredek lejtővel emel-

kedik fel a Balaton-felvidéknek a Veszprém–Nagyvázsonyi-fennsíkhöz kapcsolódó tetőszintjére. Ezen a meredek lejtőn nem csak a már említett Kűszöb orra környezetében, hanem több más területen is (pl. Balatonfüred, Csopak környéke) megtalálhatók ma is az abráziós kavicsok. Ilyen abráziós kavics a Káli-medencében Balatonhenyén, a Csurgó-kút fölötti meredek lejtőn települ a triász felszínére.

A felső-pannóniai elöntés során a jelentősen megnőtt területű üledékgyűjtő határai ehhez a domborzathoz igazodtak.

A Káli-medence területe a Bakony felől lefutó vízfolyások által a Dunántúli-középhegység peremén felhalmozott delta része volt, ahol annak parti áramlásokkal szétterített anyaga rakódott le (Kállai Formáció). A Káli-medence területén a Kállai Formáció anyaga partközeli, hullámbázis körüli vízmélységben rakódott le (a kövágóörsi feltárások kivételével), ahol a gyöngykavicsok ennél sekélyebb vizet, illetve magát a partot jelzik (BABINSZKI et al. 2003). Ugyancsak a felső-pannóniai idején már létező domborzatra mutat Kővágóörs környékén az Örsi-hegytől a Bálint-hegyig húzódó hegység, amelyen kb. 160 és 290 m közötti magasságban található meg az abráziós kavics, illetve az Örsi-hegyen néhány kis méretű abráziós üreg (18. ábra). A legjobban kerekített kavicsok a dél felé néző lejtőkön fordulnak elő. Ezen a területen a Kállai Formáció is hiányzik, a Somlói Formáció finomabb szemcsés homokja települ Diási Kavicsra. Ez megfelel a Balaton-felvidékre jellemző települési helyzetnek. Feltételezhető tehát, hogy a Káli-medence ebben az időszakban észak — tehát a bakonyi lehordási terület, valamint nyugat — a Tapolcai-medence nagy kiterjedésű deltája — felé nyitott volt, de dél felé egy szigetsor választotta el a nyílt víztől (2. ábra, 17. ábra). Ebben az esetben a különböző magasságban található abráziós kavicsok a vízszint emelkedését, a fokozatos feltöltődést jelzik.

A másik, nem teljesen kizárható magyarázat, hogy a mai morfológiai helyzetet a posztpannóniai mozgások alakították ki. Ezek nagyságrendjére a Keszthelyi-hegység mutat példát, ahol a Kállai Kavics kovás tömbjei a Bányafő-tetőn 430 m körüli magasságban található meg (CSILLAG, NÁDOR 1997), ugyanakkor a hegy tövében mélyült Várt–1 fúrásban 55 m tszf. magasságban települ a Kállai Kavics a szarmata mészkőre.

A Kővágóörs és a balatonrendesi kőbánya közötti erdőben több helyen megfigyelhető, hogy a lapos, alig néhány fokos lejtésű, gyakorlatilag szálban álló perm homokkőből álló felszínen az abráziós kavicsok kb. 160 m tszf-ig követhetőek (18. ábra). Az e fölötti lapos felszínen néhány méter széles sávban gyakoriak a lyukacsos, kimart felületű, homok-

kő anyagú durva blokkok (18. ábra). Ez esetleg egy fosszilis part maradványa lehet, ahol a hullámveréses zóna fölött alakultak ki a mart felületek. Az Örsi-hegy sziklafalának tetején található üregek feltehetően szintén az egykori sziklás partot jelző abrúziós formák.



18. ábra. A felső-pannon abrúzió nyomai: a Balatonfelvidéki Homokkőre települő saját anyagú durva kavics Kővágóörstől DNy-ra, kb. 160 m tszf-en, b-c kimart felszínű durva, helybenmaradt törmelék a Balatonfelvidéki Homokkő felszínén Kővágóörstől DNy-ra, kb. 160-165 m tszf-en, d-e abrúziós üregek a Balatonfelvidéki Homokkő meredek sziklafalán az Örsi-hegyen kb. 270 m tszf-en, f nagy méretű abrúziós kavics a combe belsejében, a Nyálas-tó mellett

A vízszint emelkedésével a delta képződése nem tudott lépést tartani, a fedőben már a Káli-medencében is a Somlói Formáció települ. A Somlói Formációban Diszeltől délre 1,5 m vastag agyagmárga közbetelepülés található, aminek jellege, fáciése azonos a Száki Agyagmárgáéval. Ez a medence (helyi?) kimélyülésére, esetleg további transzgresszióra utal. Külön érdekessége ennek a rétegnek, hogy terepbejárásaink során ebből került elő a Balaton-felvidékről jelenleg ismert egyetlen Szöci Mészke törmelék. A durva, több, mint 10 cm-es mészkődarab bizonyítja,

hogy ebben az időben vagy meg volt még az eocén Tapolca–Sáska–Taliándörög környékén a felszínen, vagy pedig a Tapolcai-medence–Káli-medence üledékgyűjtőjének lehordási területe felnyúlt észak felé az eocén mai, Taliándörög–Szóc–Nyirád környéki előfordulási területéig.

A Somlói Formáció fedőjében települő Nagyvázsonyi Mész-kő édesvízi összlete zárja a pannóniai üledékképződést a Káli-medence területén is. Ez az elöntés a legmagasabb tetők kivételével az egész Káli-medencét — a környező területekhez hasonlóan — elborította. Ebből következően a Káli-medence és környéke területén a késő-pannóniai peditmentációs és eróziós folyamatoknak csak jelentéktelen, a mai tetősziintekre korlátozódó felszínformáló hatása lehetett.

MAGYAR et al. (1999) szerint kb. 8 millió éve lezárult a Pannon-tó üledékképződése a Balaton-felvidék déli peremén, ezt követően megindult az egész középhegységi területen a szárazulati felszínformálódás, ami napjainkig tart.

Késő-miocén (posztpannóniai)–pliocén–negyedidőszaki felszínformálódás

A késő-pannóniai üledékképződési periódus lezárulását követően meginduló lepusztulási folyamatok a Balaton-felvidék nagy részén és a Káli-medencében is, elsősorban a neogén, legnagyobb részben felső-pannóniai üledékösszlet lehordásában játszottak-játsszanak jelentős szerepet. A felszín alakulását tehát a prepannóniai felszín exhumálódása, és nem annak jelentős átformálódása határozza meg.

A Balaton-felvidéki pliocén bazaltvulkanizmus lehetőséget nyújt a lepusztulási folyamat két szakaszra osztására. Az első a prevulkáni periódus, a második a posztvulkáni szakasz. Ez pontos időhatárt a terület egészére nem adhat, mivel a vulkanizmus maga is több millió éven keresztül folyt, azonban a vulkáni képződményekkel fedett denudációs felszínek alapján megbecsülhető a vulkáni működést megelőző és az azt követő lepusztulás mértéke (NÉMETH et al. 2001, 2003, in press).

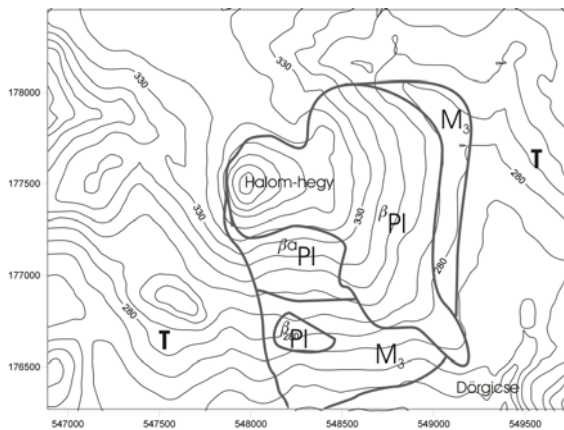
„Prevulkáni” lepusztulási időszak

BALOGH Kadosa et al. (1986) abszolút kormeghatározásai szerint a tihanyi területtől és néhány kis vulkáni roncsától eltekintve (Barnag, Kőhegy; Mencshely, Ragonya; Zánka, Hegyestű), a Balaton-felvidéki alkáli bazaltos vulkáni működés 5,1–2,7⁷ millió év

⁷ Az itt megadott, valamint alább következő korok maximális korok, a K-Ar vizsgálatok jellegéből következően a bazaltközetek esetében. Jelenleg még nem áll rendelkezésre pontosabb kort adó Ar-Ar vizsgálati eredmény.

között zajlott le. A vulkáni területek vulkanológiai és geomorfológiai értékelése számos, a lepusztulási folyamatok megértéséhez segítő információt szolgáltatott.

CSILLAG (1991), BUDAI, CSILLAG (1998) szerint a mentshelyi Halom-hegyen a felső-pannóniai összlet lepusztult felszínére kb. 290 és 340 m közötti magasságban települő vulkáni sorozatból egy 290 m-től kb. 260 m-ig ereszkedő, 500-600 m hosszú, kb. 150 m széles lávanyelv nyúlik dél felé (17. ábra, 19. ábra). Ennek a bazalttestnek a különleges alakja a pannóniai üledékekbe bevágódott völgyet kitöltő lávafolyás által kialakított morfológiai inverzióval magyarázható. A Halom-hegyről közölt 3,25 és 3,45 millió éves koradatok (BALOGH Kadosa et al. 1986) arra utalnak, hogy a pliocén közepére lapos, széles völgy vágódott be a triász alaphegységet a környéken 340-350 m tszf-ig befedő, laza, konszolidálatlan felső-pannóniai összletbe. A halom-hegyi lávafolyás 260 m körüli mélypontja a völgy esetében 80-90 m vastagságú — elsősorban neogén — összlet erózióját igazolja.



19. ábra. A Halom-hegy környékének földtani vázlatja. Jelmagyarázat: T triász képződmények; M₃ felső-miocén (felső-pannóniai rétegek); βPl pliocén bazalt; βaPl kaolinitesen mállott pliocén bazalt

A Káli-medence területén Szentbékállá mellett találunk pliocén völgyhálózat létére utaló jeleket (17. ábra). A község északi végében, az egykori szabadtéri színpadon és ennek közelében a felső-pannóniai üledékekbe bevágódott, észak–déli irányú völgyben dél felé mozgó vulkanoklaszt ár (NÉMETH, MARTIN 1999, NÉMETH, CSILLAG 1999) kiválóan feltárt rétegsorát tanulmányozhatjuk. A vulkáni rétegek és a fekvő pannóniai képződmények kontaktusa 185-190 m körül ismert jelenleg. A közeli Fekete-hegy és Hajagos lejtőin a vulkanitok alatt kb. 300 méter magasságig követhető felső-pannóniai rétegsor felszínéhez képest tehát a völgy talpa kb. 110 méterrel van alacsonyabb helyzetben. A két említett vulkáni roncs kora 3,95-4,08 millió év, illetve 2,92-4,62 millió év (BALOGH Kadosa et al. 1986), ami azt jelzi, hogy e vulkáni felépítmények is már egy hosszú lepusztulási periódust követően települtek a felső-pannóniai képződmények lenyesett felszínére. Ennek ellenére azonban a hegyeket felépítő vulkanitok fekvésében a fiatalabb felső-pannóniai formációk (Somlói, Nagyvázsonyi) rétegei fordulnak elő, az idősebb Kállai Kavicsot csak a morfológiai inverzióval kirajzolódó völgy bevágódása tárta fel. Fontos adat azonban a hajagosi bazaltbánya legalsó bazaltszintjének (kb. 300

m tszf.) peperites szerkezete, a tumulik megjelenése, ami nedves környezetre utal (NÉMETH, CSILLAG 1999, MARTIN, NÉMETH 2000). Ennek alapján a Hajagos esetében feltételezhető, hogy a vulkáni felépítmény a magasabb, lenyesett térszínen a völgyek bevágódása előtt jött létre, a völgyek csak ezt követően keletkeztek, hiszen valószínűtlen, hogy az uralkodóan homok összetételű rétegsorban a völgytalpak felett több tíz méterrel nedves térszín, felszínhez közeli talajvízszint alakuljon ki.

A Szentbékállától északra fekvő Füzes-tó körüli, máig megőrződött salakvulkáni kráter egy kb. 260 m magasságban található szintre települ a Fekete-hegy Ny-i oldalában, ahhoz olyan közel, hogy helyzete csak a Fekete-hegy vulkáni szerkezetének, tefragyűrűjének részleges lepusztulásával magyarázható. A salakkúp feltételezhetően a szentbékállai vulkanoklaszt ár forrása volt (NÉMETH, MARTIN 1999), az egykori ár anyaga és morfológiája innen követhető dél felé kb. 1,5 km hosszan. Ehhez a 260 méteres szinthez képest a szentbékállai völgybevágódás a kb. 175-180 méteres feküszintig 80-85 m értéket ad.

A vulkáni működés egyes folyamatai É–D-i irányú zónákhoz kötődnek. A kékkúti Haraszt-hegy kürtő-fáciesű képződményei (NÉMETH et al. in press) észak–déli irányú hasadékhöz kötődnek (BENCE et al. 1990). Geofizikai mérések ugyancsak ezt az irányítottságot igazolták a szentantalfai Balázs-tető kis bazalt-előfordulása esetében (BUDAI, CSILLAG 1998). A domborzatban erősen kirajzolódó, keskeny, észak–déli csapású gerincet felépítő bazaltvulkáni képződmény alkotja a mindszentkállai Köves-hegyet is.

Összefoglalva a Káli-medence és környékének prevulkáni lepusztulási folyamatait, két szakasz különböztethető meg.

1. Az üledékképződés befejeződését követően kialakult lapos, alig tagolt térszínen a messinai szemiarid klíma ellenére a pedimentációs folyamatok nem okoztak jelentős lepusztítást az enyhe domborzat miatt. A 4-5 Ma közötti vulkáni felépítmények egy kb. 300 m tszf-en kialakult heglábfelszínre települtek.
2. E vulkáni formák részleges lepusztulását követően, egy kb. 260-290 méteres térszínről indult meg azon völgyek kialakulása, amelyeket később a láva- és vulkanoklaszt árok töltöttek ki.

A pliocén elejére jellemző meleg-nedves klíma alapján eróziós periódus feltételezhető (KAISER 1997). E modell enyhén ellentmondásban áll a Káli-medencében tapasztalattal, ugyanis itt 4 Ma körül még nem történt jelentős lepusztulás, völgybevágódás (lásd

Hajagos), a völgyekhez köthető jelenségek a 3,3 Ma körül folyó halom-hegyi vulkanizmusnál mutathatók ki. Sajnos a Füzés-tó kráteréből nincs koradatunk, de a 4,6 Ma legidősebb koradattal bíró Fekete-hegy tövében már egy újabb pedimentációs szintről kiinduló völgybevágódásra lehet következtetni, ami ennek a völgynek is a kora-pliocénnél fiatalabb korára utal.

Feltételezhetően a prevulkáni időszakhoz kell sorolni a Káli-medence és környékének enyhe kibillenését. A jelenleg folyó vizsgálataink arra mutatnak, hogy a Tapolcai-medence pannóniai fekvése enyhén ($1-1,5^\circ$) kibillent helyzetben van jelenleg, amit a Káli-medence morfológia elemzése során is kimutattunk (JORDÁN et al. 2003). A bazaltvulkáni felszínen ezt a kibillenést eddig nem mutatták ki, ennek alapján a kibillenést prevulkáni eseménynek tekinthetjük.

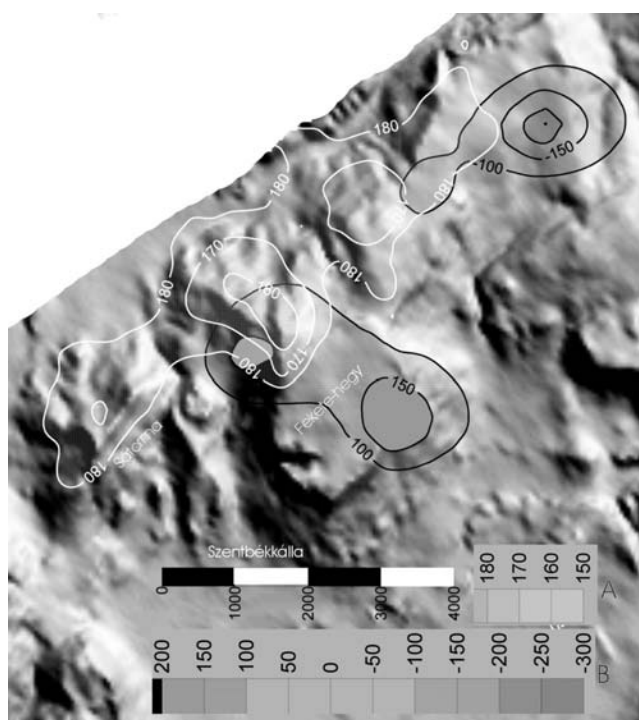
„Posztvulkáni” lepusztulási időszak

A posztvulkáni időszakban jelentős mértékben lepusztultak maguk a vulkáni formák is (1). Ebben az időszakban exhumálódtak a felső-pannóniai üledékek alól a perm–triász képződményeken kialakult elegyengetett felszínek (2). A Káli-medencében, a Tapolcai-medencében, valamint a „Balatoni Riviéra” „gyökerében” (a meredek lejtők tövében) a teljes lehordódásból még kimaradt felső-pannóniai képződményeken glacis-k alakultak ki (3). Több lépcsőben kialakult a mai völgyhálózat, hordalékkúpok halmozódtak fel a völgyek előtt, helyenként több szintben (4). A posztvulkáni periódusban érte el a völgybevágódás azt a szintet, aminek eredményeként kialakulhattak a Veszprémi Marga elterjedésével konkordáns ún. „marga-medencék” (Monoszlói-, Balatoncsicsói -medence, stb.) (5).

1. A Káli-medence környéki alkáli bazalt vulkanizmus elsődleges formáinak csak roncsai őrződtek meg a lepusztulási folyamatok eredményeként. Nagy negatív gravitációs anomáliát okozó freatomagmás működéssel indult meg a legtöbb nagyobb vulkáni felépítmény kialakulása (NÉMETH et al. 1997). Ezek közül a legnagyobb kiterjedésű a Fekete-hegy vulkáni komplexuma. A mágneses és gravitációs anomáliák eloszlása (20. ábra), valamint a piroklasztit üledékek jellege és település viszonyai alapján (MARTIN et al. 2002) több kitörési központ feltételezhető a kb. 15 km²-es területen:

1.1. A déli (Vaskapu-völgy–Bocskorkúti-völgy–Monostori-tó) területen a völgyek feltárják a freatomagmás sorozat anyagát is. Az egykori tufagyűrű teljesen lepusztult, a gyűrű belsejét kitöltő lávatavak, lávafolyások anyaga alkotja a hegy mai peremét. Kőfolyások, suvadások, omlások figyelhetők meg ezeken a lejtőkön (CSILLAG

1999b). Az egykori tufagyűrű belső oldalának közelsége, vagyis az egykori kráterperem nyoma csak a köveskáli Vaskapu-völgyben ismerhető fel. Itt a völgybevágodás egy lávafolyás frontjának kissé kaotikus, gyüredezett szerkezetet mutató maradványát tárja fel (CSILLAG et al. 1998). A fennsíkon gyakoriak a kis medencék, kiemelkedések. Ez utóbbiak felszínét helyben maradt, vagy alig áthalmozott bazalttörmelék fedi. Ezek között rendkívül gyakoriak az elnyújtott formájú hólyagüreges kőzetek, valamint a kissé salakos jellegű, de a stromboli-jellegű lávasalaknál sokkal tömörebb, fekete bazalt-törmelék darabok. A törmelékanyag jellege esetleg egykori lávafolyások maradványára utalhat. A geofizikai térkép a Vaskapu-völgy és a Monostori-tó közötti területen mutat pozitív mágneses anomáliát, ami nagyobb tömegű lávakőzettel kitöltött kráterre utalhat.



20. ábra. A Fekete-hegy mágneses és gravitációs anomáliáinak térképe A gravitáció térkép: mgal (miligal), B földi mágneses térkép nT (nanotesla).

1.2. A Fekete-hegy 330-360 m-es felszínéből közel 90 m-rel emelkedik ki a Boncsos-tető stromboli-típusú salakvulkáni kúpjának maradványa (NÉMETH, CSILLAG 1999, MARTIN et al. 2002). A területre erős negatív gravitációs és pozitív mágneses anomália jellemző. A tető északi lejtőjén feltárt

salakvulkáni rétegek települési helyzete és jellege (35–45°-os, délies dőlés, szemcsevázú, durva blokkokból álló rétegek) kráterbelseji fáciesre utal. A dőlés alapján a mai Boncsos-tető ennek az egykori salakkúpnek a déli részét alkotta csak, az egykori vulkáni kúp északi fele teljesen lepusztult.

1.3. A Gajos-tető (Boncsos-tetőtől északkeletre) fő tömegét az 1.1. alatt leírt fekete, tömött és hólyagos bazalt alkotja. Északkeleti részén azonban egy salakvulkáni gyűrű maradványa is kimutatható a felszínt borító vörös, salakos bazalt málladéka és a helyenként a felszínt sűrűn borító lapilli, durva vulkáni blokkok és a nagyszámú

orsóbomba-töredék alapján. A területre egyértelmű negatív gravitációs anomália jellemző, ami feltehetően rendkívül porózus, robbanásos működéshez kapcsolódó kőzetanyaggal kitöltött kürtő jelenlétével magyarázható.

1.4. A Fekete-hegy vulkáni komplexumának a Gajos-tetőtől északkeletre fekvő területéről (Kettős-tó–Kálomis-tó–Király-kő) viszonylag keveset tudunk. Az északi perem piroklasztit feltárásai, a kapolcsi Kpt–1 fúrás rétegsora és a kimutatott geofizikai anomáliák arra utalnak, hogy legalább egy kitörési központ ezen a területen is volt, amit az újabb vulkanológiai vizsgálatok is megerősítenek (MARTIN et al. 2002).

A Füzes-tó korábban ismertett krátere a legkevésbé lepusztult elsődleges vulkáni forma-maradvány a Káli-medence, de talán az egész Balaton-felvidék területén. A nagy méretű (1 m-t is elérő) és a gyakran peridotit zárvány anyagú bélelt bombák jelenléte feltétlenül az egykori kráter közelségére utal, ami a zárt gyűrűformával együtt a hegy elsődleges vulkáni forma-maradvány jellegét igazolja.

A Káli-medence további vulkáni maradványai közül a Sátorma viszonylag egyszerű, de sajnos kevésbé ismert bazaltvulkán-maradvány. A gravitációs-anomália egyértelműen kimutatható alatta, de piroklasztit előfordulás csak északi tövében ismert. Mai formája több nagy tömegű csuszamlás során alakult ki, nem csak az Eger-völgy felé néző oldalán (CSILLAG 1999b), hanem a Káli-medence felé néző lejtőin is.

A Hajagost uralkodóan lávakőzetek építik fel, vulkanoklasztitot csak északi tövében ismerünk (NÉMETH, CSILLAG 1999). Innen délre egy meredeken kiemelkedő, észak–déli irányban hosszan elnyúló keskeny bazaltgerinc követhető a Köveshegytől a bács-hegyi szőlőkig. Ez esetleg egy észak–déli irányú bazalttelér lehet, de elképzelhető, hogy itt is lávafolyással kitöltött paleovölgy maradványnak geomorfológiai inverziójáról van szó.

A Mindszentkállai Kopasz-hegyet a Fekete-hegyhez hasonló, bonyolult, több kitörési centrumú felépítés jellemzi a piroklasztit, salakos bazalt és lávabazaltok elterjedése alapján, de sem a gravitációs, sem a mágneses térképek nem mutatnak az utóbbiéhoz hasonlítható méretű anomáliákat.

A Káli-medencében és környékén számos, erősen lepusztult kürtőroncs található (NÉMETH et al. in press): a Mindszentkállai Kereki-domb, a kékkúti Harasztos ke-

leti dombja, a kővágórsi Kis-Hegyestű, a zánkai Vár-hegy. Feltehetően idesorolható a káptalantóti Sabar és a köveskáli kis piroklasztit előfordulás is.

2. A Káli-medence jelentős része ebben az időszakban exhumálódott a felső-pannóniai üledékek alól. A folyamat máig sem zárult le, helyenként ma is fedett, szemixhumált helyzetben vannak az idősebb felszínek a Kállai Kavics alatt. Hasonló folyamat játszódott, játszódik le az ún. Balatoni Riviérán is (17. ábra). A Balaton és a Veszprém–Nagyvázsonyi fennsík meredek lejtőjének alja között alig néhány völgy vágódott be az exhumált idős felszínbe (pl. Csorszai-völgy Szentantalfa és Tagyon között).
 3. A legtöbb, viszonylag kis kiterjedésű glacis a vulkáni hegyek alatt megőrződött pannóniai képződményeken alakult ki. A legmagasabb helyzetű posztvulkáni denudációs felszínhez kapcsolódó képződmények maradványai Balatonhenyétől Ny-ra, 280–330 m tszf. között települnek a Fekete-hegy oldalában (GYÖRFFY 1957). A meredek lejtőn több méter vastag forrasmészkö települ 330 m körüli magasságban. Az alatta, 280 méteren lévő kis hegyláblépcső felszínén gyakoriak a laminált édesvízi mészkő törmelékdarabok. A két szint közötti 50 méteres szintkülönbség részben utólagos tömegmozgásokkal is magyarázható, ami a Fekete-hegy környező szakaszain igen gyakori. A legszebb hegylábfelszín-maradványok a Hajagos nyugati lejtőjén, két szintben őrződtek meg. Mindkét szint felszínét durva bazalttörmelék védte meg a lepusztulástól. A felső hegylábfelszín 220 méteren, az alsó — a Kálvária-dombon — 180 méteren található. Megfelelő morfológiai helyzetben a Veszprémi Marga felszínén ugyancsak glacis alakult ki. A Káli-medence keleti határa egy ilyen hegylábfelszínen húzható meg Balatonhenye és Monoszló között a Tói-hegy DNy-i lejtője alatt. Ugyancsak ehhez a pedimentációs–eróziós időszakhoz kapcsolódhat a Káli-medence kötengereinek kialakulása. BENCE et al. (1999b) szerint feltételezhető, hogy a kovásodási folyamat a Párizsi-medence hasonló képződményeivel azonos módon zajlott le. THIRY, BERTRAND-AYRAULT (1988), THIRY, MARÉCHAL (2001) a kovásodás folyamatát a területen folyó völgyképződéshez és a völgytalpak felé lejtő talajvíztükörhöz kapcsolódó geokémiai folyamatokhoz kötik.
 4. A „Balatoni Riviérán” — a Veszprém–Nagyvázsonyi-fennsík peremébe helyenként kanyonyszerűen, mélyen bevágódott völgyek előtt — hordalékkúp-rendszerek alakultak ki az alaphegységi felszínen, helyenként kevés pannóniai üledéket is megőrizve (BUDAI, CSILLAG 1998). Az egyik legjellegzetesebb ilyen völgy a Balatonakalitól északkeletre található Horog-völgy (CSILLAG 1999b).
-

5. A tisztán denudációs eredetű ún. márga-medencék a Veszprémi Márga Formáció több száz méter vastag agyagmárga–márga–mészmárga rétegsorán alakultak ki. A konkordáns morfológia kialakulását meghatározta, hogy a márgaösszlet a lepusztulásnak sokkal jobban ellenálló fekvő (Füredi Mészkö–Megyehegyi Dolomit) és fedő (Sándorhegyi F.–Földolomit F.) közötti helyzetben került a felszínre több kilométer hosszan. A medencéket két részre osztja a márgába települő, 10-20 m vastag Nosztori Mészkö rétegbordája (hogback). Ezekben a medencékben, ellentétben a Káli-medencével, sehol nincs pannóniai üledék, ami önmagában természetesen nem bizonyíték a medencék fiatalabb korára. Azonban az a tény, hogy a részletes földtani felvétel a számos medence egyikében sem mutatott ki felső-pannóniai üledéket — szemben a Rezi-, Káli-medencékkel, az ún. Nagyvázsonyi-lagúnával, stb. — valószínűsíti, hogy a medencék a plioleisztocén folyamán alakultak csak ki.

A Káli-medence kőtengereinek jelenlegi felszíne feltehetően csak a holocénben alakult ki. A kovásodott tömbökön látható egyes mélyedések, üregek gyökérnyomokként értelmezhetők. A talajtakaró lepusztulását követően alakultak ki a tömbök felszínén a szélmarásos formák: sekély szélbarázdák, erősen lecsiszolt, sima, mázas felszínek.

Az eolikus hatásokat követően jelentek meg a sziklafelszíneken az ún. madáritatók, amelyeknek a kialakulása a kőzetfelszín mélyedéseiben összegyűlő csapadékvíz, az akkumulálódó szervesanyagok és egyes zúzmó (és moha) fajok mállasztó hatásával magyarázható, a kimélyülés folyamata ma is tart.

A Káli-medence délnyugati peremét alkotó Örsi-hegy és környékének kis vetőkkel szétdarabolt, lapos tetőkkel jellemezhető szerkezete is feltehetően a posztpannóniai időszakban alakult ki, de pontosabb meghatározáshoz jelenleg semmilyen adattal nem rendelkezünk.

A posztpannóniai intenzív lepusztulási folyamatok eredményeként a Káli-medence és környéke területéről a felső-pannóniai összlet nagyobb része lepusztult. A lepusztulás maximális mértéke a pannóniai formációk ösföldrajzi-, fácies- és vastagságviszonyait figyelembe véve 200-300 méterre becsülhető, noha az eltelt időszak hosszúsága és átlagos lepusztulási ráta alapján potenciális 700-900 méter vastag rétegsor denudációja is feltételezhető lenne (NÉMETH et al. 2001, 2003).

A Káli-medence földtani természetvédelmi térképsorozata

Előzmények

A különböző tudományterületek ismeretanyagának beépítése a társtudományok ismeretanyagába napjainkban egyre nagyobb jelentőséggel bír. Az informatika fejlődése pedig egyre jobb feltételeket biztosít az adatok, információk átvételére, más szakterületen történő felhasználására, interpretálására, levezetett, az adott kutatási program számára szükséges információk kiszűrésére. Ez a folyamat játszódik le a földtudományok területén is. A környezet állapotának, változásainak leírásával, értékelésével elsősorban a tájökológia foglalkozik. A geográfiában viszonylag új területnek számít a geoökológia. Széles körű adatbázisának jelentős részét a földtudományok szolgáltatják.

A tájökológia fogalmát Troll német geográfus használta először 1938-ban (MOLNÁR K. 1979). A fogalom értelmezése a tudományterület egyik máig sem lezárt kérdése. A hazai szakirodalomban MAROSI, SZILÁRD (1963) vezette be a természeti földrajzi tájértékelés fogalmát. Ez alatt egy új „alkalmazott földrajzi disciplina” értendő, ami a „gazdálkodást befolyásoló kedvező, vagy kedvezőtlen természeti adottságokat, mint a táj potenciálját” vizsgálja. Ez, a szerzők szerint a hagyományos tájökológiai és enciklopédikus, leíró táj-kutatási eredmények felhasználásával a társadalmi igények szempontjából értékeli a tájat, anélkül, hogy kitérne a „... rétegtani–kőzettani–szerkezeti, fejlődéstörténeti, geomorfológiai, éghajlati, vízföldrajzi, növényzeti és talajviszonyok részletes tárgyalására ...”.

A hatvanas, hetvenes évek *sensu lato* tájökológiai kutatásai számára az elsődleges „társadalmi igény” az ipari–bányászati és nagyüzemi mezőgazdasági termelés szempontjai jelentették. Hasonlóan a földtan területén végbement átrendeződéshez (amit talán paradigma váltásként is értékelhetünk), a termelésre koncentrált kutatások iránya a környezeti viszonyok, az — elsősorban emberi hatásra — a tájban lejátszódó folyamatok egyensúlyának vizsgálata felé tolódott el. Az ember és táj kapcsolatában nagy súllyal jelent meg a szabadidős tevékenységek és a táj kapcsolatának értékelése, az időközben egyre nagyobb területet elfoglaló, különböző szinten védett területek tájökológiájának vizsgálata. MAROSI (1981) a „környezeti válság” kapcsán hívta fel a figyelmet a *táj* és a *környezet* fogalmának pontos definíción alapuló megkülönböztetésének szükségességére.

Fontos változás volt a biotikus és abiotikus tényezők vizsgálatának elkülönülése — több-kevesebb következetességgel, kutatási irányzattól függően — előbbi a klasszikus tájökológia néven, utóbbi a szakirodalomban később elterjedt geoökológia elnevezés alatt

(MEZŐSI et al. 1993). LESER (1986) szerint a „geoökológia olyan szakterület, amely az ökorendszerkutatáson belül a földtudományi tényeket tárja fel, mennyiségi ábrázolását nyújtja a geoökorendszeren belüli funkcionális kapcsolatoknak”. Szélesebb értelemben használva azonban a kifejezést, a geoökológiai kutatások közé sorolják például a tömegmozgások és az antropogén hatások kapcsolatainak vizsgálatát is (MARSTON et al. 1998). MEZŐSI et al. (1993) szerint a geoökológiai kutatás alapja a geoökológiai térképezés, a kérdés földrajzi szemléletű megközelítését még erősebben hangsúlyozza azzal, hogy természetes alapegységnek a vízgyűjtőt tekinti. A gyakorlati, térképi szemlélet megerősödését jelzi a hangsúly erős eltolódása a terepi mérések felé (MEZŐSI, RAKONCZAI szerk. 1997).

A következő lépés a geoökológiai kutatások területén a digitális térinformatikai rendszerek használatának elterjedése volt. Ez komoly előrelépést jelentett az elméleti, modellezés szintű munkákhoz képest, mivel nagy méretű, több szintű információrendszerek idő- és térbeli kapcsolatainak vizsgálatára nyújt lehetőséget. Itt jön létre az a kapcsolódási pont, ahol lehetőség nyílik a földtani térképezési, szerkezetföldtani, hidrogeológiai adatbázisok összekapcsolására a geoökológiai modellekkel. Dolgozatomban ennek a részterületnek, a konkrét földtani ismeretanyagnak a környezeti értelmezésére teszek kísérletet, a geoökológiai kutatások számára felhasználható földtani adatrendszer létrehozásával.

A földtannak jelenleg sem és a jövőben sem lehet feladata a geoökológiai értékelés. Ugyanakkor a folyamatok vizsgálatának, az ökotópok/geotópok egymásközi és belső összefüggéseinek jobb megértéséhez nélkülözhetetlen a megfelelő szintű és tartalmú geológiai információ. „Megfelelő szinten” érthető például a méretarány, hiszen egy mikro vagy mezo szintű vizsgálathoz nem szerencsés 1:25 000-es méretaránynál kisebb részletességű térképek használata, illetve a tartalom szempontjából a jelenleg általánosan használt, litosztratigráfiai alapú földtani térképek közvetlenül nem nyújtanak ökológiai értékű információt (pl. a Buchensteini Formáció egy földtani térkép jelkulcsi elemeként). A földtan és a geoökológia művelőinek közös feladata annak az interdiszciplináris együttműködésnek a kialakítása, a közös nyelv létrehozása, ami lehetőséget nyújt a földtani információknak az eddigieket meghaladó szintű felhasználására a geoökológiai rendszerben.

Akár a folyamatok felől, akár a területegységek definiálása, elhatárolása felől közelítjük meg a geoökológiai térképek tartalmát, a földtani adatok jelentősége elsőrendű. Sok esetben úgy tűnik a szakirodalomban, hogy a földtani tényezők alapvetően a talajra lettek „lefordítva”, vagyis a talaj litológiai, geokémiai és vízháztartási tulajdonságai jelentik — a morfometriai értékek mellett — az abiotikus szubsztrátumot a geoökológiai feldolgozás fo-

lyamatában. MEZŐSI et al. (1993) elemzésében a természetvédelmi funkció, rekreációs funkció kizárólag a biotikus tényezőkhez kapcsolódik, noha ezek a szempontok a hazai mintaterületeken, esetünkben a Káli-medencében szorosabban kapcsolódnak a földtani (geoökológiai nyelven megfogalmazva abiotikus) tényezőkhez, amit akár a Balaton-felvidék geológiai kirándulásvezetői (TRUNKÓ et al. 2000, BUDAI et al. 2002), akár SZILASSI (1999, 2001) vizsgálatai is egyértelműen igazolnak. GORDON et al. (2001) a skóciai Cairgorms Mt. területét vizsgálva mutat rá az abiotikus tényezők és a rekreációs funkciók kapcsolatára, kiemelve a geomorfológiai diverzitás megőrzésének fontosságát, valamint az eltérő domborzati egységek különböző érzékenységét az antropogén hatásokra. A földhasználat változása és a geo(morfo)lógiai környezet kapcsolatának vizsgálata újra és újra felhívja a figyelmet az emberi tevékenység történelmi mértékű változásának hatására a földtörténeti léptékben változó tájra. Erre példa a Káli-medencében a szőlőműveléshez kapcsolódó utak hatása a vonalas erózió folyamatára (SZILASSI in prep.). MILES et al. (2001) felhívja a figyelmet azonban arra is, hogy a hasonló közvetlen antropogén hatások mellett egyre nagyobb figyelemmel kell vizsgálni a regionális–globális változások helyi hatását is.

A földtan és a geoökológia összekapcsolódása a széles értelemben vett környezet-földtan (beleértve a vízföldtan, agrogeológia, földtani természetvédelem, településgeológia, mérnökgeológia szakterületeit) információinak a táj kutatás területén történő felhasználásával valósulhat meg. A környezetföldtani térképek, adatbázisok információtartalma jellegében gyakran sokkal közelebb áll az ökológia igényeihez, mint a klasszikus földtani szemlélethez. Jelentős részben az általános földtani térképekből levezett információkat használja fel, a különböző térképek, adatbázisok információiból új térképeket, adatbázisokat hoz létre, hasonlóan az ökológiai kutatások szemléletmódjához.

A különböző földtani–geomorfológiai–geofizikai információkból, térképekből levezetett új térképek előállítása messze megelőzte annak az informatikai apparátusnak a megjelenését a geotudományok gyakorlatában, ami ezt napjainkban jól áttekinthető módon megvalósíthatóvá teszi. A különböző térképi információk átfedésének, egymást metsző halmazok közös részeinek térképi ábrázolása, osztályokba sorolása elsősorban a környezet állapotának változása miatt kapott egyre nagyobb szerepet a földtudományok területén.

Az élő és élettelen környezet vizsgálata rövid idő alatt vált a földtudományok szerves részévé. Magyarországon az építésföldtani térképezés részeként jelentek meg az első szintizáló térképek (LÁNG et al. 1969, CSERNY 1985, stb.). Az elsők között ilyen jellegű kutatásokat indító Csehszlovákiában szintén az 1960-as évektől folytak a környezetállapot ér-

tékelését célzó térképezési programok (MATULA 1965, 1969, MATULA, LETKO 1980). A földtan egyik igen jelentős területévé vált ettől kezdve a környezet földtani tényezőit minősítő térképsorozatok készítése, igen változatos méretarányban (MARKER, MCCALL 1989 5., 10. táblázatok).

Nagyjából ezekkel egy időben fordult a francia geomorfológiai kutatás iránya előbb a felszíni képződmények részletes térképezése (Carte des formations superficielles: felszíni képződmények térképe), majd a környezetállapot térképezése felé, elsősorban a normandiai partvidék vizsgálata során. A terület környezetállapotát bemutató térképsorozat egy hagyományos, sok földtani információt tartalmazó geomorfológiai térképből, egy, a felszíni képződményeket részletes bontásban ábrázoló térképből, valamint egy, a környezetet és annak „dinamikáját” bemutató térképből állt (Carte de l'environnement et de sa dynamique). Ez utóbbi térkép két lapon jelent meg. A földhasználat időbeli változásait mutató térkép hagyományosan, papírra nyomtatva, míg a „környezet dinamikáját” mutató lap transzparens fólián, fedvényként mutatja a természetes és antropogén környezeti hatások elterjedését, intenzitását (JOURNAUX ed. 1978). A térképsorozat környezeti lapjai a helyi államigazgatás számára készültek. A kísérlet a különböző térképi információ-szintek egymásra helyezésére nem folytatódott, ami feltehetően a térképek nehezen kezelhetőségével és a különleges alapanyag miatti magas költségekkel magyarázható.

CSEERNY (1985) „Építésalkalmassági körzetbeosztás (rayon) térkép” címen foglalta össze és minősítette a Balaton környéki építésföldtani térképezés eredményeként a terület-hasznosítást — elsősorban a beépíthetőséget — befolyásoló földtani–geomorfológiai tényezőket. A térképszerkesztés nehézségét ebben az esetben is az egymásra épülő több információs szint ábrázolása jelentette.

A földtani természetvédelmi térképezés, térinformatikai adatbázisépítés részben a környezetföldtani térképsorozatok tematikáját kell hogy kövesse, hiszen éppen úgy a környezet földtani állapotának bemutatása, értékelése a feladata, mint a sensu stricto környezetföldtannak. Természetesen a széles környezetföldtani tematikán belül az arányok eltolódnak, hiszen a lakott területekre, beépíthetőségre vonatkozó információk kisebb jelentőséggel bírnak, míg a természeteshez közeli állapotot megőrzött területre vonatkozó adatok sokkal fontosabbá válnak az értékelés során.

A Káli-medence környezetföldtani adatbázisának felépítése

A Káli-medence földtani természetvédelmi adatbázisának elkészítése során első lépésben a területről rendelkezésre álló földtani, geofizikai, topográfiai adatokat gyűjtöttük

össze. Ez az adathalmaz a közelmúltban lezárult földtani térképezési program során keletkezett földtani és geofizikai adatokat tartalmazza. Ezt kiegészítettük a reambulációs jellegű terepbejárásokból, a részleges vulkanológiai felvételből, a hidrogeológiai felvételből és mintázásból, a környezetföldtani állapotfelvételből származó, valamint távérzékelési adatokkal és az időközben hozzáférhetővé vált digitális terepmodell nyújtotta lehetőségekkel.

Az adatbázisban feldolgozott terület és a kiegészítő felvétel nem a Káli-medencei Tájvédelmi Körzet⁸ közigazgatási határához illeszkedett, hanem a Kővágóörs L-33-48A-c jelű térképlapon történt. Így elkészült a Káli-medence jelentős részén kívül a már Tapolcai-medencéhez, valamint az Eger-völgyhöz tartozó területek állapotfelvétele is, ugyanakkor a Káli-medencei Tájvédelmi Körzet egyes részei kimaradtak a felvételből.

Az adatbázis három szintből épül fel (21. ábra). Az első két szint az alapadatokat (a földtani, geofizikai, hidrogeológiai, környezetállapot-felvétel adatait) és az ezekből szerkesztett térképi adatbázist foglalja magába. A harmadik szint tartalmazza az előzőekből digitálisan szerkesztett, ún. levezetett térképeket (összevont földtani térkép, környezetterhelési térkép, stb.).

Az ábrán bemutatott egyszerűsített vázlat eredményközpontú. A felépített térinformatikai rendszer lényeges szintje az a széles körű alapadatrendszer⁹, amely az alábbi elemekből épül fel:

Síkrajz (vízrajz, úthálózat, települések)

Digitális terepmodell

Lejtőkategória térkép

Távérzékelési adatok

- Landsat TM felvétel (1-7. csatorna)
- Spot P felvétel
- Képfeldolgozási eredmények
- Űrlineamensek

Geofizikai adatok

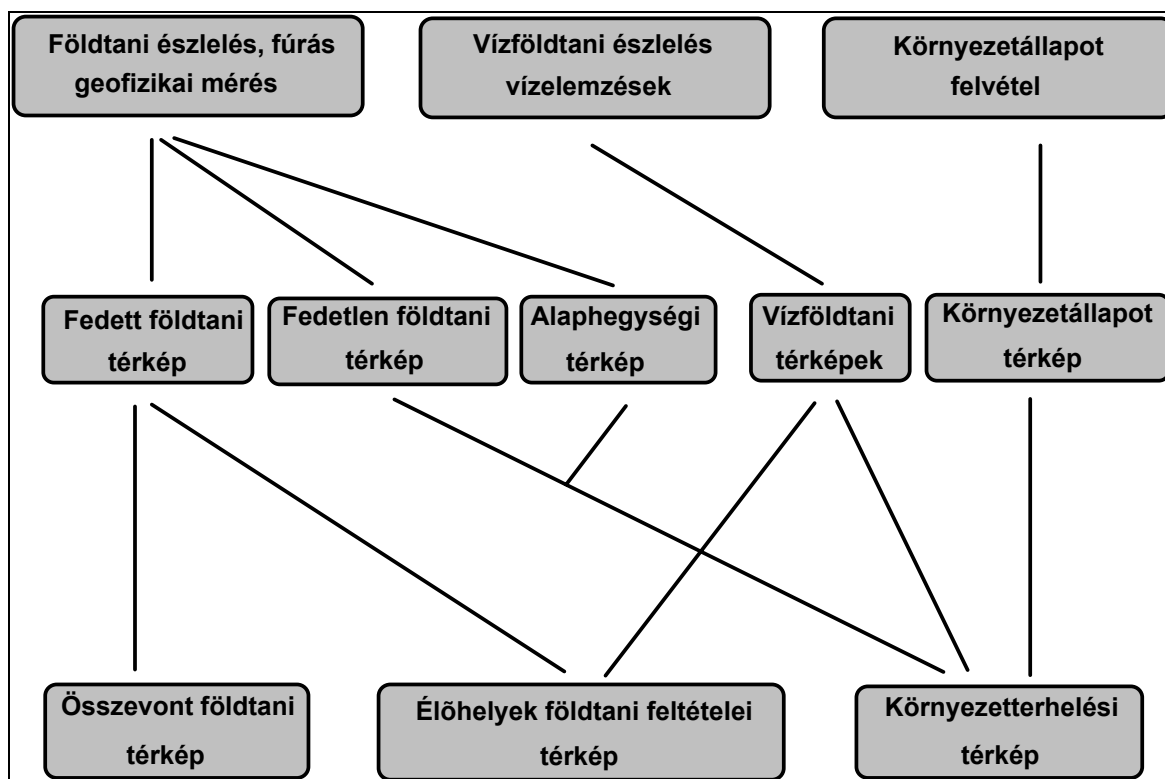
- Gravitációs Bouguer-anomália térkép
- Bouguer-anomália horizontális gradiens térképe
- Gravitációs lineamensek
- Elektromágneses mérések alapadatai, eredményei
- Légi mágneses térkép
- Légi radiometria összintenzitás térkép

⁸ A Balatonfelvidéki Nemzeti Park a munka ezen szakaszának lezárása után alakult meg.

⁹ A térinformatikai feldolgozás informatikai, technikai részleteit nem ismertetem, az a MÁFI Térinformatikai Osztályán és az ELGI Geofizikai Térképezési Osztályán készült.

Földtani adatok

- Formáció leírások
- Feltárások fotóillusztrációja
- Vízföldtani adatok (vízszint, elemzési eredmények)



21. ábra A Káli-medence földtani természetvédelmi módszertani vizsgálatának felépítése (CSILLAG et al. 1998).

Az adatbázis itt bemutatott — 1996. évi — állapotában nem teljes, az alapadatok fent felsorolt része áll rendelkezésre digitális formában. A második szint (térképek) és a harmadik szint (levezetett térképek) azonban teljes egészében digitális formában készült el. Az eddig elkészült eredménytérképek önállóan, az adatbázis háttéré nélkül is felhasználhatóak, kéziratos formában:

1. Fedett földtani térkép (KOLOSZÁR L.; EOFT átszerk.: CSILLAG G. 1994)¹⁰
2. Fedetlen földtani térkép (KOLOSZÁR L., CSILLAG G. 1995)
3. Paleozoos-mezozoos felszín térkép (CSILLAG G., KOLOSZÁR L. 1995)
4. Vízföldtani térkép (GONDÁRNÉ SÖREGI K. 1996)
5. Földtani természetvédelmi állapot térkép (CSILLAG G. 1994)
6. Környezetérzékenységi térkép (CSILLAG G. 1996)
7. Kőzettípus szerint összevont földtani térkép (CSILLAG G. 1996)
8. Élőhelyek földtani feltételei térkép (CSILLAG G. 1996)

A MÁFI és a MOL Rt. együttműködése keretében elkészült a Dunántúli-középhegység teljes területére az egységes fúrási adatbázis (GYALOG et al. 2000). Ennek a Káli-me-

¹⁰ A térképsorozat/adatbázis elkészítését követően jelent meg nyomtatásban a Balaton-felvidék 1:50 000-es földtani térképe (Budai et al. 1999). Ezen a térképen néhány változtatást végeztem, elsősorban a Balaton-felvidék egészének egységes légifotó kiértékelése alapján, a negyedidőszaki képződmények vonatkozásában.

dencére eső részével az adatbázis kiegészíthető igény esetén. A 22. ábra mutatja be a Káli-medence területére eső átértékelt fúrásokat.

Földtan, geofizika

A Káli-medence földtani felépítését figyelembe véve három földtani térképváltozatot használtunk fel a természetvédelmi szempontú kiértékeléshez.

A hazai földtani térképezési hagyományoknak megfelelően elkészült a terület *fedett* és *fedetlen földtani* térképe a térképezés során. Ezeknek csak kisebb módosításait végeztük el, felhasználva a terepbejárások tapasztalatait, a térképezési munkák befejezése után készült 1:10 000 méretarányú színes légifotók és a projekt során mélyített kézfúrások rétegsorainak kiértékelését.

A harmadik földtani térképváltozat az *alaphegységi térkép* (paleozoos–mezozoos felszín térkép). Ez a térképváltozat kifejezetten a földtani természetvédelem számára készült, a környezetterhelési térkép szerkesztéséhez használtuk fel.

A térképezési adatok újraértelmezése és a munkánk során végzett terepbejárások, geofizikai mérések eredményeként igen sok, a természetvédelem számára is fontos új információt nyertünk a Káli-medence földtani felépítéséről. Az egyik legfontosabb eredmény a medence hidrogeológiája szempontjából meghatározó jelentőségű kékkúti ollósvető több vetőből álló zónájának kimutatása (CSILLAG et al. 1994a,b, KISS et al. 1995).

A Káli-medence vulkanológiai vizsgálata a rendelkezésre álló geofizikai adatok felhasználásával a Fekete-hegy vulkáni fejlődéstörténetének új értelmezéséhez nyújtott információkat (NÉMETH 1996, NÉMETH et al. 1997, MARTIN et al. 2002, CSILLAG in press).

A geofizikai munkák alapvetően két csoportba sorolhatók¹¹:

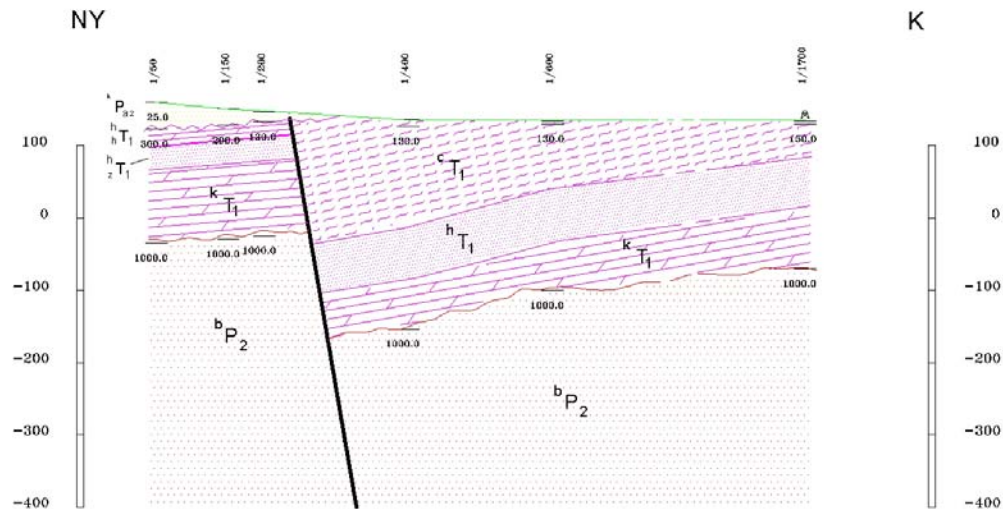
1. Archív adatok összegyűjtése és újrafeldolgozása:

Elsősorban a gravitációs és mágneses adatok újrafeldolgozása eredményezett fontos új ismereteket. A gravitációs lineamensek a terület szerkezeti felépítését mutatják, a bazalttal fedett területek jelentős tömeghiánya jól magyarázható az intenzív freatomagmás vulkanizmussal.

2. Konkrét szerkezetkutató elektromágneses mérések:

A mérések közvetlen bizonyítékot adtak a Theodóra-forrás és a szerkezeti zónák kapcsolatára. A földtani szempontok, valamint az archív geofizikai adatok feldolgozásának eredményei alapján kijelölt szelvények mentén vég-

¹¹ A geofizikai adatok értelmezése a rendelkezésre álló egyéb földtani adatokkal egységben, az ELGI szakembereivel szoros együttműködésben történt.



23. ábra Elektromágneses szondázások alapján szerkesztett földtani szelvény a kékkúti ollósvetőn keresztül. (VÉRTESY 1994 alapján, jelmagyarozat az 1–2. melléklet jelkulcsa, túlmagasítás nélkül.)

Vízföldtan

A vízföldtani méréseket, észleléseket, a vízföldtani térképek szerkesztését Gondárné Sőregi Katalin végezte a földtani térképek, szelvények felhasználásával. Eredményeinek publikációja a Káli-medence földtani természetvédelmi módszertani vizsgálatának bemutatása során megtörtént (CSILLAG et al. 1998).

Földtani természetvédelmi állapot térkép

A földtani állapot térkép a Káli-medence 1993–94. évben végzett terepbejárások során észlelt állapotát tükrözi BENCE G. és CSILLAG G. felvétele alapján (5. melléklet). A térképen a védett területek határát, a vízvázstókat, a lefolyástalan és vizenyős területeket valamint a környezetet veszélyeztető tényezők közül a bányákat és a különböző szennyező forrásokat tüntettük fel, feltüntetve azok észlelt kihatását. Megkülönböztetjük az aktív, szünetelő és feltehetően megszűnt szennyező forrásokat. Külön jelöltük a védett és az általunk védelemre javasolt földtani természeti értékeket, és az ezek bemutatására általunk javasolt tanösvényeket. Megkülönböztetett jelkulcsi elemmel jelöltük a védett, vagy védelemre javasolt természeti értékek veszélyeztetettségének jellegét (pl. bányászati veszélyeztetettség). Bár a bejárásokat nem botanikus és zoológus szakemberek végezték, az észlelt botanikai és zoológiai értékeket, a ritka vagy védett növények előfordulását jelöltük a térképen.

A térkép jelkulcsa kizárólag a vizsgált területen észlelt elemeket tartalmazza. Így természetesen hiányoznak olyan fontos elemek, amelyek másutt ábrázolásra kerültek volna

(pl. föld alatti, föld feletti nagy távvezetékek, légszennyezés kibocsátók, meteorológiai mérőállomások, stb.).

Védelemre javasolt értékek

1. **Sátorma-puszt**a, a Hegyesdre vezető bekötő utak háromszögében lévő, illegálisan művelt kis **homokbánya**. A jól rétegzett, fiatal vetőkkel feldarabolt felső-pannon homokra szigetszerűen elkülönült idős, bazalt anyagú hegylábi durva törmelék települ. A homokfalban nagy számú **gyurgyalag fészek** látható. **Illegális hulladék lerakóhely**.
2. A **Füzes-tó és környéke**, Monostorapátitól D-re hazánk egyik legszebb, szinte teljes épségben megmaradt Stromboli típusú salakkúpja és krátermaradványa (NÉMETH 1996). **Javasoljuk fokozott védettségét, kommunális veszélyeztetettsége miatt**. A környező területek már beépültek és a salakkúp illetve a kráter beépítése tönkretenné ezt a szinte páratlan földtani értéket.
3. A **Hajagosi nagy bazaltbánya** nedves térszínre ömlött lágájának breccsa és gőzrobbanás feltárásai (37. ábra) valamint a felső bányaudvarban feltárt egymásra települő lávaárak (NÉMETH 1996) alapján a bánya **fokozott védelme indokolt**, az esetleges rekultivációs munkák elvégzése előtt konzultálni kell vulkanológus szakemberekkel.
4. A **Köves-hegy** a Hajagos D-i, meredeken kiemelkedő keskeny, meredek lejtőkkel határolt gerince. Az egykori hasadékvulkán kipreparálódott telérjének **periglaciális törmeléklejtője** (7. ábra) érdemes a **fokozott védelemre**, különösen a helybeliek elmondása alapján feltételezett ingókővel együtt.
5. A **szentbékállai szabadtéri színpad** feltárása a földtani természetvédelmi szemlélet szép példája. Itt páratlan egységet sikerült kialakítani az egykori „sebhely”, a bányahelyén. A szabadtéri színpad jelentős kulturális szerepet játszhat, növelve a Káli-medence idegenforgalmi szerepét, ugyanakkor a tökéletesen letisztított egykori bányafal feltárása a Káli-medencei bazalt vulkanizmus, a Fekete-hegy kialakulása szempontjából az egyik legfontosabb feltárás. **Javasoljuk a bányafal fokozott védelmét**. NÉMETH (1996) szerint az alsó, kürtöközeli, hidromagmás explóziós rétegsor különlegességei a magas képződési hőmérsékletre utaló fumarolacsatornák (61. ábra).

6. A Kékkúttól É-ra emelkedő **Harasztos-hegy vulkáni kürtői** közül egyet a terület földtani térképezése során kibontottak (BENCE et al. 1990.). Ennek **alapszelvényé** — és egyben védetté — **nyilvánítását javasoljuk.**
7. A **Kereki-majortól D-re**, egy meliorációs árokban található a Balaton-felvidéki alsó-triász rétegsor egyik legteljesebb feltárása. A **Hidegkúti Formáció Zánkai Homokkő Tagozata**, **Hidegkúti Dolomit Tagozata**, valamint a **Csopaki Marga Formáció** jelentős része látható a feltárásban. **Javasoljuk alapszelvényé nyilvánítását.**
8. A **Kütyü-dombi csarabos** Salföldtől É-ra egyben a **Balatonfelvidéki Homokkő Formáció konglomerátum kifejlődésének** egyik legszebb példája. A szépen kitisztított sziklafeltárás megérdemli az **alapszelvény** szintű feldolgozást és védelmet.
9. **Kisörpuszta mellett** találtuk az egyetlen megjelenését a csarabnak a **Kállai Formáció kvarchomokján.**



24. ábra. A csarab (*Calluna vulgaris*) előfordulása Kisörpuszta mellett, a Kállai Formáció kvarchomokján

10. **Kővágóörsről DNy-ra** számos, természetesen rekultiválódott kis bánya található az erdőben. **Több kis csarab előfordulás** található bányák körüli ritkás erdő részeken. Az előfordulásokat az **illegális hulladéklerakás** veszélyezteti.
11. **Felhagyott dolomitbánya** gödre a Kornyi-tó környéki Aszófői Dolomit terület DNy-i peremén. A gödör alján a nyílt karszt két kis tavacskát alkot, gyakori benne a sárga nőszirm, vidrakeserűfű, a tó É-i partján dolomitgyep, egy apró nőszirm faj szinte gyepalkotó mennyiségben fordul elő. A bányatótól 100-200 m-re D-re egy kis lefolyástalan területen érintetlen, dús gyepet alkot a tömegesen előforduló őszi kikerics, nőszirm, őszi vérfű, stb. A bánya környékén előfordul egy igen agresszíven terjeszkedő gyomnövény, a selyemkóró, amit a Káli-medencében csak itt észleltünk. **A tó ÉK-i sarkában illegális szemétkerakás történt és fekália ürítés nyoma látható.**

12. A **Vaskapu-völgy felső szakasza** a Fekete-hegy D-i peremén hosszú feltárás sorozatban tárja fel a **freatomagmás és a Stromboli típusú kitörések** anyagát, valamint a kialakult tufagyűrű belsejét kitöltő **lávaárak visszatorlódását** (49. ábra) a **gyűrű belső peremén** (NÉMETH 1996). **Javasoljuk alapszelvénné nyilvánítását.**
13. **Kavicsbánya Kővágóörstől ÉK-re**, a Lapos-Hegyes-tú É-i tövében a **Kállai Formáció alapszelvénye** számára talán a legmegfelelőbb feltárás, e mellett a bányában **neotektonikai elemek és vulkáni jelenségek** is megfigyelhetők. **Javasoljuk a bánya egy megfelelő részének védetté nyilvánítását.**

Környezetterhelési térkép

A felszínalatti vizek illetve a víztartó képződmények érzékenységének, környezeti terhelhetőségének vizsgálata a földtan egyik legfontosabb, legösszetettebb feladata. Az itt bemutatott térképpel arra kívánom felhívni a figyelmet, hogy egy rendkívül fontos környezeti tényező vizsgálata során mennyire lényeges a terület részletes földtani ismeretessége. Egy-egy területről rendelkezésre álló földtani térképek térinformatikai feldolgozásával gyors, noha esetleg csak áttekintő, előzetes jellegű információkat kaphat a felhasználó az adott terület környezetérzékenységi viszonyairól. Természetesen ebben az esetben a földtani képződmények (litosztratigráfiai egységek) egymáshoz való helyzete és vízzáró, illetve vízvezető képességük alapján történhet meg a minősítés, ami a felszínről történő szennyeződés-veszélyeztetettséget befolyásolja. MÁDLNÉ SZÖNYI (1998) a Dunántúli-középhegység víztartó rendszereinek (főkarsztvíztároló) sérülékenységét vizsgálva részletes áttekintést nyújtott a kutatások jelenlegi irányairól, beleértve a sérülékenység, érzékenység fogalmi tisztázását is. Ennek alapján egyértelműen megállapítható, hogy egy-egy terület földtani felépítésének ilyen szempontú vizsgálata eredményes lehet, de hasznosíthatóvá csak akkor válhat, ha a levont következtetések beépülnek a területhasznosítás döntési folyamataiba.

A Káli-medence ún. Környezetterhelési térképe (**6. sz. melléklet**) az elkészült földtani térképekből levezetett, digitális úton szerkesztett térképváltozat, amit három alaptérkép digitális kombinációjával állítottunk elő (lásd 21. ábra).

A térképen a fedetlen és a paleozoos-mezozoos felszín térképek alapján a víztartók szennyeződés-érzékenységét vizsgáltuk.

A felszínalatti víz, a víztartó és a felszíni, antropogén környezet kapcsolatának fogalomhasználata máig nem tisztázott, amit MÁDLNÉ SZÖNYI (1998) is jól illusztrál összefog-

laló táblázatával. ALFÖLDI (1994) a sérülékenységet a vízáadó típus sajátosságának tekintette, a sebezhetőséget a vízáadó rendszerre jellemző tulajdonságként definiálta. A sérülékenység egyaránt értékelhető a felszínalatti víz és a víztartó szempontjából. PETTYJOHN et al. (1991) a víztartó sérülékenységét geológiailag meghatározottnak tekintette, míg az érzékenységet már az adott földtani és antropogén környezet együttes értékelése alapján határozta meg. Munkánk során a víztartó földtani helyzetét, ebben az értelemben a víztartó sérülékenységét értékeltük, továbbá figyelembe vettük a potenciális szennyeződés-kibocsátókat is, ilyen értelemben vizsgáltuk a víztartó érzékenységét is. A környezetterhelés kifejezéssel az adott táj, terület földtani felépítésének és az antropogén környezetnek szoros kapcsolatát próbáltuk meg kifejezni.

Az elkészült térkép alapján értékelhető a Káli-medence szempontjából meghatározó fontosságú karsztvizeknek a felszínről bejutó szennyeződésnek kitettsége. A fedő és alaphegységi képződmények jellege alapján készült érzékenységi jelkulcs szükség szerint egyszerűen, pl. három csoportba sorolva színezhető, szükség szerint egy-egy kategória kiemelhető. A kialakított, mátrix alapú jelkulcs (**I. táblázat**) közel áll a Belgium területére készített térképsorozatnál használthoz (GOSSENS, VAN DAMME 1987).

Alaphegységi képződmények	Fedő képződmények				
	Fedő nincs	Karsztos fedő	Rétegvíz tározó	Hasadékvíz tározó	Vízzáró képződmények
Karsztos tározók	erősen érzékeny	erősen érzékeny	erősen érzékeny	erősen érzékeny	közepesen érzékeny
Rétegvíz tározók	erősen érzékeny	erősen érzékeny	erősen érzékeny	közepesen érzékeny	gyengén érzékeny
Hasadékvíz tározók	közepesen érzékeny	erősen érzékeny	közepesen érzékeny	gyengén érzékeny	gyengén érzékeny
Vízzáró képződmények	gyengén érzékeny	erősen érzékeny	közepesen érzékeny	gyengén érzékeny	gyengén érzékeny

I. táblázat. Az alap és fedőhegységi képződmények hidrogeológiai csoportosítása a Környezetterhelési térképen

A térkép elkészítéséhez választott módszer nem veszi figyelembe a karsztvízrendszer képződményeken belüli horizontális áramlását. A Káli-medence esetében azonban a szennyeződés veszélye ebből a szempontból viszonylag kicsi. CSILLAG et al. (1994a,b) kimutatták, hogy a bakonyi főkarszttól a medence nagy részét elválasztja a Litéri-feltolódás és a nagy vastagságú Veszprémi Márga Formáció. A Káli-medence esetében a nem kompresszív jellegű szerkezeteknek (horizontális elmozdulások, vetők) azonban jelentős szerepük van a terület hidrológiájában, mint kiemelkedően jó vízvezető képességű zónáknak. A

perm és triász képződményekben áramló vizek ezek mentén keverednek. A jelentős víz-áramlásra tekintettel a töréses zónák 400 méter széles sávját is a legérzékenyebb kategóriába soroltuk.

A szennyező források, bányák átvétele a Földtani természetvédelmi állapot térképről közvetlenül leolvashatóvá teszi a felszín alatti vizek veszélyeztetettségét egy adott területen.

A térképet elemezve azonnal megállapítható, hogy a terület jelentős részének alaphegységét alkotó triász mészkő, dolomit karsztja szennyeződésre érzékeny területként fokozott figyelmet érdemel. Ezek fölött karsztos fedő csak kis területen található, Diszel és Hegyesd környékén (Tinnyei Mészkő) de a rétegvíz tározó Kállai és Somlói Formáció uralkodóan homok, előbbi esetében gyakran kavicsos képződményei sem csökkentik jelentősen a karszt szennyeződésének veszélyét. A csökkentebb mértékben érzékeny alaphegységi képződmények közé tartozik a felső-perm hasadékvíz tározó homokkő, továbbá a triász márga és vulkanit tartalmú formációk (Csopaki Márga, Buchensteini F. és Veszprémi Márga), valamint a lényegében vízzárónak tekinthető paleozoos fillit (Lovasi Agyagpala). Ahol ezekre a rétegekre a hasadékvíz tározó pannon bazaltvulkáni összlet települ, ott található a szennyeződésre legkevésbé érzékeny területek.

A fekvő és fedő képződmények kombinációi közül a felszín alatti vizek szempontjából legkedvezőbb a hasadékvíz tározó képződményre (perm homokkő) települő agyag (Csersegtomaji Kaolin) Kővágóörs mellett.

A karsztos területeken fekvő hulladéklerakóhelyek, állattartó telepek elsősorban Kőveskál és a Kornyi-tó környékén koncentrálódnak. Ezek itt közvetlenül szennyezik a nyílt karsztot. Mindszentkál, Szentimre-pusztá és Kővágóörs részben a karsztos képződmények miatt érdemel figyelmet, de ennél valószínűleg fontosabb szerepet játszik a szennyeződés terjedése szempontjából a kékkúti ollósvető és a Káli-medencét D felől határoló peremi törés.

A Diszel és Hegyesd környéki szennyezés források a Káli-medencét nem veszélyeztetik, a szennyeződés a Tapolcai-medence felé terjedhet innen.

Összevont földtani térkép (közettípus szerint)

A természetvédelmi térképek alapadatainak tekinthető földtani térképváltozatok szerkesztése során célunk a jelen ismeretesség legrészletesebb térképi ábrázolása volt. A térképi ábrázolhatóság határain belül igyekeztünk a legrészletesebb földtani jelkulcsot ki-

alakítani. Ez teszi lehetővé ugyanis a későbbiekben a képződményeknek a levezetett, alkalmazott térképváltozatok különböző szerkesztési szempontjainak megfelelő csoportosítását anélkül, hogy a földtani térképek újraszervezése szükségessé válna. Mindebből következően igen bonyolult térképi rajzolatú, részletes jelkulcsú földtani térképek készültek, amelyek néhány esetben még a területet és annak rétegsorát kevéssé ismerő geológus kollégák számára is nehezen voltak olvashatóak.

A térképek olvashatósága érdekében az adatbázisban a jelkulcsi elemekhez kapcsoltuk a formációk rövid leírását az EOFT jelkulcs (GYALOG szerk. 1996) alapján. Ez megkönnyíti a térkép értelmezését, hiszen így a kőzetneveket nem tartalmazó formációkról is kaphatunk litológiai információkat.

Ez a megoldás azonban nem csökkentette a térképek túlzott bonyolultságát a nem geológiai célú felhasználás szempontjából. Ezért megkíséreltünk egy, a külső felhasználók számára könnyebben áttekinthető, a képződményeket csoportokba foglaló jelkulcsot kialakítani. Igyekeztünk a fedett földtani térképen ábrázolt képződményeket olyan egységekbe összefogni, amelyek önmagukban is információkat szolgáltatnak a földtani adatokat felhasználó társtudományok (pl. talajtan, botanika) szakemberei számára.

1. SAVANYÚ KŐZETEK:

- 1.1. Szilárd, savanyú üledékes kőzetek
- 1.2. Szilárd, extrém savanyú üledékes kőzetek
- 1.3. Laza, savanyú üledékes kőzetek

2. NEUTRÁLIS KŐZETEK:

- 2.1. Fillit

3. BÁZISOS KŐZETEK:

- 3.1. Bázisos vulkáni kőzetek

4. KARBONÁTOS KŐZETEK:

- 4.1. Mészkö
- 4.2. Dolomit
- 4.3. Löss
- 4.4. Meszes homok, aleurit, márga

5. MOCSÁRI, LÁPI, ÖNTÉS KÉPZŐDMÉNYEK:

- 5.1. Mocsári üledékek, durvatörmelékes mocsári, réti üledékek

6. VEGYES, TÖRMELÉKES ÜLEDÉKEK

- 6.1. Durvatörmelékes üledékek
- 6.2. Finomtörmelékes lejtőüledékek

7. EGYÉB KÉPZŐDMÉNYEK (PL. ANTROPOGÉN ÜLEDÉKEK)

II. táblázat. *Az Összevont földtani térkép jelkulcsa*

A fedett földtani térkép összevont változatán így 12 képződményt tüntettünk fel hat típusba sorolva, az ábrázolt képződmények leginkább jellemző tulajdonsága szerint csoportosítva (**II. táblázat**). Az így kialakított jelkulcs alkalmazásával a térkép könnyen áttekinthető, és a képződményeknek a talajképződés, illetve a növények élőhelye szempontjából fontos földtani jellege közvetlenül leolvashatóvá vált (**7. sz. melléklet**).

A jelkulcs természetesen a Káli-medencére alkalmazva készült. Így az olyan önkényes összevonásokat, mint mocsári, lápi és öntés képződmények csoportja nem tekintjük általánosan alkalmazhatónak, az ilyen összevonásokat az adott terület földtani felépítése határozza meg.

Ugyancsak a Balaton-felvidék földtani felépítésének sajátossága a 3.1. jelű képződmény, ami nemcsak a bazaltvulkáni területeken van jelen, hanem a triász rétegsoron belül is. A Buchensteini Formáció értelmezéséről a triász rétegtannal foglalkozó szakemberek szűk körében is állandó vita folyik. A váltakozóan vulkáni és tengeri karbonát rétegekből felépülő formáció fő jellemzőjének tekinthetjük viszonylag mély vízi, tengeri karbonátos voltát, vagy vulkanikus jellegét. Jelen esetben mi ez utóbbi mellett döntöttünk, ugyanis a vulkanitartalom kiemeli karbonátos környezetéből.

A lösz karbonátos kőzetnek tekintettük (4.3.), de áthalmazott anyaga már nem különíthető el a többi finomtörmelékes lejtőüledéktől, így ebben az esetben az elkülönítő jellemvonásnak már a törmelékességet kellett tekinteni (6.2.).

A fedett földtani térképen is megjelenő, kissé furcsának tűnő durvatörmelékes mocsári képződmények szintén a Káli-medence földtani, geomorfológiai jellegéből adódó képződmények. A Káli-medence alján a nyílt karszt megjelenése miatt a negyedidőszakban gyakori volt valamilyen állóvízi jellegű üledékképződés, ugyanakkor a közeli erősen kiemelt térszínekről állandó volt a torrenciális jellegű üledékszállítás a medence peremi részire.

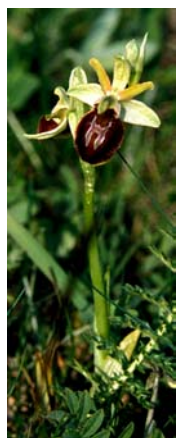
A Káli-medence területén az eróziós modellezés (JORDÁN et al. in prep.) számára elvégeztük az időközben elkészült 1:50 000-es Balaton-felvidéki földtani térkép jelkulcsának hasonló szemléletű összevonását, egyszerűsítését. Ebben az esetben a formációkat jellemző kőzetek uralkodó szemcseösszetétele volt a csoportosítás alapja. Az eredmény lehetővé tette az eróziós modellszámítást azokon a területeken is, amelyekről nem áll rendelkezésre talajtérkép.

Hasonló interpretációs lehetőségekkel a későbbiekben a 3D modellezés és ezen keresztül a hidrogeológiai modellezés számára is alapot biztosít a földtani térkép. Így fontos előrelépés lehet az interdiszciplináris környezeti vizsgálatok számára, hogy a területet legjobban ismerő szakemberek által készített, folyamatosan javított alapadatokból kiindulva mindig az adott kutatási projekt, tudományterület igényeinek megfelelő térképváltozatok állíthatók elő.

Élőhelyek földtani feltételei térkép

Ezt a térképváltozatot kísérleti céllal, bemutató anyagként készítettük el. Folytatása — amennyiben a botanikai, természetvédelmi szakemberek hasznosítani tudják — közös munka kell legyen. Azt szeretnénk illusztrálni vele, milyen felhasználási lehetőségei adódnak a földtani természetvédelmi adatbázisnak.

Az elmúlt években a hazai szakirodalomban megjelent az ökogeológia kifejezés, aminek jelentése többé-kevésbé fedi ennek a térképtípusnak a tartalmát. KERÉK, KUTI (2002), KERÉK (2003) szerint „az ökogeológia egyik feladata, hogy felfedje azokat a földtani környezeti viszonyokat, amelyek hatnak az élőlények előfordulásának téridőmintázatára”, továbbá „az általános indikátorelvet figyelembe véve feltárni a kapcsolatot a földtani



környezet és a terület növényzete között az élőhelytípusokat felhasználva”.

25. ábra. Pókbangó a Sásdi-rét melletti dombon (jobb oldali kép) és csarab a Kékkút melletti Kutyü-dombon

A Káli-medence földtani természetvédelmi térképsorozatában bemutatott két példa a Káli-medence két növényritkaságának földtani életfeltételeit vizsgálja (8. sz. melléklet), teljesítve a fent megfogalmazott

feltételeit az ökogeológia szakterületének, noha a térkép jó néhány évvel a földtan ezen új ágának definiálása előtt született.

A csarab (*Calluna vulgaris*) mészkerülő, atlanti jellegű eleme a magyar flórának (Simon 1992). Előfordulása a Balaton-felvidéken és a Déli-Bakonyban (Uzsa) savanyú talajokhoz kötődik. Két növénytársulásban fordul elő — a kisörsi előfordulástól eltekintve (lásd Földtani természetvédelmi állapot térkép c. fejezet) — a Káli-medence területén. A Balatonfelvidéki Homokkövön kialakult irtásokon, tisztásokon, erdőszéleken kialakult csarabosok és a közephegységi mészkerülő tölgyesek növénytársulásaiban fordul elő. A morfológiai, földtani, talajtani körülmények nem térnek el a növénytársulás kialakulásának ál-

talános feltételeitől (lásd BORHIDI 2003), de a tipikus, 300–600 méter tengerszint feletti magasságnál sokkal alacsonyabban, már 210-220 méteren előfordul a társulás, sőt Kővágó-örstől DNy-ra, az Ecséri-erdőben 150-160 méteren kialakult erdők is feltehetően ebbe a növénytársulásba sorolhatók.

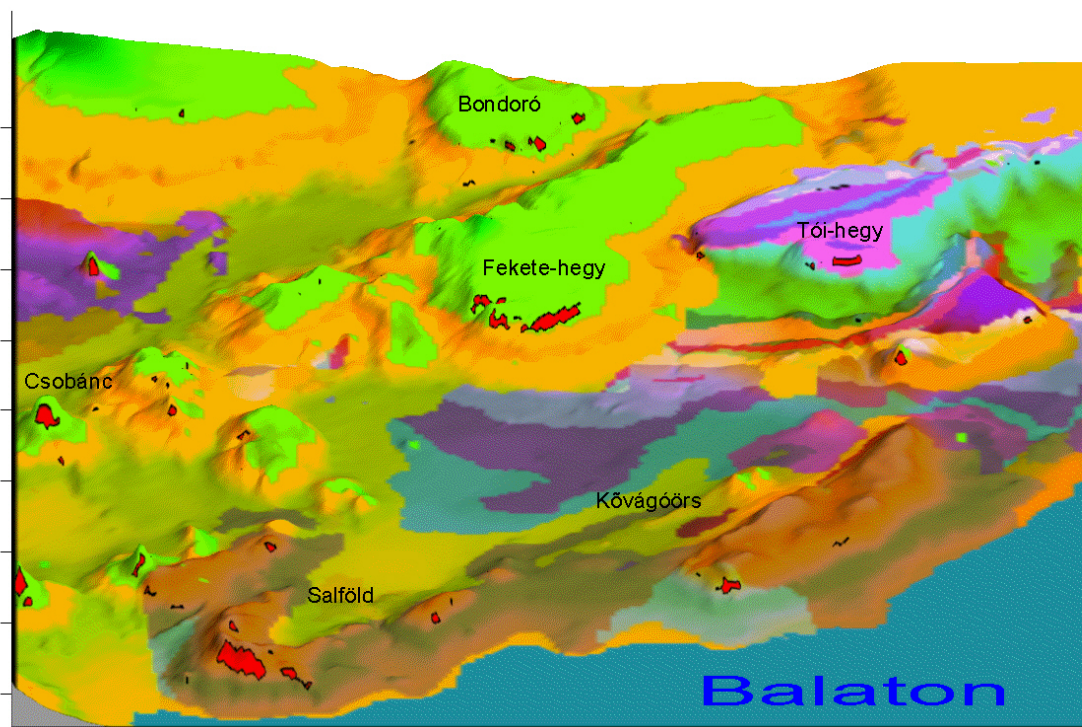


26. ábra. Csarab, moha és zuzmó foltok a perm homokkő felszínén a balatonrendesi kőbánya fölött a Rendesi-hegyen

E növény esetében egyszerű válogatás alapján az összevont földtani térkép savanyú kőzetei jelzik azokat a területeket, ahol a Káli-medence területén a földtani felépítés lehetővé teszi a növény előfordulását. Bár általában a csarab a felső-perm Balatonfelvidéki Homokkővön fordul elő, feltüntettük a hasonló kémizmusú felső-pannoniai Kállai Formáció felszíni előfordulásait is, hiszen a kémizmus jellegében első megközelítésben nincs jelentős különbség a két képződmény között. Megerősíti ezt a feltételezést, hogy Salföld mellett a csarab egy helyen előfordul a Kállai Formáció homokfelszínén is (24. ábra). A perm homokkő elterjedési területén a csarab szinte mindenütt megtalálható a Káli-medence peremterületén, a bányászattal zavart térszíneken ugyanúgy, mint az érintetlen felszíneken. Ez utóbbira jó példa a balatonrendesi kőbánya fölötti tető északi pereme, ahol a tölgyesben a szál kőzet és helyben maradt durva törmelék anyagú felszínen nemcsak nagy csarabos található az erdő törpecserje szintjében, hanem nagy területen különböző zúzmókból és mohákból álló vastag „szőnyeg” fedi a felszínt (26. ábra). Ezek a növénytársulások igen ritkák ma már a perm homokkővön, egyre kisebb területre szorulnak vissza.

Bonyolultabb válogatási feltételeket fogalmaztunk meg a pókbangó (*Ophris sphecodes*) élőhelye földtani feltételeinek megfogalmazásakor. A pókbangó előfordulása a Káli-medence központi területén, a nyílt karszton kialakult különböző lápréti növénytársulások

és a láprétek térszínéből kiemelkedő, uralkodóan dolomitból álló dombok mészkedvelő gyeptársulásainak kontaktusához kapcsolódik. Az itt előforduló növénytársulások meghatározó földtani életfeltétele egyértelműen a karbonátos kőzetek jelenléte. Részben közvetlen módon, a gyepek esetében a vékony, rendzina jellegű talajok anyakőzeteként, részben közvetetten, mivel a láprétek léte a karbonátos kőzetekhez kapcsolódó karsztvíz-feláramláshoz kötött. MOLNÁR A. et al. (1995) szerint a mészkedvelő pókbangó „elsősorban nedves és száraz élőhelyek átmeneti (kontakt) zónájában ... él”. Az élőhely földtani feltételei közé soroltuk a dolomit anyakőzetet is, ezzel a válogatási szemponttal a karbonátos kőzet és nedves terület kontaktusa került leválogatásra. A leválogatás során a mocsári, lápi, öntés képződményekkel (Összevont földtani térkép 5. csoportja) érintkező dolomit kibúvások (Összevont földtani térkép 4.2.) 150-es méteres kontaktsávját jelöltük ki. Ebben a zónában a pókbangót megtaláltuk az 1994-es vízmintázás során (25. ábra). A térkép ismertetésének befejezéséül hangsúlyozni szeretném, hogy ez a térképváltozat kísérleti jellegű, és a munka folytatása csak a növénytani szakemberekkel együttműködve lehet megalapozott.



27. ábra A 18° -nál meredekebb, déli kitétségű lejtők (élénk piros színnel jelölve a térképen) elterjedése a Káli-medencében és környékén. Jelmagyarázat: zöld-zöldes sárga — negyedidőszak, élénk, világos zöld — bazalt, piroklasztitok, sárga-világos narancs — pannóniai képződmények, narancs — miocén mészkő, lila, kék — triász, barna — perm, világos szürke — szilur–devon (JORDÁN et al. 2003 alapján)

A digitális terepmodell felhasználása további lehetőségeket biztosít a potenciális élőhelyek kijelölésére. A földtani térkép megfelelő képződményének, a terepmodellből leve-

zetett lejtőkategória és kitettség térkép kombinációjának eredményeként jól elhatárolható egységek jelölhetők ki egy-egy növény maximális elterjedésének lehatárolására.

A 27. *ábra* a Káli-medence és környéke fedetlen földtani térképét mutatja, amin a teli vörös színnel jelölt területek a 18° -nál meredekebb, déli kitettségű ($135\text{--}225^\circ$) lejtők. Ezek a terület legmeredekebb felszínei, a kiválasztott 18° -os küszöbértéket gyakorlatilag a sziklafalak, sziklasorok és közvetlen környezetük érik el, vagy haladják meg. A délies kitettség a legnagyobb besugárzást biztosítja, így a térképen megállapítható, hogy a különböző kőzeteken hol remélhető a legnagyobb valószínűséggel a legnagyobb melegigényű, szárazságtűrő, sziklagyepekben előforduló fajok megjelenése. A viszonylag széles — dél-kelet–dél-nyugat — sáv és az alacsonynak tűnő lejtőszög kiválasztását a szerkesztés tapasztalata indokolta, mivel nagyobb dőlés és/vagy szűkebb kitettségi szög esetén a kiválasztott terület az ábrán a felismerhetőség határáig lecsökkent.

Az ábra ismét felhívja a figyelmet a Káli-medence szinte páratlan természeti adottságaira. Ezen a viszonylag kicsiny területen csak ezt az egy morfológiai feltételt vizsgálva is — a földtani felépítés változatosságának köszönhetően — azonos morfológiai, kitettségi helyzetben a bázisos vulkanizmus bazaltjának, a savanyú perm homokkőnek és a triász karbonátok mészkő és dolomit felszíneinek mozaikszerű élőhely-együttesét találjuk. A terepmodell és a földtani adatok ilyen, vagy hasonló kombinálása lehetőséget teremt az élőhelyek földtani–morfológiai adottságainak figyelembe vételére a nemzeti parkok, tájvédelmi körzetek területén — de az egyedi védettségű feltárások esetében is — a területhasznosítási tervezés során akár az erdészeti hasznosításban, akár a természetjáró turizmus számára kijelölhető ösvények kijelölésében.

Földtani térkép, földtani természetvédelem, geoökológia

Áttekintve a földtani természetvédelmi térinformatikai adatbázis alapadatait, levezetett térképeit, illetve azokat a lehetőségeket, amelyek az igények megfogalmazása esetén megvalósíthatóak, felmerül a kérdés, hasznosítható-e mindez a geográfia területén, nevezetesen a geoökológiai/tájökológiai kutatásokban.

A földtani térképek megfelelő interpretációjának integrálása a táj kutatásban nagymértékben kiterjesztheti a méréseken, részletes terepi és laboratóriumi vizsgálatokon alapuló geoökológiai térképezés lehetőségeit. A geoökológia, tájökológia művelésének egyik nagy nehézsége, hogy tevékenységi köre rendkívül széles témakört, gyakorlatilag a teljes ökoszférát felöleli. Ez behatárolja a kutatási programokat, hiszen ilyen teljes körben egyet-

len projekt sem valósítható meg. A földtani adatok integrálásával azonban jelentősen kiszélesítheti az abiotikus környezet vizsgálatát.

Hogyan épülhet be a földtani információ ebbe az adatrendszerbe? Több szinten kell a földtani adatokat felhasználni. Első lépésként a jól megfogalmazott feladat igényei szerint kiválogathatóak az információk a „klasszikus” földtani térképből. Második lépésben a földtan ökológiai megközelítésű tudományterületének, a környezetföldtannak az adatai vehetők át, harmadik lépésként pedig az együttműködés, a közös munka során kell egyes feladatok elvégzésébe bevonni a geológus szakembereket.

Ebben az értelmezésben természetesen megváltozik az ökológiai kutatás struktúrája. A georendszeren, illetve a geotópon belül a korábbinál nagyobb szerep jut a földtani alrendszereknek. MEZŐSI et al. (1993, 1. ábra) beosztásában csak a litológiai alrendszer, illetve a litotóp jelenti a földtani információt. Ennek kibővítése elengedhetetlenül szükséges az abiotikus környezet beható vizsgálata esetén, hiszen a litológián belül a negyedidőszaki (felszíni) és idősebb képződmények (fedett helyzetű) kapcsolata jelentős hatással van a tájra. Ugyancsak elengedhetetlenül szükséges a térbeli elrendeződés vizsgálata. A geológiában ez alapvetően a szerkezeti viszonyok értékelését jelenti. A geoökológia esetében ez rendkívül fontos tényező, különösen, ha nem csak az olyan hatásokra gondolunk, mint a szerkezeti zónák vízvezető képessége, hanem egy terület ökológiai vizsgálata során figyelembe vesszük a geohazardok közül a szeizmikus veszélyeztetettség is.

A Káli-medence vizsgálata esetében a földtan „hozzájárulása” a geoökológiai vizsgálatokhoz a fenti szempontból egyértelmű. A földtani térképi adatbázis közvetlen információt nyújt a képződményekről minden felhasználó számára, a földtani térkép egyes képződményeinek a képernyőről leolvasható rövid ismertetésével. A levezetett „Összevont földtani térkép” az áttekintést könnyíti meg, valamint segítheti a földtani térkép hasonló jellegű átalakítását a felmerülő konkrét igények szerint. A földtani természetvédelmi állapottérkép szinte közvetlenül felhasználható bármilyen táj kutatási program során teljes egészében, vagy egyes részleteinek felhasználásával. A Káli-medence környezetállapotának 1993–94. évi dokumentálása jól felhasználható lesz a jövőben is a változások követése során. A környezetterhelési térkép hozzájárul az antropogén hatások következményeinek előrejelzéséhez. Az élőhelyek földtani feltételeit vizsgáló — ma már ökogeológiai térképnek is nevezhető — térkép az élő és az élettelen környezet kapcsolatának elemzésével járul hozzá a geoökológiai térképhez.

Földtani értékek

Földtani értékek a nagyvilágban: geotop, GEOSITES, Geopark

Az előző rész áttekintést adott a földtan környezetvédelmi, természetvédelmi, ökológiai feladatkörének egyik feléről. Azt mutatta be a Káli-medence példáján, milyen adatokkal, térképi információkkal képes a geológia hozzájárulni a környezeti egyensúly megőrzéséhez, az ökoszféra jobb megismeréséhez.

A földtannak van azonban még egy ökológiai feladata. Ennek felismerése természetesen nem új, azonban csak a XX. század 90-es éveiben emelkedett nemzetközi stratégiai szintre a földtudományokon belül. Ez a feladatkör a földtani értékek felmérése, védelme, széles körű bemutatása. A nemzetközi földtani szervezetek, felismerve a földtani értékek jelentőségét a természetvédelemben, egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek a 90-es évektől a geo(morfo)lógiai értékek felmérésére, megőrzésére, bemutatására. Felismerték, hogy a természetvédelemre fordított nemzetközi és nemzeti támogatásokból csak tudományosan jól megalapozott és nagy súllyal képviselt földtani projektek részesülhetnek.

Az élővilág változatosságának leírása során hosszú ideje használatos a *biodiverzitás* kifejezés. Ennek mintájára, az abiotikus természet értékeinek változatosságát fejezi ki a *geodiverzitás* fogalma. A geodiverzitás megőrzése nem öncélú, a földtan amatőr és hivatásos művelőinek számára történő értékmegőrzés. A geodiverzitás biztosítja azokat a változatos élőhelyeket, amelyeken fennmaradhat és fejlődhet az élővilág. A természeti értékek megőrzéséhez tehát alapvetően szükséges a földtudományok ismeretanyagának felhasználása (JOHANSSON, ZARLENGA 2000). A földtani értékek nemzetközi, nemzeti szinten történő felmérése egyben a Föld geodiverzitásának dokumentálása is akár földrajzi, akár adminisztratív egységként (KOZŁOWSKI 1999).

A földtani értékek számbavétele, felmérése során a nemzetközi szakirodalom jelentős része a „geotope” kifejezést használja az adott objektumra. Dolgozatomban GRANGIRARD (1997) értelmezésében használom a kifejezést: a geotopok a geoszféra azon részei, amelyek különleges fontossággal bírnak a Föld történetének megismerése szempontjából. A fogalom részletes kifejtése, értelmezése (lásd [Grangirard Geotop](#)¹²) meghaladja a dolgozat kereteit. A „geosite” kifejezést szinonimaként használom¹³.

¹² Az internetről letöltött információkra rövidített hiperhivatkozással hivatkozom. A honlap közvetlenül elérhető a digitális verzióban, pontos címét pedig az irodalomjegyzék tartalmazza.

¹³ A fogalom magyarra fordítására nem találtam számomra megfelelő kifejezést, remélem azonban, a jövőben ez a kérdés is megoldódik majd. A geotope szót kissé magyarosítottam elhagyva a szóvégi e-t.

WIMBLEDON (1996) megfogalmazása szerint a földtani értékek megőrzése alapvető a földtudományi kutatás, oktatás, gyakorlat számára, ennek ellenére ez a természetvédelem egyik elhanyagolt területe gyakran nemzeti, de bizonyosan nemzetközi szinten. Annak felismeréseként, hogy az értékek megőrzésének területén történt lemaradást csak a földtan művelői által nemzetközi keretben végzett értékfelméréssel és közös törekvéssel lehet behozni, létrehozták a Global Geosites Working Group-ot (GGWG), aminek irányításával megindult a GEOSITES projekt.

A GEOSITES projektet az International Union of Geological Sciences (IUGS) indította 1995-ben (WIMBLEDON 1996, [IUGS](#)). Célja a legjelentősebb feltárások, képződmények, geo(morfo)lógiai tájak, stb. nemzetközi listájának (leltárának) összeállítása. Felmerül természetesen azonnal a kérdés, hogyan, milyen módszerrel lehet a térben, időben és tematikában rendkívül változatos földtani örökségünket azonos szempontok alapján elbírálni, egyes szelvényeket, feltárásokat, földrajzi egységeket kiválasztani. Ez a folyamat több szakaszra bontva zajlik le. Az első szakasz nemzeti keretekben valósul meg, a második regionális, míg a harmadik szakasz jelenti csak a GEOSITES nemzetközi listájára felkerülést. Ez a nemzetközi lista lehet a későbbiekben az alapja az UNESCO Világörökség listára kerülő földtani értékek kiválasztásának. A nemzeti keretek között több megközelítési mód is létezik a geotopok kiválasztására. A megközelítések közül WIMBLEDON et al. (2000) a szisztematikus, összehasonlító módszert tartja a legjobbnak. Ehhez a döntéshez segítséget nyújt a szempontok megadásával a projekt (WIMBLEDON et al. 2000, appendix 1). Számos cikk foglalkozik a geo(morfo)lógiai értékek számbavételével, különböző szempontú osztályozási rendszerek kialakításával. ALEXANDROWICZ (1999) az értékelést két fő szempont alapján végzi:

- a régió fő vonásainak jellemzése (a régió geo(morfo)lógiai vonásai, a geosite-ok reprezentativitása, tartóssága, megközelíthetősége, esztétikai, kulturális értéke);
- az értékelt pontok, területek egyedi jellemzése.

GRANDGIRARD (2000) a svájci Fribourg kanton geomorfológiai értékeinek felmérésehez 5 egymás után következő lépést választott:

- kategorizálás — egyedi képződmény–egy folyamattal kialakult forma-együttes–összetett folyamatokkal kialakult forma-együttes;
 - számbavétel;
 - értékelés — épség, ritkaság, reprezentativitás, paleogeográfiai érték, stb.;
 - válogatás — csak nagy geomorfológiai értékű objektumok, reprezentálják a kanton reliefének diverzitását;
-

- szabványosított leírás az adatbázisban.

A széles körű nemzetközi együttműködésben európai részről legnagyobb jelentőséggel a Földtani Örökség (Geological Heritage) megőrzésére létrehozott ProGeo szervezet vesz részt ([progeo-1](#)). Az 1991-ben Digne-ben született elhatározást követően megindult munka eredményeit több konferencián mutatták be: 1996-ban, Rómában (GISOTTI & ZARLENGA ed. 2000), majd Madridban, 1999-ben, illetve egyes munkacsoportok workshopjain, mint például a kelet-európai eredményeket 1997-ben, Lengyelországban (ALEXANDROWICZ ed. 1999). Nemzeti szinten is jelentős munka folyik több országban. Az Egyesült Királyság területéről több tucat objektumot javasol a nemzetközi listára felvételre a British Institute for Geological Conservation (BIGC). A javaslat ([progeo-2](#)) sztratigráfiai, ökoszervezeti, őslénytani, magmás–metamorf kőzet, ásványtan–gazdaságföldtan, szerkezetföldtan, geomorfológia–erózió–üledékképződési folyamatok–tájkép, valamint a földtan története kategóriákba sorolva tartalmazza a javasolt földtani értékek listáját. Az elmúlt évek során Európa — és érdekes módon, különösen Kelet-Európa — jelentős eredményeket ért el a földtani értékek felmérésében, a világ-lista területi vonatkozására összeállított javaslatokkal. REIMHOLD (1999) az afrikai állapotot felmérve joggal hivatkozik a kelet-európai példára, ezzel bizonyítva, hogy a munka ezen szakasza az országok gazdasági nehézségei ellenére is elvégezhető. Természetesen az afrikai kontinens gazdag földtani értékei esetében az egyéb — gazdasági, turisztikai, szervezeti — szempontok sokkal komolyabb nehézségeket okoznak, mint Európában.

A GEOSITES projektet követően az UNESCO Földtudományi Osztálya (Division of Earth Sciences) nagyszabású, a korábbi szakmai, földtudományi–természetvédelmi szemlélettől jelentősen eltérő program elindítására tett javaslatot. A Geoparks program feladatául nem csupán a földtani értékek védelmét és bemutatását, hanem ennél sokkal nagyobb szabású célt tűzött maga elé. A földtani értékekre „felépítve” a Geoparkok gyakorlatilag egy regionális gazdálkodási egységet jelentenek. A „geoturizmus” megjelenése, a tömegturizmus igényei, a földtani értékeket hordozó — általában elmaradott — régiók gazdálkodási és fejlesztési problémái (amelyek gyakran a földtani értékek védelmével ellentétes érdekek felé mozdítják el a döntéseket) együttesen kihívást jelentenek a földtudományok számára. Ebben az értelemben a Geoparkok kialakítása a földtudományok egy lehetséges válasza a területfejlesztés, turizmus területén bekövetkezett jelentős változásokra. Ennek a — gyakran érdekütközést jelentő — kettősségnek lehet egy feloldási formája a Geoparkok létrehozása. Az UNESCO által megfogalmazott feltételek szerint a kijelölt terület nem

csupán a földtani, hanem a régészeti, ökológiai, kulturális értékek bemutatására is alkalmas kell legyen. Ki kell alakítani egy — elsősorban a geoturizmusra épülő — fenntartható fejlődést biztosító területfejlesztési elképzelést. A terveket helyi önkormányzatok, magánszemélyek bevonásával, együttműködésével kell megvalósítani. A legfontosabb változás a természetvédelem, a turizmus, a helyi gazdálkodási formák és a helyi gazdasági érdekek összekapcsolására törekvő szemlélet megjelenése a Geoparks programban (unesco/geoparks). A programot az UNESCO nem hagyta jóvá, megvalósítása így jelenleg kontinensünkre korlátozódik a „European Geoparks Network” megvalósításával (europeangeoparks, [geopark /convention](http://geopark/convention)).

Természetesen felmerülhet a kérdés, hogy vajon hazai megoldásokra, saját erőnkre támaszkodó értékmentésre célszerű törekedni, vagy több haszonnal jár-e a földtani értékek nemzetközi keretekben történő felmérése, a széles körű szakmai környezetben történő megmértetése, és a nemzetközi hálózatban történő bemutatása (utóbbi egyértelműen sokkal nagyobb szakmai–finansziális kötelezettség vállalásokkal jár együtt). Másképpen megfogalmazva: készen áll-e a hazai földtani–természetvédelmi szakmai közösség a GEOSITES és a Geoparks projektekben való részvételre?

Első lépésként érdemes a szűkebben szakmai jellegű GEOSITES projekt szempontrendszeréből kiindulva megvizsgálni a kérdést.

Számomra egyértelműen adódik néhány geotop jelölése és felkerülése a nemzetközi GEOSITES-listára:

- Egyértelmű döntés várható a Földtani Intézet esetében. A Múzeum, a Könyvtár, a Tudománytörténeti Gyűjtemény együttese önmagában is megfelel a feltételeknek, ehhez hozzájárul még a magyar szecesszió egyik legszebb, földtani motívumokkal díszített épülete is (HÁLA, MAROS 2000). Így a maga nemében páratlan tudománytörténeti–építészeti értékkel járulhat hozzá hazánk a világ földtani értékeinek listájához.
- Bármilyen szigorú szakmai feltétel alapján születnek is döntések a nemzetközi testületben, a gánti bauxitbányák rétegtani, szerkezetföldtani, paleogeomorfológiai, gazdaságföldtani szempontból egyértelműen, minden kétséget kizáróan megfelelnek a követelményeknek.
- Ugyancsak nyilvánvaló a listára kerülése a felsőörsi alapszelvénynek (lásd alább).

Az evidenciákon túllépve azonban komoly szakmai munkával megalapozott javaslatokkal kell a nemzetközi szintre kiállni a hazai földtudományoknak. Ennek feltételei szerencsére már korábban megteremtődtek ugyan, de a folyamat a kezdeti sikerek után leállt.

Az előzmények között meg kell említeni, hogy már a XX. század elején a hazai földtudományok több kiemelkedő művelője hangsúlyozta a természeti értékek, közte a geo(morfo)lógiai értékek védelmének, széles körű bemutatásának fontosságát (SZONTÁGH 1914, CHOLNOKY 1941), de jelentős lépés nem történt. A munka megalapozásának az ún. alapszelvény-program tekinthető, ami a 80-as években nagy lendülettel folyt, de sajnos a 90-es években gyakorlatilag megszűnt. Az azóta kialakult új körülmények között kell(ene) megkeresni a földtani értékek helyét a természetvédelemben. Ennek első lépése azonban a földtani értékek értelmezése kell(ene) legyen. A földtani természetvédelem, a földtani értékek felmérésének egyik nagy problémája — véleményem szerint — a földtani értékek „szakmai” és „laikus” minősítésének hiánya. Ez a probléma érződik a GEOSITES projekt céljainak, feladatainak megfogalmazásában is. Első lépésben külön kellene választani a tudományos értékű „szakmai” feltárásokat, lelőhelyeket a helyi jelentőségű, idegenforgalmi, földtudományi ismeretterjesztésben fontos szerepet játszó „laikus” feltárásoktól, hiszen a két felhasználói igény eltérő „kezelést” igényel, a szétválasztás azonban nem szükséges minden esetben. Ehhez hasonló megkülönböztetést alkalmaznak Nagy-Britanniában, SSSI (Site of Special Scientific Interest) és RIGS (Regionally Important Geological/geomorphological Sites) minősítést alkalmazva (Nature Conservancy Council 1991).

Miért lenne szükség erre a megkülönböztetésre?

A „laikus” feltárások állandó bemutatási lehetőséget, folyamatos karbantartást, lehetőleg könnyű megközelíthetőséget igényelnek, egyszerű, közérthető, de soknyelvű tájékoztatással. Ebbe a kategóriába sorolom a helyi jelentőségű értékeket, amely megnevezés akár szinonimaként is használható talán, bár könnyen lehet olyan, tudományos szempontból nem kiemelkedő jelentőségű értéket találni, aminek a helyit meghaladó látványértéke van, tehát a „laikus” nagyközönség számára nemzetközi vonzerővel is bírhat. Ebbe a csoportba sorolhatók például a Badacsony bazaltorgonái, amelyek látványértéke óriási, tudományos szempontból azonban jelentőségük kisebb, a bazaltvulkanizmusról kevesebb információt szolgáltatnak, mint egy bazaltbánya „tájsebe”.

Ezeknek a feltárásoknak szervesen kell illeszkedni a terület természetvédelmi hasznosítási programjába. Úgy kell kiválasztani az ebbe a kategóriába sorolt értékeket, hogy azok jól reprezentáljanak egy tájegységet, tájvédelmi körzetet, nemzeti parkot. Ez azt is jelenti, hogy nem csak a meglévő értéknek (sziklaalakzat, rétegtanilag, szerkezet földtaniilag látványos feltárás) kell bekerülniük ebbe a kategóriába. A természetvédelmi szakemberek és a terület földtani felépítését jól ismerő geológusok meg kell keressék azokat a helyszíneket is, ahol a terület földtani felépítése szempontjából fontos, de nem jól feltárt kép-

zöldmények a tanösvények nyomvonalán bemutathatóak egyéb természeti értékek zavarása, károsítása nélkül, akár kisebb földmunkák árán is.

Ebbe a „laikus” kategóriába sorolnám például a Balaton-felvidék geológiai kirándulásvezetőinek (TRUNKÓ et al. 2000, BUDAI et al. 2002) azon leírt pontjait, amelyek nem sorolhatók a „szakmai” kategóriába.

Más szemléletű kezelést igényelnek a „szakmai”-nak minősített földtani értékek. A tudományos értékű feltárások látványértéke nem szükségszerű, a nem szakmai közönség számára például teljesen érdektelen látvány egy kis mészkőfeltárás, amelyben azonban akár jelentős rétegtani határokat is jelezhetnek olyan, szabad szemmel láthatatlan mikro-fossziliák, mint a conodonták vagy radioláriák. A védelem, az értéké minősítés azonban fontos az ismételhető bemutathatóság, a fennmaradás biztosítására. A megközelíthetőség is más megítélés alá kell eszen. Magyarán egy példa: közel tizenöt éve, hogy a Balaton-felvidékre látogató nemzetközi paleontológus csoport számára a magyar rendezők gumicsizmát osztottak a feltárás megközelítése előtt, mivel az csak a patakba gázolva volt megközelíthető. Az ilyen, kisebb–nagyobb nehézségek a geológia részét képezik, a szakemberek nem igényelnek kiépített utat mindenhova. Más irányból vizsgálva a megközelíthetőséget, felmerül a természetvédelem szempontja is. Jelentős botanikai értékek is előfordulhatnak tudományos szempontból nagy jelentőségű geológiai feltárásokban, vagy azok környékén. Sziklafalakon, bányákban fészkelő madarakat óvó ornitológusok, természetvédelmi örök szempontjait is figyelembe kell venni adott esetben egy-egy ilyen feltárás vizsgálata, szakmai bemutatása során. Egyértelmű, hogy ilyen helyen lévő földtani értékek csak „szakmai” minősítést kaphatnak, nem lehet cél a nagyközönség számára a hozzáférés biztosítása. Természetesen a másik oldal irányából is szemléletváltásra van szükség. Az eddigieknél is nyitottabbá kell váljon az alapvetően bioszféra-centrikus természetvédelem a földtudományok szempontjaira, az érdekek egyeztetése kétoldali szándékot igényel.

A „szakmai” feltárások esetében nem elsődleges szempont az állandó bemutathatóság. Jelentős ősmaradvány-lelőhelyek esetében is gyakran előfordul, hogy az ásatást követően a feltárást ismét betemetik, de laza üledékes kőzetek esetében egy feltárás gyorsan omlani kezd, részben betemetődik önmagától is. A Káli-medence esetében erre jó példa egy, a Kereki-majortól délre található, vízlevezető árokkal feltárt alsó-triász szelvény, ami a Balaton-felvidéken általában rosszul feltárt, jószerint csak fúrásból ismert Zánkai Homokkő–Hidegkúti Dolomit–Csopaki Marga rétegsor talán legjobb feltárása, noha jelenleg, évekkel az árok kiásása után szinte semmi nem látszik a rétegsorból. A nagyközönségnek szánt kirándulásvezetőbe felesleges lett volna belevenni ezt a pontot, azonban, „szakmai”

jelentősége igen nagy, egy konferencia, nagyobb szakmai rendezvény esetén már érdemes időszakosan feltárni.

Itt érdemes megemlíteni a felsőörsi Forrás-hegy alapszelvényét, ami a hazai alapszelvények közül egyedül pályázhat a Nemzetközi Rétegtani Bizottság „aranyzsögeinek” egyikére, amelyekkel a rétegtani emeletek határát jelölik ki nemzetközi standardként (Global Stratotype Section and Point, rövidítve GSSP). A feltárás néhány éve a végső megsemmisülés, a terjeszkedő község határában a megközelíthetlenné válás veszélyének volt kitéve. A község és a természetvédelmi hatóságok, a MÁFI és a Természettudományi Múzeum szakembereinek részvételével ma már széles körben ismertté vált Geológiai bemutatót alakítottak ki itt, bizonyítva a „szakmai” és „laikus” szempontok összeegyeztethetőségét. A felsőörsi szelvény jó eséllyel pályázhat a GEOSITES-listára történő kerülésre.

A Káli-medence földtani értékei

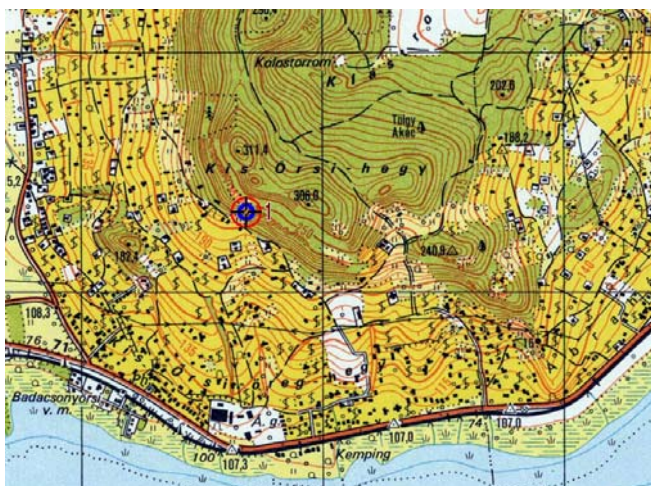
Az itt következő részben a Káli-medencének azokat a földtani értékeit gyűjtöttem listába, amelyek konkrétan lokalizálható, viszonylag kis kiterjedésű feltárások, sziklaalakulatok, stb. A lista természetesen bővíthet, csökkenhet. Igyekeztem figyelembe venni, hogy a Káli-medence jelentős részét a Balatonfelvidéki Nemzeti Park kezeli. Ez részben korlátozást jelent (figyelembe véve a terület kiemelten védendő növény- és állattani értékeit), részben lehetőséget teremthet a geoturizmus megfelelő kereteinek biztosítására. Ennek szakmai, földtudományi alapjaihoz járul hozzá a földtani értékek alábbi számbavétele, figyelembe véve a GEOSITES projekt feltételrendszerét, kiválasztva a Káli-medence világlistára javasolható értékeit. A geotopok listáját nem az általában javasolt, helyesnek tartott szisztematikus válogatás alapján készítettem, hanem egyszerűbb megközelítéssel, a területet ismerő szakértőként állítottam össze. Ez a viszonylag kis terület esetében megengedhetőnek tűnt számomra, hiszen a felmérésben messze előttünk járó Svájcban is járható útnak bizonyult a módszer ([Grangirard Geotop](#)). A szisztematikus módszer kialakítására — noha ilyen jellegű kutatások folynak már hazai földtudományi műhelyekben (KISS G. 2000, KOZÁK et al. 2000) — a terület viszonylag kis mérete és a szóba jöhető geotopoknak a módszertani munkához elégtelen száma miatt nem vállalkozhattam.


A listába felvettem a geológiai kirándulásvezetők (TRUNKÓ et al. 2000, BUDAI et al. 2002) összes leírt pontját, valamint az 1993–94. évi feldolgozás alapján készült korábbi listát (lásd Földtani természetvédelmi állapot térkép c. fejezetben) kiegészítettem olyan feltárásokkal, amelyek jelentőségét az újabb terepbejárások, vizsgálatok során ismertük fel,

illetve a térképszerkesztés, adatbázis építés során feldolgozott térképlapon kívül esnek. A feltárások jellemző adatait a **III. táblázat** összesíti.

1. Badacsonyörs, Örsi-hegy

Megközelítés (BUDAI et al. 2002 alapján): Ábrahámhegy község nyugati szélétől kb. 1,5 kilométerre (74. km jelzés) ráfordulunk a Foly-arborétumhoz vezető útra. A főúttól kb. 100 méterre lévő y alakú elágazás baloldali ágán, a piros – -sal jelzett meredek, keskeny, aszfaltozott úton jutunk fel az arborétumhoz, közel szintben haladunk tovább a Hegyalja útig, amelyen jobbra kanyarodva egy kis térre érünk (az arborétumtól ez kb. 1 km-re van). Innen gyalog folytatjuk utunkat, előbb tovább az eddig követett úton, majd kb. 130 m után egy kis csapáson érjük el a sziklákat az Örsi-hegy meredek oldalában (28. ábra).



28. ábra. Az 1. pont helyszínrajza (Jelmagyarázat:  a leírt geotop GPS-sel mért helye és száma)

Földtan (BUDAI et al. 2002 alapján): A feltárás földrajzi értelemben már a Tapolcai-medencéhez tartozik, de a Káli-medence földtani felépítésének megismeréséhez érdemes hozzákapcsolni a medencét bemutató feltárássorozathoz. A rétegsor a felső-perm Balatonfelvidéki

Homokkő alsó tagozatát, a Badacsonyörsi Konglomerátum Tagozatot tárja fel, amelyet uralkodóan durva szemcsés konglomerátum alkot. Az üledék kavicsai változatos nagyságúak, az uralkodó 5-6 centiméteres méret mellett gyakori a 10-15 cm-es görgeteg is. A szemcsék anyaga kvarc, homokkőpala és savanyú vulkanit. A rétegsorban felfelé a kavics mennyiségének csökkenésével homokkő váltja fel a konglomerátumot, amelyben a kavicsok lencsékben, majd elszórtan jelennek meg (29. ábra). A durvaszemű homokkő rétegzettsége alapján az üledékképződési környezet egykori folyó medre lehetett. MAJOROS (1983) szerint a konglomerátum tagozat az egykori lepusztulási terület közelségét, az üledékgyűjtő peremi részét jelzi.

A sziklafal tetejére a sziklacsoport peremén célszerű felmenni, ahonnan a rétegsor teljes feltárása látható, emellett csodálatos kilátás tárul elénk a Tapolcai-medencére (29. ábra). Az 1950-es években kicsiny tárot mélyítettek a sziklafal tetején az uránérckutatók során.



29. ábra. Az Örsi-hegy sziklafala (balra) és egy konglomerátum len-cse a Balaton-felvidéki Homokkő-ben (lent)



A sziklafal felső szakaszán helyenként homokkő, kavicsos homokkő felszínén abráziós (?) mélyedések alakultak ki (18. ábra), ami a pannon tó partját jelezheti.

Irodalom: A feltárás részletes leírását nem publikálták. A Badacsonyörsi Konglomerátum általános leírása megtalálható: MAJOROS (1983, 1998, 1999), FÜLÖP (1990).

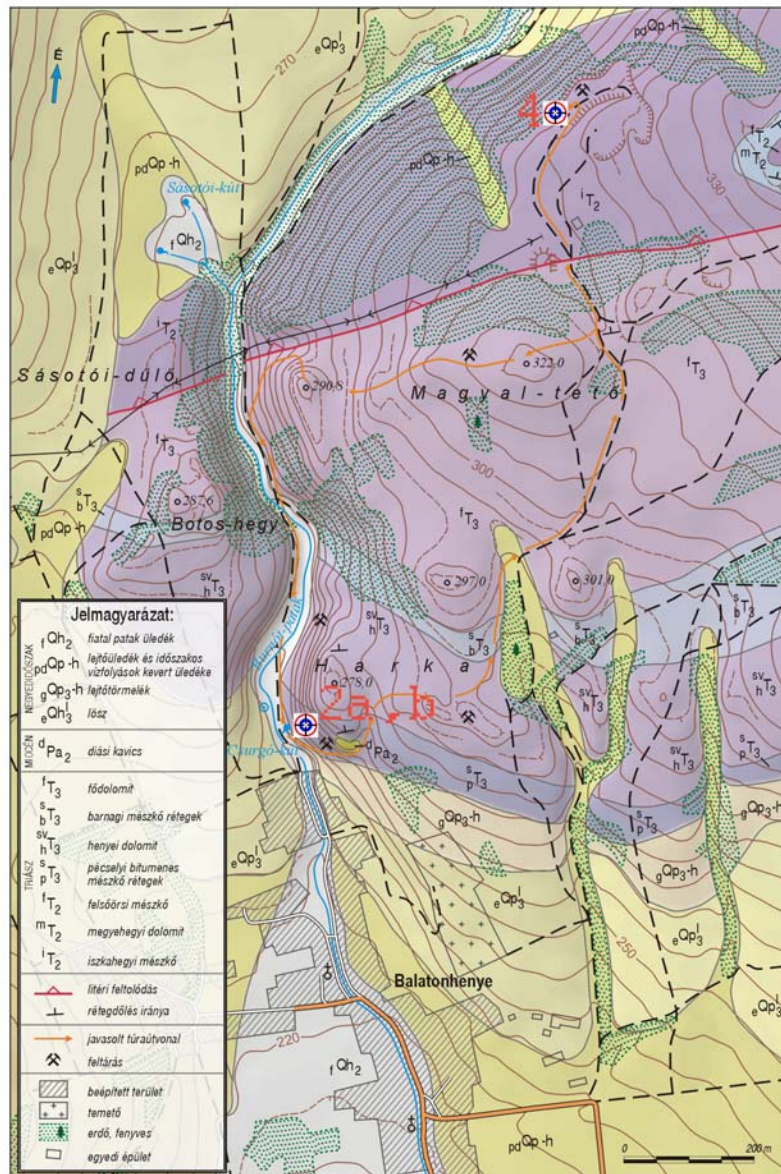
Jelentőség: A Badacsonyörsi Konglomerátum Tagozat legjobb feltárása, horizontálisan és vertikálisan nagy kiterjedésű rétegsor, a fedő felé fokozatos átmenettel. A kimart, feltehetően abráziós formák a paleomorfológia szempontjából bírnak nagy jelentőséggel. A meredek, déli kitettségű, savanyú kőzetből álló sziklák élővilága szintén értékes lehet, vizsgálatáról nincs tudomásom. A feltárás látványként is impozáns, a kilátás a Tapolcai-medencére páratlan.

2. Balatonhenye, Csurgó-kút környéke:

Megközelítés: Balatonhenye község É-i végében, a Burnót-patak K-i partján fakad(t) a Csurgó-kút forrása. A patak völgyben kiépített vízmű üzembe helyezése óta a kút általában száraz. A feltárássorozat a forrás fölötti sziklás domboldalon és attól észak felé továbbhaladva, a Burnót-patak szurdokszerű völgyének keleti, sziklás lejtőjén található (30. ábra).

Földtan: A feltárássorozat a karni Sándorhegyi Formáció Pécselyi és Barnagi Tagozatát, valamint a Sédvölgyi Dolomit Formáció legfelső szakaszát, a Henyei Dolomit Tagozatot tárja fel.

A rétegsor alsó szakaszát a Pécselyi Tagozat mészkő, márgás mészkő, mészmárga rétegei alkotják. A pados–vastagpados mészkő kifejlődése ezen a területen eltér a tagozatra általában jellemző, laminites, bitumenes fáciestől. A márgásabb rétegekben gyakoriak a brachiopodák.



30. ábra. Balatonhénye környékének földtani térképe (BUDAI et al. 2002) a 2. és 4. pontok feltüntetésével (a pontok nem koordinátaheylesek)

A fedőben települő dolomit alsó szakasza a mészkő fölött közvetlenül is feltárt, de a völgy oldalában jól követhető az egész rétegsor. Árapályövi algalaminites és kissé mélyebb üledékképződési környezetre utaló, helyenként breccsás dolomit rétegek láthatók a völgy-oldalban. A fedő Barnagi Tagozat rosszul feltárt, a természetes feltárásokban csak szórva-nyos törmeléke található a felszínen. A Henyei Dolomit legfelső rétegei breccsás, áthalmozott jellegűek, feltehetően egy diszkordancia szintet alkotnak, ami a terület időszakos szárazulattá válására utal. A triász összlet a Sándorhegyi Formáció fedőjével, a Földolomit Formációval folytatódik, aminek rétegsora a Litéri-feltolódás néhány 100 méterre északra következő szerkezeti zónájáig követhető.

A Curgó-kút fölötti sziklákon, a dolomit és mészkő rétegek határa közelében gyakoriak a közepesen és jól kerekített kavicsok, amelyek a felső-pannóniai Diási Formáció abráziós összetébe tartoznak.

Irodalom: BUDAI, CSILLAG szerk. (1999), BUDAI et al. (2002).

Jelentőség: A késő-karni, juli–tuvali platform–medence fáciesváltozások, platformprogradáció legjobb bemutatási lehetősége itt van. A terület így jó összehasonlítási alapot biztosít a Balaton-felvidék központi részén található balatonfüredi Nagy-mezőn és csopaki 73-as út bevágása menti feltárásokkal, ahol a Sándorhegyi Formáció folyamatos képződését nem szakította meg a platform progradációja (Henyeyi Dolomit Tagozat).

3. Balatonhenye, forrásmészkő a Fekete-hegy oldalában

Megközelítés: A forrásmészkő laminites kifejlődése csak törmelékben található meg, a Henyeyi-hegy szőlőinek É-i végében lévő kis dombon. A földutak személygépkocsival nehezen járhatók. A forrásmészkő sziklák a Fekete-hegy oldalában a dombtól Ny-ra, kb. 250 méterre található, az erdőben kb. 340 m tszf. magasságban.



31. ábra. A Balatonhenye környéki 2a, b és 3a, b pontok helyszíne

Földtan: A Fekete-hegy oldalában két szintben található forrásmészkő. A felső szinten (kb. 340 m tszf.) szálban álló pizoidos, pados, rosszul rétegzett mészkő (32. ábra), alatta kb. 280–285 méteren, a szőlőkben lévő kis domb nyergében la-

minites, gyakran növénytöredékek lenyomatát tartalmazó kifejlődése található meg. GYÖRFFY (1957) feltehetően ennek a laminites mészkőnek a törmelékét találta meg, benne jó megtartású növénylenyomatokat említett. A Fekete-hegy oldalában igen gyakoriak a csuszamlások. Így lehetséges, hogy a két mészkőszint mai helyzetében mutatkozó topográfiai különbséget a lerakódást követő hegycsuszamlások jelentősen megnövelték.

32. ábra. A 3a pont pizoidos forrásmészkő feltárása a Fekete-hegy K-i oldalában



Irodalom: GYÖRFFY (1957), CSILLAG (in press).

Jelentőség: A mészkő képződése — települési helyzete alapján — a Fekete-hegy tufagyűrűjének lepusztulását követően kialakult olyan hegyláb felszínhez kapcsolható, aminek kevés egyéb nyoma maradt meg.

4. Balatonhenye, Magyal-tető, kőbánya

Megközelítés: Balatonhenyéről személygépkocsival nehezen járható földút vezet a kőfejtőhöz (30. ábra). A falu közepén, a templomnál jobbra fordulva elérjük a falu szélét, ahonnan észak felé érjük el a bányát (kb. 1,3 km).

Földtan: A középső-triász anizusi Iszkahegyi Mészkő legszebb feltárása. A bányában néhány éve láthatóak voltak a fedő Megyehegyi Dolomit felé átmenetet mutató dolomitritegek is. A mészkőben tömegével láthatóak bioturbáció nyomai és iszapmozgásra utaló jelek.



33. ábra. Erősen tektonizált Iszkahegyi Mészkő a balatonhenyei bányában (balra) és iszapmozgás és/vagy bioturbáció nyomai a mészkőben (jobbra)

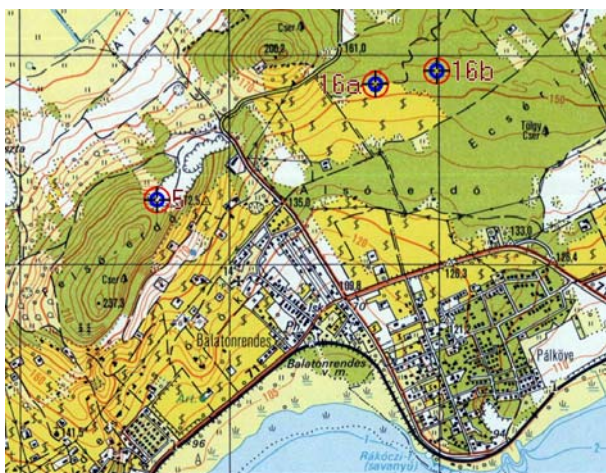
A feltárásban a kőzet rendkívül tektonizált, mivel a bánya alig néhány 10 méterre van a Balaton-felvidék szerkezetét meghatározó Litéri-feltolódástól.

Irodalom: DUDKO (1991), BUDAI, CSILLAG szerk. (1999).

Jelentőség: A kőfejtő az Iszkahegyi Mészkő legjobb feltárásaként alapszelvényre minősíthető. A formációra jellemző üledékképződési bélyegek, bioturbációs jelenségek és a Litéri-feltolódás közelségét jelző szerkezeti elemek együttes bemutatása az egész Balaton-felvidéken egyedül itt lehetséges.

5. Balatonrendes, Rendesi-hegy, kőbánya

Megközelítés: A 71-es útról Balatonrendes K-i szélén a Bányász utca vezet fel az üzemépületig, onnan a földúton egészen a felső bányaudvarhoz balra elvezető útig lehet személygépkocsival eljutni.



34. ábra. Az 5. és 16a, b pontok helyszíne

Földtan: A bánya a felső-perm Balatonfelvidéki Homokkő Formáció pados kifejlődésű, apró-középszemű homokkő rétegeit tárja fel. A rétegek enyhén É felé dőlnek, a fejtőben több vertikális és horizontális vető síkja is látható (35. ábra). A felső bányaudvar északi részén egy fejtésre előkészített részen több 10 m² területén

feltárták a homokkő réteglapfelszínét. Ezen nagyon sok életnyom látszik, aminek vizsgálata még nem történt meg. A feltárt rétegsor az Örsi-hegyen bemutatott Badacsonyi Konglomerátum Tagozat fedőjét alkotja, de a határ nincs feltárva. A bányaudvar törmelékében helyenként a felső-pannóniai Diási Formáció helyi, vörös homokkő anyagú, jól kerekített kavicsai is megtalálhatók.



35. ábra. A balatonrendesi kőbánya Ny-i része

Irodalom: A bányáról nem készült

részletes leírás. A Balatonfelvidéki Homokkő részletes ismertetése a következő publikációkban található meg: MAJOROS (1983, 1998, 1999), FÜLÖP (1990).

Jelentőség: A Káli-medence déli permét alkotó perm homokkő vonulat felépítésének bemutatására a legalkalmasabb feltárás.

6. Diszel, a Hajagos nagy bazaltbányája

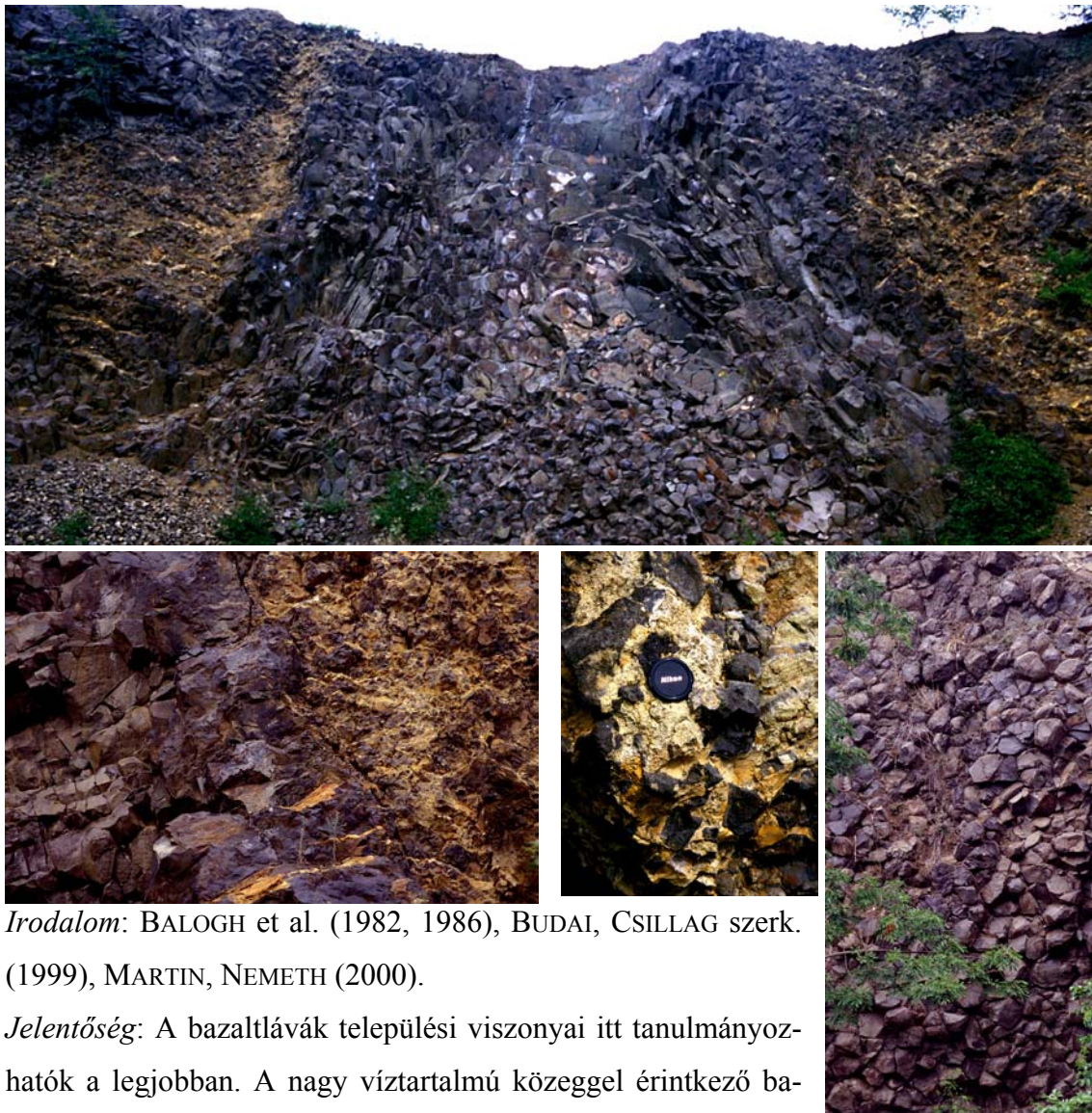


Megközelítés: Diszel keleti bekötőútjának kiindulásától a szőlőkbe felvezető úton a bányaudvarig földút vezet (személygépkocsival időnként nehezen járható).

36. ábra. A 6. pont a Hajagos nagy kőbányájában

Földtan: A bányában a Hajagost felépítő több 10 m vastag bazalt egykori lávafolyásainak szerkezete tanulmányozható. A lávafolyások vízbe, vagy nedves térszínre ömlöttek, amire az alsó szakasz peperites szerkezete alapján következtethetünk. A bazalt helyenként gömbhéjas elválása pillowlávára emlékeztet. Nem zárható ki, hogy valóban párnaláváról van szó. Hatalmas, 10 méter magasságú tumulik láthatók a felső bányaudvarban is. A Hajagosra vonatkozó egyetlen K–Ar kor 3,95 millió év (BALOGH et al. 1982, 1986), sajnos a mintavétel pontos helye ismeretlen. A fekü közvetlenül nem látható a bányában. A feküben helyenként települő pirokklasztit rétegek könnyen megközelíthető, jó feltárása látható a Hajagos É-i bányájában az egykori kőgúrítónál. A Hajagos vulkáni képződményeinek fekjét a hegy Ny-i előterében egy mély vízmosás (Somlói Formáció) és egy felhagyott homokbánya (Kállai Formáció) kiválóan feltárja.

37. ábra. A Hajagos peperites összelete (fent), a láva és a peperit kontaktusa (lent balra), peperit (középen), pillow láva (lent jobbra)



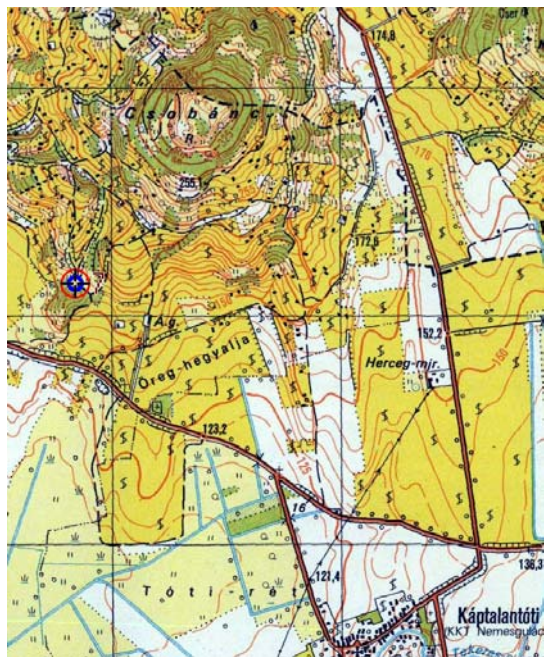
Irodalom: BALOGH et al. (1982, 1986), BUDAI, CSILLAG szerk. (1999), MARTIN, NEMETH (2000).

Jelentőség: A bazaltlávák települési viszonyai itt tanulmányozhatók a legjobban. A nagy víztartalmú közeggel érintkező ba-

zaltlávában kialakult jelenségeknek ez a legjobb Balaton-felvidéki feltárása. A környező, kiegészítő feltárásokat is figyelembe véve javasolható a GEOSITES listára.

7. Gyulakeszi, Kőmagas (Papsapka)

Megközelítés: A zánka–tapolcai országút északi oldalán emelkedő kis domb Gyulakeszi felől személygépkocsival is megközelíthető. Az országutat a falu utáni első keresztnél el-



hagyva, a szőlők között vezet a helyenként leaszfaltozott út a domb alatti kis parkolóhoz.

38. ábra. A Kőmagas (Papsapka) helyszíne

Földtan: A kis domb a Kállai Formáció kovásodott rétegeiből alakult ki. A lokális kovásodással összecementálódott kőzet környezetéből a lazábban, vagy egyáltalában nem cementált homokrétegeket az erózió és a defláció elhordta. Néhány tömb felszínén még jól láthatóak az eolikusan mozgatott homok által a kőzetfelszínbe vájt barázdák (13. ábra).

Irodalom: BUDAI, CSILLAG szerk. (1999).

Jelentőség: A Káli-medence kötengereinek legnyugatibb előfordulása. Földrajzi értelemben a domb már a Tapolcai-medence területére esik, földtani jellege azonban még a Káli-medencéhez kapcsolja. Igen látványos feltárás, szép kilátással É felé a Csobánca, D felé Káptalantóti környékére.

8. Kékkút, Kütyü-domb, csarabos

Megközelítés: Nehezen megközelíthető, sűrű bozóttal körülvett terület, Káptalantóti központjától KDK-re kb. 2,3 km-re. Személygépkocsival Káptalantótit kelet felé elhagyva, a Sabar-szőlők É-i tövében vezető földúton juthatunk el a helyszín közelébe. A szőlődomb keleti oldalán a földúton D felé folytassuk utunkat amíg lehet, majd gyalog a perm vörös homokkőből álló dombvonulat nyergéig. Innen ÉK-re, kb. 450 méterre található a feltárás.

Földtan: A Balatonfelvidéki Homokkő Badacsonyi Konglomerátum Tagozatának délies dőlésű vastagpados konglomerátuma kerül itt a felszínre (40. ábra).

Irodalom: A feltárásról részletes leírás még nem készült, a Badacsonyi Konglomerátum irodalma az 1. pontnál található.

39. ábra. A Kütyü-domb (8. pont) helyszínvázlata

Jelentőség: A feltárásnak önálló, földtani jelentősége viszonylag csekély. Kiemelt jelentőségét a nemzeti park által kitisztított, hosszú évek óta gondosan fenntartott csarabos és a csarabnak (*Calluna vulgaris*) élőhelyet biztosító savanyú kőzet együttes, látványos feltárása adja.



40. ábra. A Badacsonyi Konglomerátum feltárása a kütyü-dombi csarabosban

9. Kékkút, Theodora-forrás

Megközelítés: A Kővágóörs–Kékkút közötti országút mellett, az ásványvízüzem kerítése melletti csapnál izlelhető meg az eredeti, még nem vastalanított forrásvíz.

Földtan: A Káli-medence rétegtani és szerkezeti viszonyai által nagymértékben meghatározott földtani környezetben, két szerkezeti vonal metszéspontján fakad a híres kékkúti ásványvíz. A szerkezeti vonalak áramlási zónájában keveredik a perm homokkőből származó hasadékvíz és a triász

összlet karbonátjainak karszt eredetű vize.

Irodalom: CSILLAG et al. (1994a,b, 1998), BUDAI, CSILLAG szerk. (1999).

Jelentőség: A földtani környezet részeként itt nyílik lehetőség a felszínalatti vizek jelentőségének, a víz és a földtani felépítés kapcsolatának bemutatására.

41. ábra. Kékkút és Mindszentkállya környéke a 9–11. és 20. ponttal



10. Kékkút, Harasztos-hegy, diatréma-maradvány

Megközelítés: Kékkút északi határában emelkedik a Harasztos-hegy. A domb keleti csúcsán, a községtől kb. 900 méterre, egy bozótos erdőben található egy kicsiny bazaltvulkáni kürtőmaradvány (41. ábra).

Földtan (NÉMETH et al. (in press) alapján): A Balaton-felvidék bazaltvulkanizmusának legjellemzőbb maradványformái közé tartoznak a diatréma-, azaz vulkáni kürtőroncsok. A Harasztos-hegy 212 m magas morfológiai kiemelkedésén szálban álló, meredeken dőlő (60-70°) piroklasztit kőzetet áttörő helyzetben települ a sugarasan oszlopos elválású lávakőzet. A láva és a piroklasztit szabálytalan szerkezetű, meredeken dőlő határfelülete jól követhető. A bazaltláva egyes oszlopai max. 10-15 cm átmérőjűek, alakjuk szabálytalan. A kékkúti dombok déli tagján talált piroklasztit kőzet durvaszemcsés, osztályozatlan, nem, vagy csak gyengén rétegzett lapillitufa, amiben különböző prevulkáni mezozoikumai formációkból származó törmelék, kisebb arányban pannóniai agyagkőzetek, márgák, homokkövek is találhatóak. A kürtő É–D-i irányban kissé elnyúlt (BENCE et al. 1990). A környezetet felső-pannóniai rétegek alkotják, amiből alig néhány méternyit emelkedik ki a vulkáni kőzettest (42. ábra).



42. ábra. A Harasztos-hegy É–D-i irányítottágú diatrémároncsának felszíne (balra) és a kürtőroncs metszete (jobbra)

Irodalom: BENCE et al. (1990), BUDAI, CSILLAG szerk. (1999), NÉMETH et al. in press.

Jelentőség: A Balaton-felvidék egyik legkisebb diatréma-maradványa. Viszonylag jól feltárt, északi irányban megnyúlt eredeti formája látható, nem csupán geofizikai méréssel mutatható ki. Topográfiai és rétegtani helyzete is érdekes, mivel a vizsgált többi diatréma-maradvány alacsonyabb tengerszintfeletti magasságban és jellemzően az alaphegységet alkotó triász és perm kőzetek közelében, illetve a mélyebb rétegtani helyzetű felső-pannóniai Kál-lai Formáció környezetében található a Káli-medence alján. Ez az orográfiai helyzet arra utal, hogy a Harasztos-hegyen található kürtőmaradvány kevésbé erodálódott, mint a többi hasonló vulkáni maradvány.

11. Mindszentkál, Kereki-puszta

Megközelítés: Kereki-pusztától délre, kb. 950 méterre található egy meliorációs árok részü-je, ami kb. 500 m hosszan követhető, a térképen Hajcsár út néven szereplő földút mellett (41. ábra).

Földtan: A bevágás az alsó-triász Hidegkúti Formáció Zánkai Homokkő és Hidegkúti Do-lomit Tagozatát, valamint a Csupaki Márga Formáció alsó szakaszát tárja fel. A Balaton-felvidéken ez a legjobb feltárása az alsó-triász összletnek.

Irodalom: A feltárás részletes dokumentációja nem történt meg, a Balaton-felvidéki alsó-triászra vonatkozó gazdag irodalomból itt csak az összefoglaló jellegű leírást, illetve a terü-letet legrészletesebben ismertető munkát emelem ki: KOLOSZÁR (1988, 1999).

Jelentőség: A Balaton-felvidéken az egyik, ha nem a legteljesebb felszíni szelvény, amely a Hidegkúti Formációt és a Csupaki Márga Formációt tárja fel. Noha a képződmények jel-legéből adódóan a feltárás általában igen rossz állapotban van, szükség esetén letisztítható. Az országúttól a Hajcsár út ösvényén rövid sétával, esetleg terepjáróval könnyen megköze-líthető, így szakmai bemutatásra kiválóan alkalmas.

12. Kővágóörs, a Nyálas-tótól északra

Megközelítés: A Kis-Hegyestű alatti homokbányától gyalog, esetleg terepjáróval kb. 1,5 km dél felé (43. ábra).

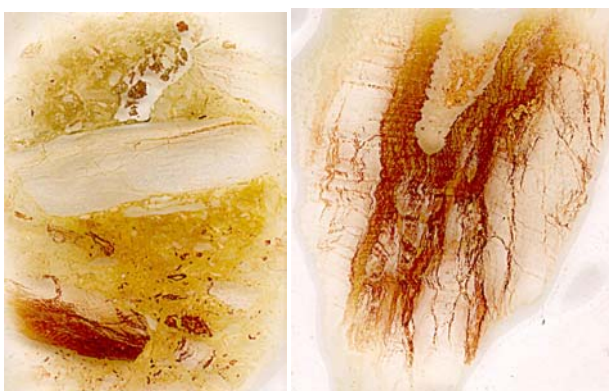
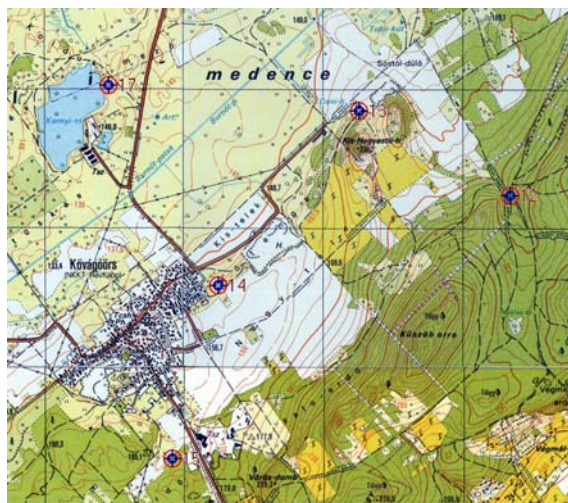
Földtan: A Balatonfelvidéki Homokkő Formáció bázisrétegeinek és a fekvő Lovasi Agyag-pala Formáció mállott felszínének törmeléke bukkan itt a felszínre. A fúrásokban több 10 m vastag mállott összlet fedi az üde agyagpala rétegeket. A jelenlegi feltártság nem teszi lehetővé a szelvény egyértelmű értékelését, de a törmelékben talált kőzetek némelyike mállási, talajosodási folyamatokra utal. Annak eldöntése, hogy ezek a törmelékek valóban a

perm homokkő bázisából, illetve a fekvő felszínről származnak, további vizsgálatok szükségesek.

43. ábra. Kővágóörs környéke a 12–15. és 17. pontokkal

Irodalom: A feltárás részletes vizsgálata még nem történt meg, geomorfológiai értékelése: CSILLAG (in press).

Jelentőség: Amennyiben valóban a perm összlet bázisán található a mállási zóna, ez a késő-



perm felszín hazánk legidősebb felszínre bukkanó paleofelszín-maradványa. Látványként nem jelentős, szakmai szempontból azonban védelemre érdemes, esetleg kisebb feltárással szelvénytípusú vizsgálható lenne.

44. ábra. Mállási, talajosodási (?) folyamatokra utaló jelenségek a törmelékből készített vékonycsiszolatokban

13. Kővágóörs, Lapos-Hegyes-tű, homokbánya

Megközelítés: Kővágóörs ÉK-i peremén a köveskáli útról leágazó aszfaltúton, majd a lovasudvartól kb. 200 m a földúton, személygépkocsival is könnyen megközelíthető (43. ábra).

Földtan: A Kállai Formáció homok–kavics rétegeinek egyik legjobb feltárása, ami azonban a művelés miatt folyamatosan változik. A szedimentológiai érdekességek mellett gyakoriak a kisebb szerkezeti síkok, főleg néhány 10 cm-es vetők (10a-c. ábra). A homok és kavicsrétegek fedőjében egy idős agyagos, esetleg vulkanit málladékból származó összlet települ diszkordánsan, részben a paleofelszínen kialakult völgy kitöltéseként (45. ábra).

Irodalom: A Kállai Formációról összefoglalóan BENCE et al. (1999b), a feltárásról BABINSZKI et al. (2003) ad leírást.

Jelentőség: A feltárás a Kállai Formáció Káli-medencei kifejlődésének alapszelvényének javasolható. A bányaművelés befejezése után célszerű lenne a bánya földtani értékét figyelembe vevő rekultiváció megvalósítása.



45. ábra. Paleovölgykitöltés a Kállai Formáció fedőjében a Lapos-Hegyes-tű alatti homokbányában

14. Kővágóörs, Felső-kőhát, kőtenger

Megközelítés: Kővágóörs ÉK-i peremén, a falu közvetlen határában van a feltárás (43. ábra).

Földtan: A Káli-medence déli peremét egykor végig szinte beborító „kőtenger” utolsó maradványa. A cementált Kállai Formáció tömbjein madáritatók, gyökérkarrok, deflációs felszínek láthatók (46. ábra).



46. ábra. A kővágóörsi Felső-kőhát felszíne (balra) és gyökérkarrok, erősen „eutrofizálódott” madáritatók, szélsiszolta felszín (jobbra)

Irodalom: BENCE et al. (1999b), BUDAI et al. (2002).

Jelentőség: A kővágóörsi a legkevésbé látványos a védett „kőtengerek” közül, de a megmaradt állapot fenntartása feltétlenül szükséges az egykori topográfia bemutatásához.

15. Kővágóörs, Falu-erdő, perm/triász határ

Megközelítés: A falu közepén lévő elágazástól kb. 1 km-re DDK-re, a Falu-erdőben (egyres térképeken az Ecséri-erdő É-i végében) található mesterséges feltárást (43. ábra) jelenleg szinte megközelíthetetlené teszik a „Káli-ranch” körbekerített legelőterületei.

Földtan: A Káli-medencében és környékén az Arácsi Márga heteropikus fáciese, a Köveskáli Dolomit alkotja az alsó-triász rétegsor alsó szakaszát. A falu-erdei feltárás az egyetlen ismert felszíni feltárása a perm/triász határnak, ahol határozott diszkordancia-felszín észlelhető a Balatonfelvidéki Homokkő és Köveskáli Dolomit Formáció határán. A perm homokkő mállott felszínére 10-20 cm vastag kavicsos homokkő települ. A durva frakciót 0,5 cm körüli átmérőjű kvarckavicsok alkotják, a mátrix anyaga finom szemű homok (KOLOSZÁR 1988).

Irodalom: KOLOSZÁR (1988, 1999).

Jelentőség: A falu-erdei feltárás a perm/triász határ legnyugatibb felszíni szelvénye a Balaton-felvidéken. A Káli-medence területén csak itt mutatható be viszonylag jól feltárva a határ.

16. Kővágóörs, Tepincs-dombtól D-re, kis bányák

Megközelítés: Balatonrendes keleti határában a Bányász utca felvezet a rendesi kőfejtőhöz. Innen KÉK felé tovább haladva a földúton, a szőlők végétől gyalog közelíthetők meg az úttól délre található kis fejtők (34. ábra). A feltárásokat csak a **III. táblázat** koordinátái segítségével lehet megtalálni!

Földtan: A Tepincs-dombtól délre, délkeletre rengeteg kicsiny, néhány 10 méteres felhagyott, illetve illegálisan művelt kőfejtő tárja fel a perm vörös homokkövet. Néhány bányában változatos méretű (5-50 cm), perm homokkő anyagú, jól kerekített kavicsokból álló összlet maradványai figyelhetők meg a perm homokkő fedőjében (18. ábra). A kavicsok fölötti topográfiai helyzetben, kb. 160-170 m tszf. magasságban, a felszínen heverő perm vöröshomokkő tömbök felszíne erősen mart, lyukacsos. Feltételezhető, hogy ez a felszín az egykori parti sáv szupralitorális övének a maradványa lehet, ahol a hullámverés során kicsapódott víz marta ki a perm homokkő felszínét (18. ábra).

Irodalom: CSILLAG (in press).

Jelentőség: Az egykori pannon part jellege ezen a területen eltér a Keszthelyi-hegységtől. Valószínűleg az emelkedő tengerszint egyre magasabb tengerszint feletti magasságban hagyott hátra abráziós kavicsot. Ennek a jelenségnek a bemutatására alkalmas ez a terület. Érdeemes a növényzetet is figyelembe venni, a csarab gyakori a területen.

17. Kővágóörs–Köveskál, a Kornyi-tó

Megközelítés: A Kővágóörs és Köveskál közötti országút nyugati oldalán, kb. fél úton a két község között található a kis tó (43. ábra). Az országút mellett kis parkolót alakítottak a személygépkocsik számára.

Földtan: A tó a Káli-medence hidrológiai középpontjában található, karsztvízből kialakult nyílt karsztlápok egyike (47. ábra). A környező dombokat a középső-triász legidősebb formációja, az Aszófői Dolomit alkotja. A tó déli végének közelében bukkan a felszínre a dolomit feküjének, a Csopaki Márga Formációnak a törmeléke. A másik hasonló, nedves, mocsaras terület a tó északi szomszédságában lévő Sásdi-rét, ahol a lisztes kankalin (*Primula farinosa*) utolsó hazai előfordulásainak egyikét fedezték fel a botanikusok.

Irodalom: KOLOSZÁR (1988), CSILLAG et al. (1994a,b, 1998), BUDAI, CSILLAG szerk. (1999), BUDAI et al. (2002).

Jelentőség: A Kornyi-tó élőhelye jelentős értéke a Káli-medence élővilágának. A tó partjáról, a medence közepéről körültekintve elénk tárul a Káli-medence majdnem teljes területe. A változatos geomorfológiai és földtani felépítés is jól áttekinthető.



47. ábra. A Kornyi-tó, a háttérben a Káli-medence DNy-i peremét alkotó hegyekkel és Badacsonynyal

18. Köveskál, Fekete-hegy, a Vaskapu-völgy felső szakasza

Megközelítés: Köveskál központjától légvonalban kb. 2,5 km. A falutól ÉNy-i irányban ki vezető zöld □ jelzésen induljunk el (nem jó a térképi kék + jel!). A jelzést követve elhagy-

juk a falut és a Csíkházi úton a szőlőművelt terület határára érünk. Innen a zöld □ a szőlők közt kanyarodó földúton vezet fel a kék – jelzésig. A jelzést elérve jobbra kanyarodunk és 400 m hosszan ÉK-i irányban megyünk, ahol a kék – jelzés balra egy lösz mélyúton halad tovább. A mélyút bevágásában a lösz erdőtalaj, majd durva bazalttörmelék váltja fel. A kék – jelzés 100 m után jobbra kifut a szőlők közé, de mi egyenesen megyünk tovább. A Vaskapu-árokknak nevezett vízmosás az úttól Ny-ra (balkéz felé) húzódik, amelybe 200 méter után ereszkedünk bele (BUDAI et al. 2002 alapján).



48. ábra. Köveskál környéke a 18–19. ponttal

Földtan (BUDAI et al. 2002 alapján): A vízmosás oldalában 200-300 méter hosszan van feltárva a vulkáni törmelékes rétegsor, amelyben a hullott piroklaszt és az alapi torlóárak által lerakott üledékrétegek váltakoznak egymással. A kőzet szürkésbarna színű, jól rétegzett lapillis tufa, amelyben mészkő és dolomit zárványok fordulnak elő. A rétegsor párhuzamos-, kereszt- és ferde-rétegzett. Egyes rétegeken belül gradáció, máshol egykori áramlási csatornák nyoma fellelhető. A vízmosásban tovább haladva felfelé bazalt váltja fel a piroklasztot. A piroklaszt és a bazalt határán ered a Boros Ádám-forrás, melynek vize a bazalton átszivárgó felszíni csapadékból táplálkozik, és a vízzáró piroklaszt határán rétegforrásként lép a felszínre. A bazalt sötétszürke, finomkristályos, tömött szövetű, rétegszerű elválási síkokkal tagolt. Helyenként folyásirányban megnyúlt hólyagüregek figyelhetők meg benne. Kicsit feljebb a vízmosás mindkét oldalát bazaltfal alkotja, innen ered a Vaskapu-árok elnevezés. A feltárás különlegességei a kissé kaotikus szerkezetű, gyüredezett padok (49. ábra). Ez a



szerkezet arra utal, hogy a lávaár itt nekitörődött az azóta lepusztult tefragyűrűnek, ami körbezárta az egykori kitörési centrumot.

49. ábra. A Vaskapu-árok felső szakaszának ívelten lemezes szerkezetű bazaltja (BUDAI et al. 2002)

Irodalom: BUDAI, CSILLAG szerk. (1999), BUDAI et al. (2002), TRUNKÓ et al. (2000), MARTIN et al. (2003).

Jelentőség: A Fekete-hegy vulkáni felépítése itt tanulmányozható a legjobban, a feltárás jól illusztrálja a terü-

let hidrogeológiai jellegzetességét, az ebben a szintben fakadó forrásokat.

19. Köveskál, alapszelvény

Megközelítés: Köveskáltól keletre, a felső temetőhöz vezető úton személygépkocsival is megközelíthető (a balatonhenyei elágazástól kb. 1 km) a Burnót-patak partján feltárt szelvény (48. ábra).

Földtan (BUDAI et al. 2002 alapján): A feltárásban a középső-triász rétegsor felső szakaszának legteljesebb szelvénye a Balaton-felvidék DNY-i részén (50. ábra). A rétegsor alsó szakaszát a Vászolyi Formáció világoszöld, vékonyan rétegzett tufaösszlete alkotja. E fölött a halványvörös Nemesvámosi Mészke gumós, tűzköves padjai következnek, amelyek között több vékony, fölöttük pedig egy arasznyi vastag tufaréteg települ. A Nemesvámosi Mészke sárgásszürke felső szakaszára folyamatosan települ a világosszürke Füredi Mészke, amelynek alsó szakaszából elvéve ammoniteszek (*Frankites regoledanus*), felső rétegeiből bordás kagylók (*Daonella reticulata*) kerültek elő.



50. ábra. A Köveskál melletti középső–felső-triász alapszelvény vázlatos rétegsora (BUDAI et al. 2002 alapján). Jelmagyarázat 1 — mállott tufa, kovás tufit; 2 — pados, gumós, tűzköves mészke; 3 — agyagos, gumósmészke; 4 — pados mészke

Irodalom: SZABÓ I. (1990), BUDAI (1999a), BUDAI et al. (2002), KOZUR & MOSTLER (1971).

Jelentőség: A köveskáli alapszelvény az egyetlen ismert feltárás a Balaton-felvidéken, ahol a felső-ladin és az alsó-karni rétegek egymásra települése tanulmányozható.

20. Mindszentkál, Kereki-domb

Megközelítés: A domb a zánka–tapolcai út északi oldalán emelkedik, Kereki-pusztával szemben. Célszerű a domb keleti oldalán elsétálni a mögötte található kis templomromig és onnan felmenni a feltárásokhoz, amelyeket a bozót miatt nehéz másfelől megközelíteni (41. ábra).

Földtan (NÉMETH et al. (in press) alapján): A domb a Káli-medence talpán található. Környezetében a medence 135-140 m-es felszínét alsó-triász formációk alkotják. Közvetlenül a domb környékén néhány méter vastag felső-pannóniai homok és abrázios kavics települ. Az É–D irányban megnyúlt alakú domb hossza kb. 200 m, szélessége 120-130 m, csúcsa kb. 40 méterrel emelkedik a medence fölé.

A dombot piroklasztit kőzetek építik fel. VITÁLIS (1911) a K-i csúcson oszlopos elválású bazaltot írt le, ezt azonban nem sikerült megtalálnunk. LÓCZY (in VITÁLIS 1911, p. 23.) a domb DNy-i tövében, az országút és az egykori dűlőút kereszteződésében egy ÉK–DNy-i bazalttelért említett. Ennek nyomát a néhány éve fektetett gázvezeték árkában sem lehetett látni. A piroklasztit rétegek a domb felső részén található szálfeltárásokban gyengén, közepesen illetve vastagon rétegzettek. A rétegdőlés meglehetősen egyveretű, keleties csapású, magas dőlésszög értékekkel (>60°). A rétegek hullámos felszínűek, gyakoriak a kimosási csatornák. Keresztrétegzés ritkán, de előfordul laposszögben, gyengén fejletten. A lapilli méretű járulékos kőzettöredékek anyaga elsősorban szögletes karbonát szemcse, kevés



permi vörös homokkő, illetve agyag és homokkő, ritkán márga.

51. ábra. Meredek dőlésű diatrémakitöltés a Kerekidomb Ny-i oldalán (BUDAI et al. 2002)

Irodalom: BUDAI et al. (2002), NÉMETH et al. (in press), VITÁLIS (1911).

Jelentőség: Könnyen megközelíthető feltárása a Káli-medencére és környékére jellemző erősen lepusztult vulkáni kürtő/diatréma roncsoknak, mint ilyen érdemes lehet a GEOSITES-listára felkerülésre.

21. Mindszentkállya, Köves-hegy

Megközelítés (BUDAI et al. 2002 alapján):

Mindszentkállát észak felé elhagyva az út egy autóval járható mélyútban folytatódik Ny-i irányban, amin kb. 1 km-t kell megtenni, amíg megérkezünk a Köves-hegy lábánál lévő kőkereszthez. Innen gyalog folytatva az utat a kék – jelzést követve a Köves-hegy és Láz-tető közötti gerincre érünk fel. A Tapolcai- és a Káli-medence közötti vízválasztót alkotó gerincre érve balra fordulunk és vadcsapásokat követve érkezünk el a Köves-hegy kőfolyásának lábához (*52. ábra*).

52. ábra. A Köves-hegy helyszínvázlata

Földtan: A környezetéből meredeken kiemelkedő, É–D-i irányú hegyet bazalt építi fel. Jelenlegi ismereteink alapján nem eldönthető, hogy a bazalt a Hajagos krátere felől indult egykori lávafolyás anyaga, vagy egy É–D-i hasadékvulkán maradványa.



Különleges tájképi megjelenését a hegy É-i lejtőjén kialakult periglaciális kőfolyás adja. A kőfolyás tetején még kibukkannak a szálban álló bazaltoszlopok, de a lejtő döntő részét a szétfagyott bazaltból származó blokkos közettörmelék meredek törmelékletője alkotja (7. ábra). Így morfológiailag a lejtő a határán van a szál és törmelék közetekből felépülő törtlejtőnek és a törmelékbe temetkezett szálközeten kialakuló egyenes lejtőnek.

Irodalom: CSILLAG (1999b), BUDAI et al. (2002).

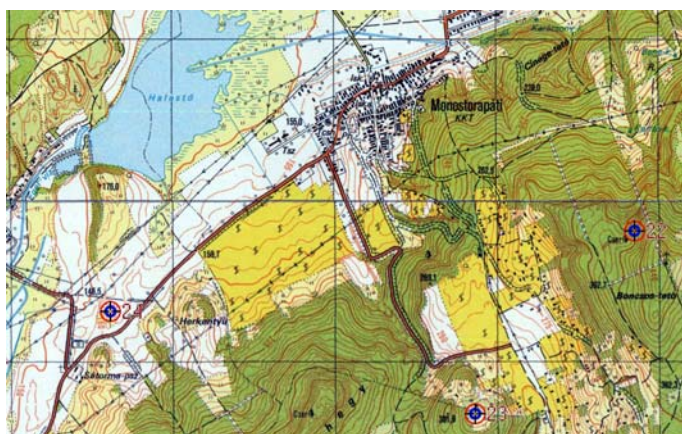
Jelentőség: Amennyiben a bazalt lávafolyás-eredetű, akkor a vulkanizmussal egykorú paleomorfológiát mutatja, amennyiben hasadékvulkán, akkor a pliocén tenziós feszültségek látványos bizonyítéka. A kőfolyásos jellegű törmeléklető a magasabb középhegységi–magashegységi formakincs különleges megjelenése ezen a tengerszintfeletti magasságon, ami könnyebben megközelíthető, mint a Tapolcai-medence tanúhegyeinek hasonló lejtői.

22. Monostorapáti, Boncsos-tető

Megközelítés: A Fűzes-tó és a Fekete-hegy közötti szőlőkhöz felvezető aszfaltút végétől 1 km ÉK-i irányban a Boncsos-tető felépítését bemutató kis, felhagyott kőfejtő (53. ábra). Terepjárával nehezen megközelíthető pont.

53. ábra. Monostorapáti környékének helyszínvázlata a 22–24. pontokkal

Földtan: A Boncsos-tető salakkúpja a Fekete-hegy lavatakarójára települt a vulkáni működés záró szakaszában. A mai csúcs kb. 90 méterrel emelkedik a fennsík fölé. Anyaga vörös lávasalak, amiben igen gyakoriak a különböző méretű orsóbombák és egyéb, a kürtöből kirepült, jellegzetes formájú lapillik. A hegy északi lejtőjén egy kis kőfejtő tárja fel a rétegsort. A rétegek igen meredek (35–45°) dőlése, a mátrix teljes hiánya, a blokkok, bombák 1 métert közelítő legnagyobb mérete arra utal,



hogy az egykori kürtőbe visszahullott anyag (5. ábra). A rétegek délies dőlése alapján a kráter északi része a Boncsos-tető mai, meredek, északi lejtőjén lehetett, tehát igen jelentős lepusztulás történt, mivel a mai csúcs csak az egykori vulkán déli részének a maradványa.

Irodalom: NÉMETH, CSILLAG (1999).

Jelentőség: Ez az egyetlen feltárás jelenleg, amiben látható a Bakony–Balaton-felvidék Vulkáni Területre igen jellemző, sok mai kiemelkedést (Bondoró, Agár-tető, a közeli Füzes-tó környéke, stb.) felépítő Stromboli-típusú vulkán rétegsora.

23. Monostorapáti, a Füzes-tó környéke

Megközelítés: Monostorapáti nyugati szélén, a temető mellett dél felé kiágazó aszfaltúton személygépkocsival könnyen megközelíthető. Az aszfaltút végétől DNy-ra kb. 500 méterre található a Kopácsi-hegy gyűrűje által körülvelt lefolyástalan terület legmélyebb részén a Füzes-tónak nevezett, kissé vizenyős terület (53. ábra).

Földtan: A Kopácsi-hegyet változatos méretű, néhány esetben a m³-t is megközelítő nagyságú vulkáni bombák, bazaltsalak törmeléke építi fel. Gyakoriak az ún. bélelt bombák, amelyeknek vékony, vörös, bazaltkérgé alatt lherzolit található. A Füzes-tó területén mélyült kézi fúrás kb. 10 méterig csak negyedidőszaki lejtőtörmelékes, finomszemű deluviumot tárt fel. A terület morfológiája egy, a körvonalait teljes épségben megőrzött, de erősen lepusztult salakkúpra utal.

Irodalom: BUDAI, CSILLAG szerk. (1999), NÉMETH & SZABÓ Cs. (1998).

Jelentőség: A Balaton-felvidék talán legépebben megőrződött egykori vulkáni kráter maradványa, amit még a beépítés sem bontott meg.

54. ábra. A Füzes-tó és környékének légifelvétele



24. Monostorapáti, Sátorma-puszta, homokbánya

Megközelítés: A veszprém–tapolcai út hegyesdi elágazásától kb. 500 méterre északkeletre, a tapolcai út északi oldalán lévő kis domb K-i tövében lévő homokfejtő földúton személygépkocsival is megközelíthető (53. ábra).

Földtan: A feltárásban a Kállai Formáció felső részének jól rétegzett, uralkodóan homok anyagú néhány méteres szakasza tanulmányozható. Egyes rétegekben kicsiny, néhány centiméteres likvefakciós jelenségek, életnyomok, bioturbációra utaló szerkezetek láthatók. A homokot egy ék alakú kis vetőpár néhány cm-es nagyságrendben elveti. Fedőjében bazalt anyagú, feltehetően a domb fölött emelkedő Sátormáról származó durva, hegylábi torrenciális jellegű negyedidőszaki rétegek települnek.



55. ábra. A Sátorma-puszta melletti kis homokbánya feltárása: folyósodás: likvefakció (balra) életnyom (középen és az ék alakú vetőpár (jobbra)

Irodalom: BUDAI, CSILLAG szerk. (1999), BABINSZKI et al. (2003).

Jelentőség: Kívül esik a Káli-medencén, de rétegsora, kifejlődési jellege alapján érdemes együtt tárgyalni. Könnyen megközelíthető, jó feltárás, ami hasznos információkkal szolgálhat a felső-pannóniai üledékképződés részletes vizsgálatához.

56. ábra. Salföld környékének helyszínrajza a 25. ponttal



25. Salföld, kőtenger

Megközelítés: Közvetlenül a Salföldre bevezető út mellett található (56. ábra).

Földtan: A Kállai Formáció homokanyagának részleges kovásodása során kialakult változatos méretű homokkő tömbök állnak ki a homokos felszínből. A kovásodás magyarázata, eltérően a korábbi, utóvulkáni működéshez kötődő elméletekhez, minden bizonnyal a felszínalatti vizek mozgásához köthető, a felszín alatt, az egykori kilépési hely közelében kicsapódó kovás oldatok hozták létre (THIRY et al. 1988, THIRY, MARÉCHAL 2001). Annak, hogy helyenként csak tömbök (Salföld, Kővágóörs, stb.), másutt összefüggő, 100 méteres nagyságrendet elérő kovás homokkőtestek alakultak ki, az oldott kovaanyag mennyiségének változása lehet az egyik oka. Másik magyarázat lehet a kialakult morfológia stabilitása, hiszen a hosszan fennálló morfológiai helyzetben hosszú ideig ugyanott játszódhatnak le ezek a folyamatok. A harmadik magyarázat a felszínalatti víz mennyisége lehet. Ezt látszik megerősíteni, hogy az összefüggő homokkőtestek a Káli-medence északi peremén, a bako-nyai, részben karsztos terület előtt alakultak ki, míg a tömbös kifejlődés leginkább a Káli-medence déli peremére jellemző, ahol viszonylag kicsiny, uralkodóan nem jó víztározó-vezető képességű perm homokkő összlet építi fel vízgyűjtő területet (**2. melléklet**). A homokkő tömbök a fedő lepusztulása során a talaj alatti zónába kerültek, ekkor alakultak ki a karsztos formákhoz igen hasonló gyökérkarrok. Később a felszínre kerülő tömböket a száraz periódusokban erős deflációs hatás is érte, amit az erősen lecsiszolt, „polírozott” felszínnek is igazolnak (*57. ábra*). A tömbök felszínén létrejött különböző méretű lefolyástalan mélyedések alakulása ma is folyik. Ezek az ún. „madáritatók” egyre mélyebbé, nagyobbá válnak a felszín kisebb mélyedéseiben visszamaradó víz, a benne felhalmozódó humusz-savak, növényi bomlástermékek hatására, amelyek lassan, fokozatosan oldják a kőzetet (*60. ábra*).

57. ábra. A salföldi kőtenger felszíne (a), gyökérkarrok (b) és északias kitettségű szélcsiszolta felszín (c)



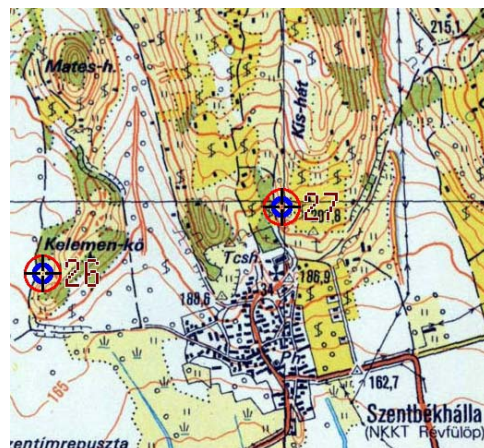
Kialakulásuk részben a deflációs hatások előtt történt, úgy látszik ugyanis, hogy a madáritatókban a csiszolt felszínek nyomai helyenként felismerhetők.

Jelentőség: A kovás homokkő különleges képződési módja alapján a Párizsi-medencében találni hasonló képződményeket. A változatos közetmorfológia a nem karbonátos kőzetek oldódási formáinak ritka bemutatási lehetősége (pl. a gránit felszínén is hasonló madáritatók alakulnak ki), amiből hazánkban nem sok akad. A defláció során kialakult kis barázdák, csiszolt felszínek, elmetszett kavicsok legszebb példái itt találhatók a Káli-medence területén. A feltárás jelentősége alapján érdemes a GEOSITES-listára felkerülésre.

26. Szentbékálla, Kelemenkő

Megközelítés: A Szentbékállától Ny-ra kb. 700 méterre található, ÉK–DNy csapású kb. 350 m hosszú dombvonulatot Szentbékálláról (58. ábra), vagy a Mindszentkállai Szentimrepuszta felől lehet földúton megközelíteni szemlélygépkocsival.

58. ábra. Szentbékálla környékének helyszínvázlata a 26–27. pontokkal



Földtan: A Kállai Formáció kavicsos homokrétegeinek cementálódása során kialakult kb. 350 m hosszú, 50-80 széles homokkőtest alkotja a dombot. Ez a legnagyobb cementált homokkő test a Káli-medencében. (Földtani leírás lásd 25. Salföld pontnál.)

Az egyik önálló sziklán egy ingókő is kialakult (59. ábra).

59. ábra. Az „ingókő” a Kelemenkőnél



Részletes szedimentológiai, geokémiai vizsgálata még nem történt meg. A szélnek kitett ÉNy-i oldalán jól látszik, hogy az erózió és a defláció hogyan pusztítja a kőtengert. A felszín lecsiszolása alig van hatással a kőzetre, ugyanakkor a szélnek kitett oldalon a cementálatlan fekvő a sziklafelszín alatt kb. 2 méterrel már a felszínre bukkan. Ennek elhordódásával a sziklafelszín oldalról kipreparálódik, majd alátámasztását elvesztve leomlik, ami természetesen csök-

oldalról kipreparálódik, majd alátámasztását elvesztve leomlik, ami természetesen csök-

kenti az oldalról harapódzó lepusztulás mértékét. A domb ÉNy-i részén egy, a helyszínen hagyott, félig megmunkált malomkő utal az egykori hasznosításra is.



60. ábra. A Kelemenkő sziklafelszíne (a), nagy méretű madáritóval (b), valamint a szélciszolta felszín elemezett kavicsokkal

Irodalom: BUDAI et al. (2002), BUDAI, CSILLAG szerk. (1999), CSILLAG in press, THIRY et al. (1988), THIRY, MARÉCHAL (2001).

Jelentőség: A legnagyobb, leglátogatottabb „kőtenger”, ahol az üledékképződés, cementálódás, lepusztulás, deflációs felszínképződés és a hasznosítás egyaránt jól bemutatható. A GEOSITES-listára kerülésre feltétlenül érdemes.

27. Szentbékállai, szabadtéri színpad

Megközelítés: Szentbékállai község É-i végében, az É felé kivezető földút K-i oldalán található a felhagyott kőfejtő fala (58. ábra). A 90-es években szabadtéri színpadot alakítottak itt ki. Sajnos jelenleg magánterület, ami 2003. augusztusában már be is volt kerítve.



61. ábra. A szentbékállai „szabadtéri színpad” feltárása, az alsó tömeges és felső, jól rétegzett piroklasztár-rétegekkel (a). Lherzolit, lapilli, és a prevulkáni képződmények anyaga az alsó összletben (b), nagy méretű triász mészkő blokk a jól rétegzett összletben (c), valamint az alsó összlet gázkilépési csatornái (d).

Földtan: A feltárás egy ősi völgyben lezúdult vulkáni törmelék-ár képződményeit mutatja be (61. ábra). Az egykori völgy a laza pannóniai üledékekbe vágódott bele. A kiemelt térszín azóta lepusztult, és a völgyet kitöltő, ellenállóbb kőzet, a piroklaszt-ár anyaga kipreparálódott, a geomorfológiai inverzió szép példáját alakítva ki. A freatomagmás kitörés központja innen északi irányban néhány kilométeres távolságon belül lehetett, és talán a Kopácsi-hegy kráterével azonosítható. A feltárásban a rétegsor két, egymástól jól elkülöníthető kőzetestre osztható. Az alsó, tömeges, rétegmentes összlet az egykori ár fő tömegéből alakult ki. Anyagában az elsődleges vulkáni kőzetek mellett megtalálhatóak a Föld köpenyéből származó úgynevezett peridotit-zárványok. Ez a kőzet szabad szemmel is könnyen felismerhető jellegzetes ásványai, a zöldes-barna olivinek és a fekete piroxének alapján. Gyakoriak a vulkáni anyag által áttört idős alaphegység rétegsorából kiszakított perm, triász és pannóniai kőzetekből álló zárványok (xenolitok) is. A piroklaszt-ár magas hőmérsékletére utalnak a feltárásban látható gázkilépési csatornák, amelyeken keresztül mintegy

„kifűjt” a forró gőz, magával ragadva a finom port és a homokszemcse méretű törmelékot (61. ábra). A réteg tömör szerkezete ugyancsak a gőzök és gázok gyors távozásával magyarázható. A felső, jól rétegzett szint ugyancsak a piroklaszt-ár részeként, de az áramlás sodorvonalától távolabbi zónában rakódott le. A képződmény jól rétegzett szerkezete ebben az esetben nem víz alatti, hanem sűrű, sárszerű áramló közegben történt lerakódásra utal (BUDAI, CSILLAG 2002 alapján).

Irodalom: NÉMETH, CSILLAG (1999), BUDAI et al. (2002), NÉMETH, MARTIN (1998, 1999b).

Jelentőség: Jól megközelíthető, látványos feltárás, ahol a freatomagmás vulkanizmus során lejátszódó egyes folyamatok kiválóan bemutathatók.

28. Zánka, Hegyes-tű

Megközelítés: Kitáblázott, aszfaltút vezet fel a zánka–tapocai útról Monoszló felé letérve (62. ábra).

62. ábra. Zánka környékének helyszínvázlata a Hegyes-tűvel



Földtan: A Hegyes-tű a Balaton-felvidék és talán az egész ország leglátványosabb vulkáni kúpja, amelynek belső szerkezetét a bazaltbánya tárja fel (64. ábra).



63. ábra. A Hegyes-tű oszlopos bazalt összletének peremi kifejlődése, az egykori kürtő/kráterperemének peperites jellegű képződményeivel



A bányaudvar jelenleg természetvédelmi bemutató terület, ahol a környék földtani térképe és a területet felépítő főbb közettípusok is tanulmányozhatók. A Hegyes-tű a pannon vul-

káni működés során keletkezett, bazalt lávakőzettel kitöltött kürtő, amelyet a pannon utáni erózió preparált ki környezetéből. A vulkáni működés itt nem járt együtt tufaszórással, a bemutató táblákon a hegy körül feltüntetett piroklasztit gyűrűnek nincs nyoma a feltárásokban. Az egykori kürtő falához közeli szakaszt tárja fel a bánya egyik sarka, ahol a peperites jellegű kőzetanyag a magma és az áttört öszszlet keveredésére utal (63. ábra). A vulkáni test fő tömegét fekete bazalt alkotja. A kőzet oszlopos elválása a láva hűlése során jött létre. Az alsó szinten hólyagos és úgynevezett „kukoricaköves” bazalt is található. A hólyagüregek elhelyezkedésében helyenként irányítottság figyelhető meg.

Irodalom: NÉMETH, CSILLAG (1999), BUDAI et al. (2002).

Jelentőség: Rendkívül látványos, kedvelt kiránduló helye a Balaton-felvidéknek. A kialakított geológiai bemutató hely a Balatonfelvidéki Nemzeti Park földtani „közepontjává” teszi a Hegyes-tűt amelynek felvétele a GEOSITE-listára feltétlenül indokolt.



64. ábra. A zánkai Hegyes-tű oszlopos bazaltfeltárása a poligonális elválási hűlési formákkal (közelkép)

III. táblázat. A Káli-medence geotopjainak összefoglaló táblázata (következő oldal). NP – Nemzeti Park; s – szakmai jellegű geotop; l – „laikus” érdeklődők számára jelentős geotop

Sor- szám	Földtani érték (geotop) helyszíne	NP terület	Minő- sítés	GEOSITE javaslat	Bemért pont	EOV koordináták		Földrajzi koordináták	
						x	y	φ	λ
1.	Badacsonyörs, Őrsi-hegy	igen	s		a sziklafal középe	164329	534684	46,8132	17,53636
2.	Balatonhenye, Curgó-forrás környéke a Burnót-patak szurdokával	igen	s-l		Curgó-kút	175652	540749	46,91607	17,61308
					a sziklák a kút felett	175648	540822	46,91605	17,61404
3.	Balatonhenye, forrásmészko a Fekete-hegy oldalában	igen	s		laminit egy pincé- nél	174646	540069	46,90691	17,6044
					forrás mészkő szikla	174678	539829	46,90716	17,60124
4.	Balatonhenye, Magyar-tető, kőbánya	igen	s-l		a bánya Ny-i része	176608	541151	46,92474	17,61814
5.	Balatonrendes, Rendesi-hegy, kőbánya	nem	l		felső udvar, Ny-i fal	166309	537652	46,83152	17,57474
6.	Diszel, a Hajagos nagy bazaltbányája	nem	s-l	G	bejárat	172132	533461	46,88317	17,51833
7.	Gyulakeszi, Kőmagas (Papsapka)	igen	l		a tető É-i pereme	170121	531856	46,8648	17,49779
8.	Kékkút, Kütyü-dombi csarabos	igen	s		a sziklák	167739	535225	46,84396	17,54257
9.	Kékkút, Theodora-forrás	igen	l		közkút	168888	537114	46,85463	17,56706
10.	Kékkút, a Harasztos-hegy vulkáni kürtője	igen	l		a dombtető	169275	536288	46,85796	17,55613
11.	Mindszentkál, Kereki-pusztától D-re, egy meliorációs árok	igen	s		az árok DK-i vége	169414	537644	46,85945	17,57387
					az árok ÉNy-i vége	169847	537387	46,8633	17,5704
12.	Kővágóörs, a Nyálas-tótól É-ra, a Lovasi Agyapala mállott felszínének kibúvása	határ	s		az erdei út	169240	542326	46,85866	17,6353
13.	Kővágóörs, kavicsbánya a Lapos-Hegyes-tű tövében	igen	s-l		Ny-i bányafal	169852	541250	46,86399	17,62105
14.	Kővágóörs, kötenger	igen	l		a Ny-i vége	168590	540237	46,85247	17,60807
15.	Kővágóörs, perm/triász határ a falutól D-re	nem	s-l		a feltárás	167336	539905	46,84114	17,60403
16.	Kővágóörs, kis bányák a Tepincs-dombtól DK-re pannon abrázió	nem	s		gödör: abr. kavics	166862	538695	46,83667	17,58828
					mart törmelék	166925	538990	46,83729	17,59213
17.	Kővágóörs-Köveskál, a Kornyi-tó	igen	l		a szobrok dombja	170035	539460	46,86534	17,59753
18.	Köveskál, a Vaskapu-völgy felső szakasza	igen	s-l		a forrás felett az út	174232	539335	46,90306	17,59487
19.	Köveskál, alapszelvény	igen	s		10. réteg	172453	540648	46,88729	17,61253
20.	Mindszentkál, Kereki-domb	igen	s-l	G	Ny-i oldal sziklái	170865	537015	46,87239	17,56527
21.	Mindszentkál, Köves-hegy	igen	l		tető É-i része	171295	533999	46,87574	17,5256
22.	Monostorapáti, a Boncsos-tető	igen	s-l		a bányaudvar	175809	537851	46,917	17,575
23.	Monostorapáti, a Füzés-tó és környéke	igen	s		a „tó” É-i széle	174672	536864	46,9066	17,56233
24.	Monostorapáti, Sátorma-puszt, homokbánya	nem	s		a bányafal	175301	534617	46,91187	17,53269
25.	Salföld, kötenger	igen	s-l	G	a déli tábla	166262	536074	46,83083	17,55407
26.	Szentbékáll, Kelemenkő	igen	s-l	G	Ny-i tábla	172930	536326	46,89085	17,55571
27.	Szentbékáll, szabadtéri színpad	igen	s-l		a színpad	172981	536997	46,89142	17,5645
28.	Zánka, Hegyes-tű	igen	l	G	panoráma tábla	172598	543274	46,88901	17,64694

GEOSITES, Geopark a Káli-medencében?

Az előzőekben bemutatott geotopok alkalmasak a Káli-medence és környékének földtani bemutatására. Mind a széles értelemben vett érdeklődő közönség, mind a szűkebb szakmai szempontok alapján érdeklődő turista, mind pedig a szakember megtalálja ezeken a helyszíneken az őt érdeklő földtani ismereteket. Remélhetően a Káli-medence „helyi GEOSITES-listája” ösztönzően hat a további, szükséges lépésekhez, hogy a magyar földtan nemzetközi szinten is érvényesítse a magyarországi földtani értékek már másfél évszázada világszerte elismert jelentőségét. Ehhez azonban a magyar földtannak hivatalosan is be kell kapcsolódnia a ProGeo projektbe, ami a GEOSITES-lista európai részét állítja össze.

A földtan hivatalos képviselőinek — elsősorban a szakma két „zászlós hajójának”, a Magyarhoni Földtani Társulatnak és a Földtani Intézetnek — az eddigieknél sokkal nagyobb szerepet kell vállalniuk a természetvédelemben, ugyanakkor az államigazgatás természetvédelmi szervezeteinek az eddiginél sokkal aktívabb feladatkört és jelenlétet kell biztosítaniuk a földtani természetvédelem értékeit ismerő és képviselő geológusok számára. Ebben a legfontosabb szerep a Földtani Intézetnek, mint a magyar állam földtani szakértői szervezetének kell(ene) jusson. Az intézmény által delegált szakértőknek kell(ene) képviselni a földtani szempontokat a természetvédelmi döntéshozatalban. Ez biztosíthatja a felelősségvállalást a döntésekben, valamint a megfelelő szakmai színvonalat, hiszen az intézet képviselője mögött a legnagyobb hazai földtudományi intézmény áll.

Első feladata ennek az együttműködésnek a geotopok védelmének megoldása. Ezek ugyanis gyakran olyan területeken — községek határában, elhagyott bányaterületeken — találhatóak, amelyek a hagyományos „bio-szemléletű” természetvédelem döntési folyamataiban csak eltüntetendő tájsebekként, legjobb esetben érdektelen területekként jönnek szóba. A **III. táblázat** jól mutatja, hogy a Káli-medence geotopjainak egy része nem csak a fokozottan védett területeken esik kívül, ami önmagában egyáltalában nem baj, hanem magán a nemzeti park területén is, vagyis a park kialakítása során a földtani szempontokra nem voltak tekintettel. A tanulságok levonása talán még nem késő. A teljes, biogén és abiogén táji örökség megóvásához mindkét irányból szükséges egy terület komplex felmérése, tudományos kiértékelése, ez után következhet az adott szakterület specialistáinak javaslatai alapján a különböző szinten védendő területek kijelölése. Ebben a folyamatban tehát a döntéshozatal előtt megszületnek a különböző szintű GEOSITES-listák, könnyebbé válik a nemzetközi listára felkerülés, hiszen ehhez alapfeltétel a geotop védett volta.

A földtani megközelítés talán alacsonyabb fokú védelmet, de nagyobb terület kiválasztását indokolja. Miről van szó? Ahhoz, hogy a tudományos, az oktatási és a „geoturisztikai” igényeknek egy terület megfeleljen, szükséges a terület egészének fejlődéstörténeti, a rétegtani egységeket követő általános bemutatására megteremteni a lehetőséget. A Káli-medence esetében például nélkülözhetetlen a terület színvonalas ismertetéséhez a perm időszerű képződmények bemutatása, noha erre csak az egyéb szempontok alapján kevésbé jelentős déli hegyvonulaton van lehetőség. Itt célszerű lenne olyan védettségi szintet kialakítani, ami biztosítja a földtani bemutatás lehetőségét, a védett pontok fennmaradását, de nem jelent a lakosság, az erdő- és mezőgazdaság számára zavaró korlátozást.

A földtörténet egyik legjelentősebb kihalási eseményének idejét magában foglaló perm/triász határnak a nagyközönség számára hozzáférhetővé tétele szintén igen fontos szempont, bár a feltárás minden egyéb természetvédelmi szempont alapján érdektelen. Különösen jelentős szempont ez a Káli-medence esetében, ahol ez a határ szakmailag is érdekes, mivel kifejlődése itt eltér a Balaton-felvidéken máshol megismert feltárásokétól. Ha a Geopark-program szemléletével közelítjük meg a kérdést, kedvező a helyzete. Kővágóörs régi zsidó-temetője alig 500 méterre, északra található a védelemre javasolt feltárástól. Az egyik kulturális, nemzeti örökségünk része, a másik földtörténeti múltunk fontos emléke. A kettő együtt már kellő súllyal bír a védelemre nyilvánításhoz, egy tanösvénnyel a kettő összeköthető, a községnek is érdeke fűződik hozzá, hogy minél több látnivalóval szolgáljon, és egyben rendezze határában a helyenként kissé kaotikus viszonyokat. Ehhez a geotop esetében egy minimális terület védetté nyilvánítása és a megközelítési lehetőség (egy ösvény) biztosítása szükséges.

A következő jelentős probléma a földtani természetvédelem esetében a bányák helyzete. A Káli-medence értékeinek számbavétele során számos bánya került fel a geotop-javaslatok listájára, ezek közül akad olyan is, amelyet a nemzetközi listára is érdemes javasolni. Ezek esetében is bizonyosan lehet kompromisszumos megoldásokat találni a természetvédelmi apparátusnak, a geológusoknak és a bányák tulajdonosainak, amennyiben még valóban bányatelkekről van szó. A megszűnt bányák esetében valószínűleg könnyebb a helyzet, a védelem egyszerűbben biztosítható.

Ezek a lépések bizonyosan elvezetnek addig a pillanatig, amikor a Káli-medence néhány geotopja felkerül a nemzetközi GEOSITES-listára.

Felmerül azonban a kérdés, valóban pontonként lehatárolt, viszonylag kis kiterjedésű geosite-ok jelentik az ideális megoldást a Káli-medence esetében? A terület nagysága nem döntő szempont egy geosite elbírálása esetén. WIMBLEDON et al. (2000) szerint egy nagyobb területű geosite több „magterületet” (core areas) is magába foglalhat. Ebből a szempontból változatosságával, egymásra épülő feltárásaival a Káli-medence egészében is ideális lehet egyetlen geosite-ként, hiszen a földtani folyamatok, események összefüggései talán a legfontosabbak, amiről a Káli-medence geotopjai mesélhetnek. A listában javasolt pontok egy kb. 12x12 km-es területen belül találhatóak, a kb. 144 km²-es terület változatossága, a feltárások jellege, összefüggése indokolhatja ezt a megoldást is.

Ez utóbbi kérdés, illetve megoldási lehetőség átvezet a következő témához. Lehet-e — pusztán szakmai szempontból feltéve a kérdést — Geoparkot kialakítani a Káli-medencében?

A válasz egyértelmű igen. A földtani szakmai szempontok meggyőzőek kellene legyenek az előzőekben ismertetett 28 geotop alapján. Az eddig létrehozott Geoparkok területe 15 000–200 000 hektár között változik ([geopark_ismertető](#)), a Káli-medencének a leírt legtávolabbi geotopok által határolt területe (144 km²) ennek alsó határát éri el. Ugyanakkor a kialakítandó Geoparkot Szigligetig, Szent György-hegyig megnagyobbítva nyugat felé, észak felé az Eger-patak völgyében az elmúlt években kialakított művészeti, kulturális központot és a völgyet északról határoló Bondorót, Agár-tetőt hozzákapcsolva a központi, Káli-medencei területhez már egy kb. 380 km² körüli terület alakul ki, ami egy kisebb Geopark területének megfelel. Az egyéb, a földtani értékekhez kapcsolódó kulturális, történelmi és néprajzi értékek ismertek, részévé váltak a létszámában csökkenő tendenciákat mutató, de remélhetően egyre intenzívebb, a Balaton parti programokon kívül más iránt is érdeklődést mutató turizmusnak. A borturizmus, lovas turizmus feltételei adottak, a régészeti lelőhelyek jelentős részét a vidék domborzatához illeszkedő várak jelentik. A terület gazdag építészeti emlékekben (Szigliget, Salföld stb. házai, az Eger-patak vízi malmainak maradványai, az öreg présházak szinte minden falu szőlőhegyein, az elhagyott falvak templomainak maradványai, stb.). Összefoglalva megállapítható, hogy a Káli-medencében és tágabb környékén egy Geopark létrehozásához minden külső feltétel adott.

A földtani kutatás és a természetvédelem kapcsolatának vizsgálata, értékelése során nem lehet figyelmen kívül hagyni az ismeretterjesztést. A földtani ismeretek átadása a nagyközönség számára elválaszthatatlan feladata minden tudományos kutatási program-

nak, bármely tudományterületről legyen is szó. A földtudományoknak sok látványos ismeretterjesztő munka megjelenése ellenére nagy az adóssága ezen a területen.

Annak a „mindennapi környezet”-nek a bemutatása, megértetése hiányzik elsősorban, ami a helyi közösségeket bárhol az országban körülveszi, ami mellett naponta mennek el. Márpedig az értékek megőrzése jelentős mértékben ezeken a helyi közösségeken, önkormányzatokon, iskolákon múlik a jövőben. Központi kezelésben nem kivitelezhető a nagy számú alapszelvény, bemutató hely fenntartása, megóvása, a bemutatott felületek letisztítása, a terület megóvása a szemetelés különböző fokozataitól, stb. Az ismeretterjesztés e kérdéseiben egyre szorosabb együttműködésre kell(ene) törekedni a természetvédelem helyi apparátusa és tudományos kutatást végző intézmények között, közösen keresve a kapcsolatot a védett, vagy védendő értékek környezetében élőkkel, elsősorban a környezeti nevelésre legnyitottabb általános és középiskolás korosztállyal. A helytörténeti kutatások komoly eredményeket értek el egy-egy község múltjának feltárásával, de vajon hány település helytörténetészeinek figyelme terjedt ki a földtörténeti múltra, a földtani értékekre? Egy-egy védett, ritka növény-, vagy állatfaj általában megfelelő védelmet kap, a helyiek tudnak róla, ismerik, még akkor is, ha ez gazdálkodási, településfejlesztési problémákat vet is fel néha. Érdeemes belegondolni, a földtani értékek mennyivel kevésbé zavaróak, egy megóvott feltárás egy keskeny megközelítési úttal komoly földtani információk megszerzését, bemutathatóságát biztosíthatja a gazdálkodás, bepíthetőség komolyabb korlátozása nélkül.

Hiányos az az információs szint is, ami az érdeklődő, a természeti értékek megismerésére, megóvására nyitott turisták számára nyújt tájékoztatást. Az ismeretterjesztés azonban talán ezen a szinten jutott el a legmesszebbre. A kihelyezett táblák mellett több kiadvány is segíti ma már azokat, akik előre is készülni kívánnak egy túrára, nyaralásra. A legnagyobb problémát itt a már létező kiadványok terjesztésében látom jelenleg.

Érdeemes lenne a hagyományos ismeretterjesztés mellett kihasználni a technikai fejlődés adta újabb lehetőségeket. A GPS-ek egyre szélesebb körben terjednek el, Magyarországon is nagy népszerűségnek örvend már egy új szabadidős tevékenység, vagy sport: a geocaching. A szabadban elhelyezett ládákat az interneten megtalálható koordináták ([magyar geocaching honlap](#), [nemzetközi honlap](#)) alapján megkereső turisták nem csak a keresés izgalmára vágyanak, hanem fontosnak tartják a táji környezetet, érdeklődnek a „láda” környékének egyéb érdekességei iránt is, ami egyértelműen kiderül az interneten megjelenő kommentárjaikból, élménybeszámolóikból. Ez a lehetőség nem csak a hazai kirándulók programválasztási lehetőségeit bővíti, külföldi turisták érdeklődését is felkeltheti egy táj-

egység, vidék iránt, a nemzetközi geocaching honlapon több hazai célpont is szerepel már (pl. [A Kornyó-tó a nemzetközi honlapon](#)). A reménybeli Káli-medence Geopark területén például a tudatosan kiválasztott helyszínekre telepített pontok alapjául szolgálhatnak a **III. táblázatban** felsorolt geotopok. Természetesen egy program során az alkalmas helyszínek kiválasztása csak megfontoltan, minden természetvédelmi és egyéb szempont figyelembe vételével történhet meg. Véleményem szerint azonban feltétlenül érdemes lenne a turizmus ezen új formáját olyan információkkal segíteni, ami a résztvevők ismereteit is bővíti egy-egy geológiára környékének természeti értékeire felhívva a figyelmet, megmagyarázva a látható formákat, jelenségeket, stb.

A Káli-medence és környéke földtani értékeinek bemutatása talán a legkedvezőbb helyzetben van jelenleg Magyarországon. A Balaton-felvidék térképezési programjának eredményeit a program résztvevői igyekeztek széles körben bemutatni. Megjelent a Keszthelyi-hegység földtani értékeit bemutató ismeretterjesztő cikk, amelyben igyekeztem az élővilág és a földtani környezet szoros összefüggéseit is bemutatni (CSILLAG 1998). Megjelent német nyelven egy kirándulásvezető, amely több más hazai útvonal mellett a Káli-medencén is végigvezeti az érdeklődőt (TRUNKÓ et al. 2000), valamint — már a Balaton-felvidéki Nemzeti Park (BNP) kiadásában — a Földtani Intézetnek a területen dolgozó kutatói által írt, az előbbinél részletesebb geológiai kirándulásvezető (BUDAI et al. 2002) is. A BNP a zánkai Hegyes-tűn geológiai bemutatóhelyet alakított ki egy kis kiállítással, földtani térképekkel, valamint a Dunántúli-középhegység jellemző kőzeteinek bemutatójával. Számos tanösvény, tájékoztató tábla segíti az érdeklődő kirándulókat a BNP területén nem csak földrajzilag, hanem az ismeretekben is eligazodni. Természetesen a kutatók és a természetvédők együttműködése sok további hasznos, helyenként a jelenleginél pontosabb információval segítheti a látogatókat.

Összefoglalás

A földtani természetvédelmi térképezés módszereinek kidolgozását a Földtani Intézet 1993-ban kezdte el. A változó intenzitású és tartalmú munkában annak kezdetétől részt vettem, elveinek, tartalmának kialakítását én készítettem el, részben a projekt vezetője is voltam. Jelen dolgozat ennek a 10 éves munkának az összefoglalása. Kiindulási alapunk a földtani térkép alkalmazásának, további értelmezésének, hasznosításának vizsgálata volt. A dolgozat ennek megfelelően a földtani alapok ismertetésére, valamint az erre épülő geomorfológiai, földtani természetvédelmi ismeretek bemutatására törekedett.

A hangsúlyt tehát a földtani adatok interpretációjára helyeztük, ebből következően a munka során az újabb földtani ismeretek megszerzése nem volt elsődleges célunk, mint egy kifejezetten földtani célú projekt esetében. Ettől függetlenül azonban számos új földtani eredmény született:

- a „kékkúti ollósvető” vetősorozatának felismerése;
- a kereki-pusztai brachiantiklinális felismerése;
- a Diási Formáció elterjedésének pontosítása;
- a Sátorma déli oldalán a csuszamlások felismerése;
- a földtani szerkezet és felépítés a Káli-medence hidrogeológiájára gyakorolt hatásának felismerése;
- a Káli-medence és környékének részletes vulkanológiai vizsgálata.

A részletes földtani térképre és a terepbejárásokra alapozott geomorfológiai feldolgozás szintén számos új eredményt hozott:

- elkészült a Káli-medence paleozoos–mezozoos felszintérképe (1:25 000);
 - elkészült a Káli-medence 1:25 000-es geomorfológiai és lejtőkategória térképe;
 - a felső-perm összlet lerakódását megelőző mállási periódus során 10-40 m-es málladékösszlet alakult ki, amelynek egyes szakaszai a késő-miocén során kerültek mai, szemihumált helyzetükbe. Ezek az előfordulások Magyarország legidősebb, a mai térszínre került elegyengetett felszínmaradványai;
 - a permotriász sorozaton belül csak a késő-karni során történt geomorfológiai értelemben véve kisebb jelentőségű denudáció;
 - a kréta–középső-eocén etchplainek kialakulása jelentős mértékben eltüntette az eoalpi szerkezeti mozgások hatására kialakult vertikális szintkülönbségeket a morfológiában. A későbbi denudációs folyamatok eredményeként azonban ezek a felszínek teljesen átformálódtak, a mai morfológiában nem jelennek meg, feltehetően a bádani üledékek alatt, eltemetett helyzetben őrződhettek meg;
 - az oligocén pedimentációs, eróziós folyamatok a permotriász fedőjének letakarításában, a korábban kialakult etchplainek denudációjában játszottak
-

szerepet, a kora–középső-miocénben, trópusi–szubtrópusi mállás során egy új felszín alakult ki, amit a neoalpi szerkezeti mozgások részben azonnal feldaraboltak. Ez a felszín kiterjedésében, fennállásának időtartamában nem felel meg a s. str. etchplain fogalmának;

- a szarmata–kora-pannóniai során a Káli-medence gyengén tagolt félszigetként nyúlt be az üledékgyűjtőbe, jelentős felszínformálódásra sem szedimentológiai, sem morfológiai jelek nem utalnak. A Nyálas-tó környéki antiklinális völgy (combe) kialakulása tehető csak a felső-pannóniai üledék-képződést közvetlenül megelőző periódusra;
- a késő-pannóniai előtét fokozatosan borította el a tagolt térszint, csak a legmagasabb tetőszintek maradtak a vízszint fölött, jelentős lepusztulás nem történt;
- a 4-5 Ma közötti vulkáni felépítmények egy kb. 300 m tszf-en kialakult hegylábfelszínre települtek. A késő-miocén–pliocén, „prevulkáni” lepusztulási időszak során a pannóniai összletbe vágódtak be észak–déli lefutású völgyek;
- a posztvulkáni időszakban jelentős mértékben lepusztultak maguk a vulkáni formák is, exhumálódtak a felső-pannóniai üledékek alól az elegyengetett felszínek. A felső-pannóniai képződményeken glacis-k alakultak ki. Kialakult a mai völgyhálózat, hordalékkúpok alakultak ki, esetenként több szintben.

A földtani természetvédelmi eredmények két részre oszthatók. Az első csoportba sorolom a szélesebb értelemben vett környezetföldtani jellegű eredményeket:

- elkészült a földtani természetvédelmi állapot térkép (Csillag G. 1994), ami rögzíti az 1993–94 évi „alapállapotot”;
- elkészült a környezetérzékenységi térkép (Csillag G. 1996), ami állapot nyújt a felszínalatti vizekre gyakorolt antropogén hatások prognózisára;
- elkészült a közzétípus szerint összevont földtani térkép (Csillag G. 1996), ami bemutatja milyen alkalmazási lehetőségei vannak a térinformatikai adatbázisban feldolgozott földtani térképek különböző igények szerinti megjelenítésének;
- elkészült az élőhelyek földtani feltételei térkép (Csillag G. 1996), ami bemutatja azokat a kiértékeléseket, leválogatási lehetőségeket, amelyek egyes élőhelyek földtani igényeinek megfelelnek a csarab (*Calluna vulgaris*) és a pókbangó (*Ophris sphecodes*) példáján;
- a DTM és a földtani térkép együttes felhasználásával a földtani képződmények, lejtőszög és lejtésirány értékelésével további élőhelyek földtani–morfológiai feltételei leválogatásának lehetőségét mutattam be.

A földtani természetvédelmi feldolgozás második csoportjába a vizsgált terület geotopjainak/földtani értékeinek felmérése, feldolgozása, bemutatása tartozik:

- javaslatot készítettem a földtani értékek csoportosítására, megkönnyítendő a védelem és a kezelés, hasznosítás szempontjából a döntéshozatalt a „szakmai” (elsősorban tudományos célú) és „laikus” (elsősorban a nagyközönség számára jelentős) minősítés definiálásával;
- elkészült a Káli-medence geotopjainak listája, rövid, áttekinthető leírást nyújtva a felmért földtani értékek megközelíthetőségéről, földtanáról és geomor-

fológiájáról, irodalmi feldolgozottságáról, valamint jelentőségéről, kiemelve a nemzetközi GEOSITES-listára felkerülésre alkalmas pontokat;

- a nemzetközi projekteket figyelembe véve felmértem a Káli-medence GEOSITES-listára kerülésének lehetőségeit, két lehetőséget megfogalmazva javaslatot tettem a GEOSITES-projekt hazai elindítására;
- felmérve a nemzetközi feltételeket, javaslatot tettem a Káli-medence Geoparkká nyilvánításához szükséges szakmai munka elindítására;
- társszerzőként résztvettem — a részben a Káli-medencét bemutató — két geológiai kirándulásvezető elkészítésében;
- felmérve a földtani ismeretterjesztés helyzetét, lehetőségeit, javasoltam néhány lehetséges megoldást a természetvédelmi és földtani szakemberek közös munkájához.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom azoknak a kollégáknak, akik az elmúlt 10 évben részt vettek a földtani természetvédelmi térképezés módszertanának kidolgozásában. A széles szakmai kört felölelő munka részterületein segítségemre voltak: dr. Koloszar László a földtani térképek elkészítésében, a vízföldtani észlelésekben, Gondárné Sőregi Katalin a vízföldtani viszonyok feldolgozásában, Szeiler Rita, Tullner Tibor a GIS feldolgozásban, Kiss János, Vértesy László a geofizikai mérések értelmezésében és az ArcWiew bemutató elkészítésében. Dr. Németh Károly és dr. Ulrike Martin munkája révén a Káli-medence bazaltvulkanizmusa nemzetközileg is ismertté vált. Jordán Győző a digitális terepmodell feldolgozásával járult hozzá munkám sikeréhez.

Köszönettel tartozom dr. Budai Tamás kollégámnak a kézirat alapos átnézéséért és javítási javaslataiért.

Köszönöm a Pécsi Tudomány Egyetem Földrajzi Intézetének, hogy a doktori iskolában lehetőséget kaptam a PhD tanulmányaim elvégzéséhez, a minősítés megszerzéséhez, dr. Lóczy Dénes témavezetőmnek munkámhoz nyújtott segítségét.

A dolgozat „Káli-medence és környékének geomorfológiai szintjei és felszínalakulása” című fejezete a T 032 866 OTKA projekt keretében készült.

Ábrák, táblázatok, mellékletek jegyzéke

Ábrák

1. ábra. A Káli-medence és környékének domborzati képe	6
2. ábra. A Káli-medence árnyékolt domborzati képe a szövegben említett névrajzzal.....	7
3. ábra. A Balaton-felvidék földtani felépítésének elvi rétegoszlopa (BUDAI et al. 1999)..	14
4. ábra. Toboz lenyomatok a Kállai Formációban (Diszel, homokbánya)	21
5. ábra. Salakvulkáni összetétel feltárása a Boncsos-tető oldalában.....	26
6. ábra. Lecsúszott bazalttömeg felszíne a Sátorma déli oldalában.....	29
7. ábra. A Köves-hegy periglaciális törmelékletjtője	32
8. ábra. A Káli-medence észak–déli földtani szelvénye (BUDAI et al. 2002).....	35
9. ábra. Elektromágneses szondázások alapján szerkesztett földtani szelvény a Káli-medence déli peremvetőin keresztül.....	36
10a-c. ábra. Szinszediment(?) szerkezeti vonalak a Lapos-Hegyes-tú alatti homokbányában	37
11. ábra. A Káli-medence központi részének panorámája a Harasztos-hegyről	37
12. ábra. A Káli-medence és környékének lejtőkategória térképe	40
13. ábra. A Papsapka kovás homokkő felszíne	42
14. ábra. Az agyagpala mállott felszínének törmeléke.....	45
15. ábra. A miocén kaolinites agyag elterjedése Kővágóörs környékén.....	49
16. ábra. A Bálint-hegy szelvénye.....	50
17. ábra. A Káli-medence és környékének geomorfológiai vázlata	51
18. ábra. A felső-pannon abrázió nyomai.....	54
19. ábra. A Halom-hegy környékének földtani vázlata	56
20. ábra. A Fekete-hegy mágneses és gravitációs anomáliáinak térképe.....	59
21. ábra. A Káli-medence földtani természetvédelmi vizsgálatának felépítése	68
22. ábra. A Káli-medence és környéke fűrásponttérképe.....	70
23. ábra. Elektromágneses szondázások alapján szerkesztett földtani szelvény a kékkúti ollósvetőn keresztül	71
24. ábra. A csarab (<i>Calluna vulgaris</i>) előfordulása Kisörspuszta mellett.....	73
25. ábra. Csarab, moha és zuzmó foltok a Rendesi-hegyen	80
26. ábra. A 18°-nál meredekebb, déli kitétségű lejtők.....	81
27. ábra. Pókbangó a Sásdi-rét mellett (bal oldali kép) és csarab a Kütyü-dombon.....	79
28. ábra. Az 1. pont helyszínrajza	91
29. ábra. Az Örsi-hegy sziklafala	92
30. ábra. Balatonhenye környékének földtani térképe	93
31. ábra. A Balatonhenye környéki 2a, b és 3a, b pontok helyszíne	94
32. ábra. A 3a pont pizoidos forrásmésző feltárása a Fekete-hegy K-i oldalában	94
33. ábra. Erősen tektonizált Iszkahegyi Mésző a balatonhenyei bányában.....	95
34. ábra. Az 5. és 16a, b pontok helyszíne	96
35. ábra. A balatonrenedesi kőbánya Ny-i része	96
36. ábra. A 6. pont a Hajagos nagy kőbányájában	96
37. ábra. A Hajagos peperites összetétele	97
38. ábra. A Kőmagas (Papsapka) helyszíne	98
39. ábra. A Kütyü-domb (8. pont) helyszínvázlata	99
40. ábra. A Badacsonyi Örsi Konglomerátum feltárása a kütyü-dombi csarabosban	99
41. ábra. Kékkút és Mindszentkállya környéke a 9–11. és 20. ponttal	99

42. ábra. A Harasztos-hegy É–D-i irányítottságú diatrémaroncsának felszíne	100
43. ábra. Kővágóörs környéke a 12–15. és 17. pontokkal.....	102
44. ábra. Mállási, talajosodási (?) folyamatokra utaló jelenségek.....	102
45. ábra. Paleovölgykitöltés a Kállai Formáció fedőjében.....	103
46. ábra. A kővágóörsi Felső-kőhát felszíne	103
47. ábra. A Kornyi-tó, a háttérben a Káli-medence DNy-i peremét alkotó hegyekkel	105
48. ábra. Köveskál környéke a 18–19. pontokkal	106
49. ábra. A Vaskapu-árok felső szakaszának ívelt lemezes szerkezetű bazaltja).....	106
50. ábra. A Köveskál melletti középső–felső-triász alapszelvény vázlatos rétegsora.....	107
51. ábra. Meredek dőlésű ditrémakitöltés a Kereki-domb Ny-i oldalán	108
52. ábra. A Köves-hegy helyszínvázlata	109
53. ábra. Monostorapáti környékének helyszínvázlata a 22–24. pontokkal.....	109
54. ábra. A Füzes-tó és környékének légifelvétele.....	110
55. ábra. A Sátorma-pusztá melletti kis homokbánya feltárása	111
56. ábra. Salföld környékének helyszínrajza a 25. ponttal	111
57. ábra. A salföldi kötenger felszíne.....	112
58. ábra. Szentbékálla környékének helyszínvázlata a 26–27. pontokkal.....	113
59. ábra. Az „ingókő” a Kelemenkőnél.....	113
60. ábra. A Kelemenkő sziklafelszíne	114
61. ábra. A szentbékállai „szabadtéri színpad” feltárása.....	115
62. ábra. Zánka környékének helyszínvázlata a Hegyes-túval.....	116
63. ábra. A Hegyes-tű oszlopos bazalt összetételének peremi kifejlődése	116
64. ábra. A zánkai Hegyes-tű oszlopos bazaltfeltárása	117

Táblázatok

I. táblázat. Az alap és fedőhegységi képződmények hidrogeológiai csoportosítása a Környezetterhelési térképen.....	75
II. táblázat. Az Összevont földtani térkép jelkulcsa.....	77
III. táblázat. A Káli-medence geotopjainak összefoglaló táblázata.....	118

Mellékletek

1. A Káli-medence környezetföldtani és természetvédelmi térképei 1. Fedett földtani térkép
2. A Káli-medence környezetföldtani és természetvédelmi térképei 2. Fedetlen földtani térkép
3. A Káli-medence környezetföldtani és természetvédelmi térképei 3. Paleozoos-mezozoos felszín térképe
- 4a A Burnót-patak vízgyűjtőjének geomorfológiai térképe
- 4b A Burnót-patak vízgyűjtője geomorfológiai térképének jelmagyarázata
5. A Káli-medence környezetföldtani és természetvédelmi térképei 5. Földtani természetvédelmi állapot térkép
6. A Káli-medence környezetföldtani és természetvédelmi térképei 6. Környezetérzékenységi térkép
7. A Káli-medence környezetföldtani és természetvédelmi térképei 7. Kőzettípus szerint összevont földtani térkép
8. A Káli-medence környezetföldtani és természetvédelmi térképei 8. Élőhelyek földtani feltételei térkép

Felhasznált források

Digitális terepmodell

HM Térképészeti Kht.: DDM-10

Honlapok

A Kornyi-tó a nemzetközi honlapon: http://www.geocaching.com/seek/cache_details.aspx?ID=34519

europangeoparks: www.europangeoparks.org/

geopark/convention: www.petrifiedforest.gr/convention.htm

geopark ismertető: perso.wanadoo.fr/resgeol/egen.html

Grangirard Geotop: perso.wanadoo.fr/geotop/homepage/home.htm

iugs: <http://iugssecretariat.ngu.no/geosites/info.htm>

magyar geocaching honlap: http://www.geocaching.hu/documents_geo?id=faq

nemzetközi honlap: <http://www.geocaching.com/>

progeo-1: <http://pub3.sgu.se/hotell/progeo/policy.html>

progeo-2: www.progeo.org.se/nordeuropa/bigclist_rev.html

unesco/geoparks: www.unesco.org/science/earthsciences/geoparks/geoparks.htm

Publikációk

ALEXANDROWICZ, Z. 1999: Draft candidate list of geosites representative of Central Europe. — In: ALEXANDROWICZ ed.: Representative geosites of Central Europe. *Polish Geological Institute Special Papers* **2**, 9–14.

ALEXANDROWICZ, Z. ed. 1999: Representative geosites of Central Europe. — *Polish Geological Institute Special Papers* **2**, 102 p.

ALFÖLDI L. 1994: Észrevételek a felszínalatti vizek szennyeződéserzékenységével kapcsolatban. — *Hidrológiai Közöny*, **74/1**, 15–21.

ANDREÁNSZKY G., 1955: A hazai fiatalabb harmadidőszaki flórák éghajlata. — in Andreánszky G., S. Kovács É. (szerk.): A hazai fiatalabb harmadidőszaki flórák tagolódása és ökológiája. — *Földt. Int. Évkönyv*, **44/1**, 88–107.

BALOGH Kadosa, ÁRVÁNE SÓS E. & PÉCSKAY Z. 1987: Magmás kőzetek K/Ar kormeghatározása. — *Kézirat*, ATOMKI, Debrecen.

BALOGH Kadosa, JÁMBOR Á., PARTÉNYI Z., RAVASZNÉ BARANYAI L. & SOLT G. 1982: A dunántúli bazaltok K/Ar radiometrikus kora. — *MÁFI Évi Jel. 1980. évről*, 243–259.

BALOGH, Kadosa, ÁRVA-SÓS, E., PÉCSKAY, Z. & RAVASZ-BARANYAI, L. 1986: K/Ar dating of post-Sarmatian alkali basaltic rocks in Hungary. — *A. Min.-Petr.*, **28**, 75–94.

BALOGH Kálmán 1992: Szedimentológia III. — Akadémiai Kiadó, Budapest, 400 p.

BABINSZKI E., SZTANÓ O. & MAGYARI Á. 2003: Epizodikus üledékképződés a Pannon-tó Kállai öblében: a Kállai Homok nyomfossziliái és szedimentológiai bélyegei. — *Földtani Közöny*, **133/3**, 363–382.

BENCE G. & BUDAI T. 1987: A Tapolcai medence és a Balaton felvidék partszegélyi szarmata képződményei. — *MÁFI Évi Jel. 1985. évről*, 249–260.

BENCE G., BIHARI D. & LANTOS M. 1990: Bazaltvulkáni kúrtók kimutatása mágneses módszerrel a Balaton-felvidéken. — *MÁFI Évi Jel. 1988. évről I.*, 363–369.

BENCE G., BUDAI T. & CSILLAG G. 1999a: Előtéri medencék. — In: BUDAI & CSILLAG szerk.: A Balaton-felvidék földtana. Geology of the Balaton Highland, MÁFI Alkalmi Kiadványok 197. 106–111.

BENCE G., BUDAI T., CSILLAG G. & SELMECZI I. 1999b: Prepannóniai miocén. — In: BUDAI & CSILLAG szerk.: A Balaton-felvidék földtana. Geology of the Balaton Highland, MÁFI Alkalmi Kiadványok 197. 93–106.

- BIHARI D. 1991: A Balaton-felvidék bazaltjai és negyedidőszaki képződményei. — *Kézirat*, Orsz. Földt. Geof. Adattár, Budapest.
- BIHARI GY. 1984: Jelentés az 1981–84. évi kvarchomok kutatásról. — *Kézirat*, Orsz. Földt. Geof. Adattár, Budapest.
- BOLEMANN I. 1900: A Balatonparti fürdők és üdülőhelyek leírása. — A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei III/IV., 56 p.
- BORHIDI A. 2003: Magyarország növénytakarásai. — Akadémiai Kiadó, Budapest, 610 p.
- BOROS J., CSERNY T., CSILLAG G., KURIMAY Á. 1985: A Balaton környékének építésföldtani térképsorozata (M=1:50 000): 1. Földtani térkép; 2. Geomorfológiai térkép; 3. A talajvíztükör tengerszint feletti magasságának térképe; 4. Építésföldtani körzetbeosztás (rayon) térkép. — MÁFI kiadv.
- BORSY Z. & KOZÁK M. 1983: Halloysit előfordulás Kővágóörs K-i határában. — *Acta Geographica Debrecina*, **21**, 97–120.
- BÖCKH J. 1872: A Bakony déli részének földtani viszonyai. I. — *Földt. Int. Évk.*, **2/2**, 31–166.
- BÖCKH J. 1874: A Bakony déli részének földtani viszonyai. II. — *Földt. Int. Évk.*, **3/1**, 1–155.
- BÖCKH J. 1881: Magyarország dunántúli kerületének részletes földtani térképe E.9-es lap. M=1: 144 000. — Földt. Int. kiadv.
- BUDAI T. 1999a: Sekélytengeri karbonátok. — In: BUDAI & CSILLAG szerk.: A Balaton-felvidék földtana. Geology of the Balaton Highland, MÁFI Alkalmi Kiadványok 197. 45–54.
- BUDAI T. 1999b: „Buchensteini Formációcsoport”. — In: BUDAI & CSILLAG szerk.: A Balaton-felvidék földtana. Geology of the Balaton Highland, MÁFI Alkalmi Kiadványok 197. 54–65.
- BUDAI T. & CSILLAG G. 1998: A Balaton-felvidék középső részének földtana. — *A Bakony természettudományi kutatásának eredményei 22*, Bakonyi Természettudományi Múzeum, Zirc, 118 p.
- BUDAI T. & CSILLAG G. szerk. 1999: A Balaton-felvidék földtana. Geology of the Balaton Highland. — MÁFI Alkalmi Kiadványok 197. 257 p.
- BUDAI, T. & HAAS, J. 1997: Triassic sequence stratigraphy of the Balaton Highland, Hungary. — *Acta Geol. Hung.*, **40/3**, 307–335.
- BUDAI T., CSÁSZÁR G., CSILLAG G. & DUDKO A. 1999b: Fejlődéstörténet. — In: BUDAI & CSILLAG szerk.: A Balaton-felvidék földtana. Geology of the Balaton Highland, MÁFI Alkalmi Kiadványok 197. 145–150.
- BUDAI T., CSERNY T., ERDÉLYI J. & GYALOG L. 1991: A Balatoni üdülőkörzet földtani térképe, a tófenék iszapösszetételének térképével (M=1:100 000) — *Kézirat*, Orsz. Földt. Geof. Adattár, Budapest.
- BUDAI T., CSILLAG G., DUDKO A. & KOLOSZÁR L. 1999a: A Balaton-felvidék földtani térképe. *Geological map of the Balaton Highland* M=1:50 000. — MÁFI kiadv.
- BUDAI T., CSILLAG G., KOLOSZÁR L., MÜLLER P. & NÉMETH K. 2002: Geológiai kirándulások I.: A Balaton-felvidék. — Balaton-felvidéki Nemzeti Park Igazgatósága, Veszprém, 101 p.
- BULLA B. 1958: Néhány megjegyzés a tönkfelszín kialakulásának kérdésében. Bemerkungen zur Frage der Entstehung von Rumpfflächen. — *Földrajzi Értesítő*, **7/3**, 257–274.
- BULLA B. 1962: Magyarország természeti földrajza. — Tankönyvkiadó, Budapest, 423 p.
- BUTZER, K.W.: A földfelszín formakincse. — Gondolat, Budapest, 520 p.
- CAMPY & MACAIRE 1989: Géologie des Formation superficielles. — Masson, Paris, 433 p.
-

- CAS, R.A.F. & WRIGHT, J.V. 1988: Volcanic succesions, modern and ancient. — Chapman & Hall, London, 528 p.
- CHIKÁN G. & CSERNY T. 1993: A Balaton üdülőkörzet környezetföldtani térképsorozata. — *Kézirat*, Orsz. Földt. Geof. Adattár, Budapest.
- CHIKÁN G., FARKAS P. & MÁTÉ F. 1991: A Balatoni Üdülőkörzet agrogeológia–meliorációs tényezőinek térképe a tó mederüledékeinek mangán- és réztartalmával (M=1:100 000). — *Kézirat*, Orsz. Földt. Geof. Adattár, Budapest.
- CHOLNOKY J. 1918: A Balaton hidrográfiája. — A Balaton Tudományos Tanulmányozásának eredményei 1. köt. 2. rész 317 p.
- CHOLNOKY J. 1941: Tihany — Nemzeti Park. — *Földgömb*, **12/8**, 166–170.
- CHOLNOKY J. é.n.: Balaton. — Franklin Társulat, Budapest, 192 p.
- COQUE, R. 1977: Géomorphologie. — Armand Colin, Paris 430 p.
- CSÁSZÁR G., CSEREKLEI E. & GYALOG L. 1985: A Bakony hegység fedett földtani térképe M=1:50 000 — MÁFI kiadv.
- CSERNY T. 1985: 4. Építésföldtani körzetbeosztás (rayon) térkép. — In: BOROS J., CSERNY T., CSILLAG G. & KURIMAY Á. 1985: A Balaton környékének építésföldtani térképsorozata M=1:50 000, MÁFI kiadv.
- CSERNY T. & KLEB B. 1991: A Balatoni üdülőkörzet építésalkalmassági térképe, a tófenék kolloid iszapvastagsági térképével (M=1:100 000) — *Kézirat*, Orsz. Földt. Geof. Adattár, Budapest.
- CSERNY, T. 1999: Environmental geological investigations of Lake Balaton. — *Földt. Int. Évi Jel. 1993. évről*, 131–137.
- CSILLAG G. 1978: A Dunántúli-középhegység hegylábi proluviális dolomit törmelékkúpjainak keletkezése. — *Kézirat* (szakdolgozat), ELTE TTK Természetföldrajzi tanszék.
- CSILLAG G. 1991: Mencshely környékének földtani felépítése. — *Kézirat* (egyetemi doktori értekezés), Orsz. Földt. Geof. Adattár, Budapest.
- CSILLAG G. 1996: A Káli-medence földtani természetvédelmi térképsorozata. — *Kézirat*, Orsz. Földt. Geof. Adattár, Budapest.
- CSILLAG G. 1997: A Balaton környékének Építésföldtani Térképsorozata. 2. Geomorfológiai térkép. *Engineering geological map series of the environs of Lake Balaton 2. Geomorphological map* M= 1:50 000. — in CSERNY T., HIDVÉGI M. & TULLNER T.: A Balaton partvidékének környezetföldtana, CD-lemez, Országos Földtani Szakkönyvtár, L.sz.: K36/1-6.
- CSILLAG G. 1998: A Keszthelyi-hegység földtani értékei. — *Természet*, **1998/11**, 428–430.
- CSILLAG G. 1999a: Platform karbonátok. — In: BUDAI & CSILLAG szerk.: A Balaton-felvidék földtana. Geology of the Balaton Highland, MÁFI Alkalmi Kiadványok 197. 76–87.
- CSILLAG G. 1999b: Kvarter. — In: BUDAI & CSILLAG szerk.: A Balaton-felvidék földtana. Geology of the Balaton Highland, MÁFI Alkalmi Kiadványok 197. 123–132.
- CSILLAG G. 2003: A Burnót-patak vízgyűjtőjének geomorfológiai térképe. M=1:25 000. — *Kézirat*, MÁFI.
- CSILLAG G. in press: A Káli-medence és környékének geomorfológiai szintjei. — *MÁFI Évi Jel. 2001. évről*
- CSILLAG G. & JORDÁN GY. 2002: A Káli-medence geomorfológiai vizsgálata DTM-analizissal és „hagyományos módszerrel”. — Abstract, MFT Vándorgyűlés, Bodajk, 2002. június 27–29. p. 4.
- CSILLAG, G. & NÁDOR, A. 1997: Multi-phase geomorphological evolution of the Keszthely Mountain, SW Transdanubia and its relation to the karstic recharge of the Hévíz lake. — *Zeitsch. Geomorph. Suppl. Band.*, **110**, 15–26.

- CSILLAG G., GONDÁRNÉ SÖREGI K., KISS J., KOLOSZÁR L., SZEILER R., TULLNER T., VÉRTESY L. 1998: Földtani természetvédelem: módszertani vizsgálatok a Káli-medencében. — *Földtani Kutatás*, **35/2**, 9–18.
- CSILLAG G., GONDÁRNÉ SÖREGI K. & KOLOSZÁR L. 1994a: A földtani felépítés meghatározó szerepe a Káli-medence felszín alatti vízrendszerében. — A Kárpát-medence vízkészlete és vízi környezetvédelme kongresszus, Eger, 136–156.
- CSILLAG G., GONDÁRNÉ SÖREGI K., KOLOSZÁR L. 1994b: A Káli-medence környezetállapota. — *Kézirat*, Orsz. Földt. Geof. Adattár, Budapest.
- DEÁK M. szerk. 1972: Magyarászó Magyarország 1:200 000-es földtani térképsorozatához, L-33-XII. Veszprém. — MÁFI kiadv.
- DOORNKAMP, J.C. 1989: Techniques of Map Presentation. — In: MCCALL, J. & MARKER, B. ed.: *Earth Science Mapping for Planning, Development and Conservation*, Chapter 9., Graham & Trotman, London/Dordrecht/Boston, 15–28.
- DUDKO A. 1991: A Balaton-felvidék szerkezeti elemei. — *Kézirat*, Orsz. Földt. Geof. Adattár, Budapest.
- DUDKO A. 1999: A Balaton-felvidék szerkezete. — In: BUDAI & CSILLAG szerk.: *A Balaton-felvidék földtana. Geology of the Balaton Highland*, MÁFI Alkalmi Kiadványok 197. 133–144.
- EMBEY-ISZTIN A. 1976: Felsőköpeny eredetű lherzolitárványok a magyarországi alkáli olivinbazaltos, bazanitos vulkanizmus közeteiben. — *Földtani Közöny*, **106/1**, 42–51.
- EMBEY-ISZTIN A. & DOBOSI G. 1998: A Kárpát-Pannon térség neogén alkáli bazaltjainak nyomelem- és izotópgeokémiai viszonyai: következtetések a köpenybeli forrásközetek jellegére. — *Földtani Közöny*, **127/3–4**, 321–351.
- ERDÉLYI FAZEKAS J. 1943: A Balaton-felvidék geológiai és hegyszerkezeti viszonyai a Veszprémi fennsíkon és Vilonya környékén. — *Földt. Int. Évk.*, **36/3**, 3–29.
- FARKAS P. 1988: A talajok termékenységét gátló tényezők és erózióveszélyeztetettségi állapotok a Balaton északi vízgyűjtő területén. — *Kézirat*, Orsz. Földt. Geof. Adattár, Budapest.
- FARKAS P. 1990: A talajpusztulást befolyásoló geológiai tényezők a Balaton vízgyűjtőjének déli részén. — *MÁFI Évi Jel. 1988. évről*, 91–99.
- FARKAS P. & CSERNY T. 1991: A Balatoni üdülkörzet agrogeológiai térképe, a Balaton mederüledékeinek oldható foszfor és össznitrogén tartalmának térképe (1:100 000). — *Kézirat*, Orsz. Földt. Geof. Adattár, Budapest.
- FODOR T.-NÉ (ed.) 1975: Directives for engineering-geological mapping on the scale of 1:10 000. — International post-graduate course on the principles and methods of engineering geology, Földt Int. kiadv., 158 p.
- FODOR T.-NÉ (szerk.) 1971: Irányelvek a 10 000-es méretarányú mérnökgeológiai térképezéshez és térképszerkesztéshez — MÁFI kiadv., 150 p.
- FOUCAULT, A. & RAOULT, J.-F. 1984: Dictionnaire de géologie. — Masson, Paris. 347 p.
- FÜLÖP J. 1990: Magyarország geológiája. Paleozoikum I. — MÁFI kiadv., 325 p.
- GORDON, J.E., BRAZIER, V. & THOMPSON D.B.A. 2001: Geo-ecology and the conservation management of sensitive upland landscapes in Scotland. — *Catena*, **42**, 323–332.
- GOSENS, M. & VAN DAMME, M. 1987: Vulnerability mapping in Flanders, Belgium. — Proceedings of the Conference on Vulnerability of Soil and Groundwater to Pollutants. (VSGP), Noordwijk aan Zee, The Netherlands, 355–360.
- GRANDGIRARD, V. 2000: An inventory of geomorphological geotopes in the canton of Fribourg (Switzerland). — In: GISOTTI, ZARLENGA ed.: *The second international symposium on the conservation of our geological heritage/world heritage: Geotope conservation world-wide, european and italian experiences*. — *Memorie descrittive della Carta Geologica d' Italia*, **54**, 273–278.

- GRANGIRARD, V. 1997: Géomorphologie et gestion du patrimoine naturel. La mémoire de la Terre est notre mémoire. — *Geographica Helvética*, **2**, 47–56.
- GYALOG L. & CSÁSZÁR G. 1990: A Bakony hegység fedetlen földtani térképe M=1:50 000 — MÁFI kiadv.
- GYALOG L., TULLNER T., TURCZI G., BUDAI T., CSÁSZÁR G., CSILLAG G., JOCHÁNÉ EDELÉNYI E., KNAUER J., MÜLLER P., NÁDOR A., SELMECZI I., SZEILER R., TAMÁS G. & TÓTHNÉ MAKK Á. (2000): Jelentés „A szénhidrogénkutatás térinformatikai alapú földtudományi adatbázisrendszerének építése” című szerződés teljesítéséről a Dunántúli-középhegység területén. — *Kézirat*, MOL Rt., Budapest.
- GYÖRFFY D. 1957: Geomorfológiai tanulmányok a Káli-medencében. — *Földrajzi Értesítő*, **6/3**, 265–302.
- HÁLA J. & MAROS GY. 2000: Art Geo palota a Stefánián. A Földtani Intézet szecessziós épülete. — MÁFI, Budapest, 102 p.
- HAUER, F. 1861–62: Trias des Vértes-Gebirges und des Bakonyer Waldes. — *Verhand. Geol. Reichsanstalt*, **12**, 164–166.
- JÁMBOR Á. 1973: A kapolcsi Kpt–1 fúrás rétegsora. — *Kézirat*, Orsz. Földt. Geof. Adattár, Budapest.
- JÁMBOR Á. 1980: A Dunántúli-középhegység pannóniai képződményei. — *MÁFI Évk.*, **62**, 259 p.
- JASKÓ S. 1984: Neogén hegységmozgás és letarolódás a Dunántúli-középhegység délkeleti peremén. — *MÁFI Évi Jelentése 1982. évről*, 185–201.
- JOHANSSON, C.E. & ZARLENGA, F. 2000: Protection of geosites in Europe. State and trends. — In: GISOTTI, ZARLENGA ed.: The second international symposium on the conservation of our geological heritage/world heritage: Geotope conservation worldwide, european and italian experiences). — *Memorie descrittive della Carta Geologica d' Italia*, **54**, 13–21.
- JORDAN, G. & CSILLAG, G., 2003: A GIS framework for morphotectonic analysis - a case study. — 4th European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems, 17–20 June, 2003, Bologna, Italy, Proceedings vol. II., 516–519.
- JORDAN, GY., G. CSILLAG, U. QVARFORT & A. SZUCS 2003: Application of digital terrain modelling and GIS methods for the morphotectonic investigation of Káli Basin, Hungary. — *Zeitschrift für Geomorphologie*, **47/2**, 145–169.
- JORDÁN, GY., VAN ROMPAEY, A., CSILLAG, G. & SZILASSI, P. in prep.: Historic Land Use changes in the Káli Basin and their impact on sediment fluxes.
- JOURNAUX A. ed. 1978: Carte de l'environnement et de sa dynamique. Bayeux–Courseulles (1/50 000). — ASFORMASUP, Centre de Géomorphologie de CNRS, Caen.
- JUGOVICS L. 1954: A Déli-Bakony és a Balatonfelvidék bazaltterületei. — *Földt. Int. Évi Jel. 1953. évről*, 65–87.
- JUHÁSZ Á. 1986: 1. A Bakonyvidék. 1.1. Helyzet és elhatárolás. — In: ÁDÁM L., MAROSI S. & SZILÁRD J. (szerk.): A Dunántúli-középhegység A Dunántúli-középhegység B) Regionális tájféldrajz. Magyarország Tájféldrajza 6. Akad. Kiadó, Budapest, 11–12.
- JUHÁSZ Á. 1988: A Bakony kutatásának eredményei tematikus térképsorozaton. — *Földrajzi Értesítő*, **37/1–4**, 235–236.
- JUHÁSZ Á. 1992: Ipari térségek környezeti vizsgálata és geoökológiai térképezése. — *Földrajzi Értesítő*, **41/1–4**, 91–113.
- KAISER M. 1990: Negyedidőszak. — In: BENEC et al.: A Bakony hegység földtani képződményei. Magyarázó a Bakony hegység fedetlen földtani térképéhez 1:50 000, MÁFI alkalmi kiadv., 119 p.
- KAISER M. 1997: A geomorphic evolution of the Transdanubian Mountains, Hungary. — *Zeitsch. Geomorph. Suppl. Bd.*, **110**, 1–14.

- KERÉK B. 2003: A talaj-alapkőzet-talajvíz rendszer agrogeológiai vizsgálata a Bugaci-min-taterületen. — *Kézirat* (PhD értekezés), 112 p.
- KERÉK B. & KUTI L. 2002: Ökogeológiai vizsgálatok a Bugaci mintaterületen. Ecogeological research on the Bugac model area. — *Földtani Közöny*, **132/különszám**, 311–316.
- KISS G. 2000: A természetvédelmi értékeléssorán alkalmazott kritériumok súlyértékének meghatározása. — *Földtudományi Szemle*, Budapest, Debrecen, **1**, Oktatás, természet- és környezetvédelem, 8–12.
- KISS, J., VÉRTESY, L., CSILLAG, G., GONDÁRNÉ SÖREGI, K. & KOLOSZÁR, L. 1995: Hydrogeology Supported by Geophysic. — EEGS European Section, 1st Meeting Environmental and Engineering Geophysics, Torino, Proceedings, p. 260
- KOLOSZÁR L. 1988: A Káli-medence és környékének földtani felépítése. — *Kézirat* (egyetemi doktori értekezés). *Orsz. Földt. Geof. Adattár*, Budapest.
- KOLOSZÁR L. 1999: „Werfeni Formációcsoport”. — In: BUDAI & CSILLAG szerk.: A Balaton-felvidék földtana. Geology of the Balaton Highland, MÁFI Alkalmi Kiadványok 197. 31–45.
- KORPÁS L. 1981: A Dunántúli-középhegység oligocén—alsó-miocén képződményei. Oligocene–Lower Miocene formations of the Transdanubian Central Mountains in Hungary. — *MÁFI Évk.*, **64**, 140 p.
- KOZÁK M., PÜSPÖKI Z. & RÓZSA E. 2000: A földtani értékminősítés lehetőségei és szükségessége. — *Földtudományi Szemle*, Budapest, Debrecen, **1**, Oktatás, természet- és környezetvédelem, 13–16.
- KOZŁOWSKI, S. 1999: Programme of geodiversity conservation in Poland. (in ALEXANDROWICZ ed.: Representative geosites of Central Europe.) — *Polish Geological Institute Special Papers*, **2**, 15–18.
- KOZUR, H. & MOSTLER, H. 1971: Holothurien-Sklerite und Conodonten aus der Mittel- und Obertrias von Köveskál (Balatonhochland, Ungarn). — *Geol. Palaont. Mitt.*, Innsbruck, **10**, 1–36.
- KUTI L. & MÁTÉ F. 1991: A Balatoni üdülőkörzet talajvíz kémiai térképe a Balaton meder üledékeinek összkarbonát tartalmával (M=1:100 000). — *Kézirat*, Orsz. Földt. Geof. Adattár, Budapest.
- LÁNG G., FODOR T.-NÉ, GELEI G., SZÉKELY F., LÁNGNÉ BUCZKÓ E., KAZÓ B., GÓCZÁN L. 1969: Tihany. A Balaton Környékének 1:10 000 Építésföldtani Térképsorozata. Engineering-geological map series (scale 1:10 000) of the environs of lake Balaton. — MÁFI kiadv.
- LÁNG G., FODOR T.-NÉ, GEDEON I.-NÉ, LÁNGNÉ BUCZKÓ E., LETTRICH E., KAZÓ B., GÓCZÁN L., JÓSA E., SZÉKELY F., PÉCZELY GY. & GELEI G. 1970: Tihany. Magyarázó a Balaton Környékének 1:10 000 Építésföldtani Térképsorozatához. — MÁFI kiadv., 104 p.
- LELKES-FELVÁRI, GY., ÁRKAI, P. & SASSI, F. P. 1996: Main features of the regional metamorphic events in Hungary: a review. — *Geologica Carpatica*, **47/4**, 257–270.
- LELKESNÉ FELVÁRI GY., KOVÁCS S. & MAJOROS GY. 1984: Alsó devon pelágikus mészkő a Kékkút–4 sz. fúrásban. — *MÁFI Évi Jel. 1982. évről*, 289–315.
- LENAT, J.F., BACHELERY, P. & DESMULIER, F. 2001: Formation of the lava flow field of the Enclos: an exceptional effusive eruption at Piton de la Fournaise volcano (Reunion) during the 18th century. — *Bulletin de la Société Géologique de France*, **172/2**, 177–188.
- LESER, H. 1986: A geoökológia tájszerkezetkutatás problémái. Gondolatok a bázeli koncepció nézőpontjából. — *Földrajzi Értesítő*, **35/1–2**, 1–15.
-

- LÓCZY L. ID. 1913: A Balaton környékének geológiai képződményei és ezeknek vidékek szerinti telepedése. — A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei I/I., 617 p.
- LÓCZY L. ID. 1920: A Balaton-tó környékének részletes geológiai térképe. M= 1: 75 000. — Földt. Int. kiadv.
- LÓCZY L. IFJ. 1917: A Balaton-felvidék hegyszekezeti képe Balatonfüred környékén. — *Földt. Int. Évi Jel. 1916. évről*, 353–388.
- LÓCZY L. IFJ. 1925: A Dunántúl hegyszerkezetéről. — *Földtani Közlöny*, **55/1**, 57–62.
- LORENZ, V. 1986: On the growth of maars and diatremes and its relevance to the formation of tuff rings. — *Bulletin of Volcanology*, **48**, 265–274.
- LORENZ, V., 2003a: Maar-diatreme volcanoes, their formation, and their setting in hard-rock or soft-rock environments. — *Geolines - Journal of the Geological Institute of AS Czech Republic*, **15**, 72–83.
- LORENZ, V., 2003b: Syn- and post-eruptive processes of maar-diatreme volcanoes and their relevance to the accumulation of post-eruptive maar crater sediments. — *Földtani Kutatás*, **40/2–3**, 13–22.
- MÁDLNÉ SZÖNYI J. 1998: Vízartó rendszerek sérülékenységi vizsgálata a dunántúli-középhegységi főkarsztvíztároló rendszer (DNy-i rész) példáján. Vulnerability assessment of aquifer systems with the example of main karst reservoir in the SW-Transdanubian Central Range. — *Földtani Közlöny*, **127/1–2**, 19–83.
- MÁFI Középdunántúli és Déldunántúli Területi Szolgálat 1981: A Balaton környékének szennyeződéserzékenységi térképe (M=1:100 000). — MÁFI kiadv.
- MAGYAR, I. 1988: Mollusc fauna and flora of the Pannonian quartz sandstone at Mindszentkállya, Hungary. — *Ann. Univ. Sci. Budapest. Rol. Eötvös, sect. geol.*, **28**, 209–222.
- MAGYAR, I., GEARY, D.H. & MÜLLER, P. 1999: Paleogeographic evolution of the Late Miocene Lake Pannon in Central Europe. — *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **147**, 151–167.
- MAJOROS, GY. 1983: Lithostratigraphy of the Permian Formations of the Transdanubian Central Mountains. — *Acta Geol. Hung.*, **26/1–2**, 7–20.
- MAJOROS GY. 1998: A Dunántúli-középhegység újpaleozóos képződményeinek rétegtana. — In: BÉRCZI I., JÁMBOR Á. szerk.: Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana, MOL Rt.–MÁFI, 119–147.
- MAJOROS GY. 1999: Molassz képződmények. — In: BUDAI & CSILLAG szerk.: A Balaton-felvidék földtana. Geology of the Balaton Highland, MÁFI Alkalmi Kiadványok 197. 23–31.
- MARKER, B. & MCCALL, J. 1989: Environmental Geology Mapping. — In: MCCALL, J. & MARKER, B. ed.: Earth Science Mapping for Planning, Development and Conservation, Chapter 9., Graham & Trotman, London/Dordrecht/Boston, 201–236.
- MAROSI S. 1981: Táj és környezet. Landschaft und Umwelt. — *Földrajzi Értesítő*, **30/1**, 59–72. res. ger.
- MAROSI S. 1988: Bevezetés. A Dunántúli-középhegység főbb táji jellemzői. — In: ÁDÁM L., MAROSI S., SZILÁRD J. (szerk.): A Természeti adottságok és erőforrások. Magyarország Tájföldrajza 5. — Akadémiai Kiadó, Budapest, 11–23.
- MAROSI S., SZILÁRD J. 1963: A természeti földrajzi tájértékelés elvi–módszertani kérdéseiről. — *Földrajzi Értesítő*, **12/4**, 393–417.
- MARSTON, R.A., MILLER, M.M. & DEVKOTA, L.P. 1998: Geocology and mass movement in the Manaslu-Ganesh and Langtang-Jugal Himals, Nepal. — *Geomorphology*, **26**, 139–150.
-

- MARTIN, U. & NEMETH, K. (2000): Peperite structures from the Bakony-Balaton Highland Volcanic Field (Pannonian Basin, Hungary): Examples from the Hajagos-hegy. — Proceedings for the 1st International Maar Conference, Daun, Vulkaneifel, Germany, Terra Nostra, Potsdam 2000/6: 318–329.
- MARTIN, U., AUER, A., NEMETH, K. & BREITKREUZ, C., 2003: Mio/Pliocene phreatomagmatic volcanism in a fluvio-lacustrine basin in western Hungary. — *Geolines - Journal of the Geological Institute of AS Czech Republic*, **15**, 75–81.
- MARTIN, U., NEMETH, K., AUER, A., BREITKREUZ, C. & CSILLAG, G. 2002: Depositional record of a Pliocene nested multivent maar complex at Fekete-hegy, Pannonian Basin, Western Hungary. — Proceedings of the XVIIth Congress of Carpatian-Balkan Geological Association, Bratislava, September 1-4, 2002, *Geologica Carpatica* vol. **53**, special issue, electronical form of accepted papers.
- MÁTÉ F., VATAI J. 1991: A Balatoni üdülőkörzet talajvízmélység és -keménység térképe a tó vízmélységének és az iszapfelszín szervesanyagtartalmának térképével (M=1:100 000). — *Kézirat*, Orsz. Földt. Geof. Adattár, Budapest.
- MATULA M. 1969: Regional engineering geology of the Czechslovak Carpathians. — Slovenskej Akademiévied., Bratislava, 225 p.
- MATULA, M. 1965: Regional engineering geological characteristic of the Zvolen Basin. — *Acta Geol. et Geograph., UC, Geologica*, **10**, 89–138.
- MATULA, M. & LETKO, V. 1980: Engineering geology in planning the Metropolitan Region of Bratislava. — *Bull. Int Assoc. Eng. Geol.*, **19**, 47–52.
- MEZŐSI G., KEVEI-BÁRÁNY I., BALOGH I., MUCSI L., T. & FARSANG A. 1993: A geoökológia és a geoökológiai térképezés néhány elvi és gyakorlati kérdése. — *Földrajzi Közlemények*, **117(41)/3**, 163–176.
- MEZŐSI G., RAKONCZAI J. szerk. 1997: A geoökológiai térképezés elmélete és gyakorlata. — JATE Természeti Földrajzi Tanszék, Szeged, 129 p.
- MILES, J., CUMMINS, R.P., FRENCH, D.D., GARDNER, S., ORR, J.R. & SHEWRY, M.C. 2001: Landscape sensitivity: an ecological view. — *Catena*, **42**, 125–141.
- MINDSZENTY A., CSOMA A., TÖRÖK Á., HIPS K., HERTELENDI E. 2001: Flexura jellegű előtéri deformációhoz köthető karsztbauxitszintek a Dunántúli-középhegységben. Rudistid limesones, bauxites, paleokarst and geodynamics. The case of the Cretaceous of the Transdanubian Range. — *Földtani Közöny*, **131/1–2**, 107–152.
- MOJSISOVICS, E. 1882: Die Cephalopoden der mediterranen Triasprovinz. — *Abhandl. Geol. Reichsanstalt*, **10**, 1–322.
- MOLNÁR A., SÜLYÖK J. & VIDÉKI R. 1995: Vadon élő orchideák. — Kossuth Könyvkiadó, Budapest.
- MOLNÁR K. 1979: Az ökológiai táj kutatás újabb eredményei a német földrajzi szakirodalomban. — *Földrajzi Értesítő*, **28/1–2**, 145–169.
- NAGY E. 1992: Magyarország neogén sporomorpháinak értékelése. A comprehensive study of Neogene sporomorphs in Hungary. — *Geol. Hung. ser. Pal.*, **53**, 379 p.
- NAGY, Zs.R. 1999: Platform-basin transition and depositional models for the Upper Triassic (Carnian) Sándorhegy Limestone, Balaton Highland, Hungary. — *Acta Geol. Hung.* **42/3** 267–299.
- NAGYMAROSI A. 1980: A magyarországi badenien korrelációja nannoplankton alapján. — *Földtani Közöny*, **110**, 206–245.
- Nature Conservancy Council 1991: Earth science conservation in Great Britain. A strategy.
- NEMETH K. 1996: Terepi vulkanológiai megfigyelések a Balaton-felvidéken (előzetes jelentés). — *Kézirat*, Orsz. Földt. Geof. Adattár, Budapest.
-

- NÉMETH K. & CSILLAG G. 1999: Tapolcai Bazalt Formáció. — In: BUDAI & CSILLAG szerk.: A Balaton-felvidék földtana. Geology of the Balaton Highland, MÁFI Alkalmi Kiadványok 197. 114–122.
- NÉMETH K. & MARTIN, U. 1998: Small-volume basaltic pyroclastic flow deposits related to phreatomagmatic explosive eruptive centers at the Fekete-hegy Volcano, Balaton Highland, Hungary. — CBGA XVI. Congress Vienna, Austria, poster.
- NÉMETH, K. & MARTIN, U. 1999a: Volcanic glass study of volcanoclastic deposits of Tihany-type and normal maar volcanoes of the Bakony–Balaton Highland Volcanic Field (BBHVF), Hungary. — IUGG99/IAVCEI99 Meeting, Birmingham.
- NÉMETH, K. & MARTIN, U. 1999b: Small-volume volcanoclastic flow deposits related to phreatomagmatic explosive eruptive centres near Szentbékállá, Bakony-Balaton Highland Volcanic Field, Hungary: Pyroclastic or hydroclastic flow? *Freatomagmás kitörési centrumokhoz kapcsolódó vulkanoklaszt árüledékek Szentbékálláról (Bakony–Balaton-felvidéki vulkáni terület): piroklaszt, vagy hidroklaszt ár?*. — *Földtani Közlemény*, **129/3** 393–417.
- NÉMETH, K. & SZABÓ, CS. 1998: Peridotite xenolithes bearing strombolian scoria, hawaiian spatter cones and ditremes at the Füzes-tó region in the Balaton Highland Volcanic Field, Pannonian Basin, Hungary. — IAVCEI '98 Congress, 11–16 July 1998, Cape Town, South Africa, p. 43.
- NÉMETH, K., CSILLAG, G. & KISS, J. 1997: Strombolian and Phreatomagmatic Deposits of Western Part of Balaton Highland Volcanic Field, Central Pannonian Basin, Hungary: Complex Interaction between External Water, Wet Unconsolidated Sediments and Rising Basaltic Magma. — EUG 9, Strasbourg, France, 195–196.
- NÉMETH, K., MARTIN, U. & CSILLAG, G. 2001: Erosion calculations on Pliocene monogenetic volcanoes of the Bakony-Balaton Highland (Pannonian Basin, Hungary). — Stephan Mueller Topical Conference of the European Geophysical Society, Quantitative neotectonics and seismic hazard assessment: New integrated approaches for environmental management. Balatonfüred, Hungary, September 22–26, 2001, p. 11.
- NÉMETH, K., MARTIN, U. & CSILLAG, G. 2003: Calculation of Erosion Rates Based on Remnants of Monogenetic Alkaline Basaltic Volcanoes in the Bakony–Balaton Highland Volcanic Field (Western Hungary) of the Mio/Pliocene Age. — Hibsč 2002 Symposium, Tepla near Trebenice, Usti nad Labem, Mariánske Lázně Czech Republic June 3–8 2002, *GeoLines*, **15**, 102–106.
- NÉMETH K., MARTIN, U. & CSILLAG G. in press: Lepusztult kúrtókitöltés-roncsok (alsó diatrémák) a Bakony–Balaton-felvidék Vulkáni Területen. *Eroded lower diatreme structures from the Bakony–Balaton Highland Volcanic Field, Transdanubian Range, Hungary*. — *MÁFI Évi Jel. 2000. évről*.
- PALOTÁS K. 1995: Diagenesis of a Late Miocene Barrier Island, Hungary. — Poster at the 10th Bathurst Meeting of Carbonate Sedimentologists, London, England, 2–5 July, 1995 Abstract, Abstract volume for Talks and Posters, p. 36.
- PAPP P. 1991: A Balaton környékének két földtani térképezése. — In: BÍRÓ P. (szerk.): 100 éves a Balaton-kutatás. XXXIII. Hidrobiológus Napok, Tihany, 130–139.
- PÉCSI M. 1969: A Balaton tágabb környezetének geomorfológiai térképe. Kísérlet Magyarország áttekintő (1:300 000-es) geomorfológiai falitérképének elkészítéséhez. — *Földrajzi Közlemények*, **17/2** 101–126.
- PÉCSI M. 1988: Geomorfológiai szintek kora a Magyar-középhegységben. — *Földrajzi Közlemények*, **6(112)/1–2**, 21–41.
- PÉCSI M. 1998: Evolution of surfaces of planation: Exemple of the Transdanubian Mountains, Western Hungary. — *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, **21**, 61–69.
-

- PEREGI ZS., BENCE G. 1987: Magyarázó a Bakony hegység 20 000-es térképsorozatához, Sáska. — MÁFI kiadv., 112 p.
- PETTYJOHN, W.A., SAVOCA, M. & SELF, D. 1991: Regional Assessment of Aquifer Vulnerability and Sensitivity in the Conterminous United States. — Washington, D. C., U.S. Government Printing Office, 1–193.
- PEULVAST, J.-P. & VANNEY J.-R. 2001: Géomorphologie structurale. Tom 1. — Gordon & Breach Sc.Pub.–BRGM, 505 p.
- RAINCSÁK GY.-NÉ & CSERNY T. 1984: A Balaton környékének építésföldtani térképezése — *MÁFI Évi Jel. 1982-ről*, pp. 49–54.
- REIMHOLD, W.U. 1999: Geoconservation - a southern African and African perspective. — *Journal of African Earth Sciences*, **29/3**, 469–483.
- RÓMER F. 1860: A Bakony, természetrajzi és régészeti vázlat. Győr. — Gondolat Kiadó, Budapest, 1990.
- ROSSI, M.J. & GUDMUNDSSON, A. 1996: The morphology and formation of flow-lobe tumuli on Icelandic shield volcanoes. — *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **72/3–4**, 291–308.
- SCHOLZ G. 1970: A visegrádi Fekete-hegy tortonai korall faunája. — *Földtani Közöny*, **100**, 102–106.
- SCHWARTZ, T. 1997: Lateritic bauxite in central Germany and implications for Miocene paleoclimate. — *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **129**, 37–50.
- SCHWEITZER F. 1993: Domborzatformálódás a Pannóniai-medence belsejében a fiatal újkorban és a negyedidőszak határán. — *Kézirat* (Akadémiai doktori értekezés), 125 p.
- SIMON T. 1992: A magyarországi edényes flóra határozója. Harasztok – virágos növények. — Tankönyvkiadó, Budapest.
- SŐREGI K. 1986: A Balaton-felvidék nyugati részének karsztvízföldtani vizsgálata. — *Kézirat* (szakdolgozat), ELTE TTK Alkalmazott és Műszaki Földtani Tanszék.
- SUC, J.P., BERTINI, A., A. G. LEROY, S. & SUBALLYOVA, D. 1997: Towards the lowering of the Pliocene/Pleistocene boundary to the Gauss–Matuyama reversal. — *Quaternary Internat.*, **40**, 37–42.
- SZABÓ I. 1990: Magyarország geológiai alapszelvényei: Balaton-felvidék, Köveskál, Sédparti feltárás. — MÁFI kiadványa.
- SZATMÁRI P. 1971: A kvarchomokképződés feltételei és a magyarországi felsőpannon. — In: GÓCZÁN F., BENKŐ J. (szerk.): A magyarországi pannonkori képződmények kutatása, 233–252. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- SZENTES F. 1967: Magyarország 200 000-es térképsorozata. L-33-XII. Veszprém. — MÁFI kiadv.
- SZILASSI, P. 1999: Possibilities of country development from the point of view of tourism – an investigation in the Káli-basin (West-Hungary). — *Geographica Pannonica*, Novi Sad, **3**, 30–32.
- SZILASSI, P. 2001: Influence of weather — as a changing part of landscape elements — on the touristical potentials of the Káli basin. — *Acta Universitatis Szegediensis Acta Climatologica*, **34–35**, 45–49.
- SZILASSI P. in prep.: Rekreációs és mezőgazdasági szempontú tájértékelés a Káli-medence példáján. — *Kézirat* (PhD értekezés), SzTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék.
- SZONTAGH T. 1914: A természeti ritkaságok és szépségek védelme, gondozása. Nemzeti park. — Az igazságügyi és közigazgatási tisztviselők részére 1913. évi október hó 1–15. napjain rendezett III. jog- és államtudományi továbbképző tanfolyamon tartott előadások kötete, Jog-és Államtudományi Továbbképzés Központi Bizottsága, 565–572.
-

- TELEKI G. 1939: Adatok Litér és környékének sztratigráfiájához és tektonikájához. — *Föld. Int. Évk.*, **32/1**, 3–60.
- TELEKI G. 1941a: Adatok Felsőörs és környékének földtani viszonyaihoz. — *Földt. Int. Évi Jel. 1936–38-ról/I*, 295–301.
- THIRY, M. & BERTRAND-AYRAULT, M. 1988: Les grès de Fontainebleau: Genèse par écoulement de nappes phréatiques lors de l'entaille des vallées durant le plio-quaternaire et des phénomènes connexes. — *Bull. d'information des géologues du Bassin de Paris*, **25/4**, 25–40.
- THIRY, M. & MARÉCHAL B. 2001: Development of tightly cemented sandstone lenses in uncemented sand: example of the Fontainebleau Sand (Oligocene) in the Paris basin. — *Journal of Sedimentary Research* **71/3** 473–483.
- THOMAS, M., F. 1974: Tropical Geomorphology. — MacMillan, London, 332 p.
- TRUNKÓ, L., MÜLLER, P., BUDAI, T., CSILLAG, G. & KOLOSZÁR, L. 2000: Ungarn, Bergland um Budapest, Balaton-Oberland, Südbakony. Sammlung Geologischer Führer 91. — Gebrüder Borntraeger, Berlin, Stuttgart, 158 p..
- VÉRTESY L. 1994: Jelentés az 1993. évi földtani természetvédelmi munkákról. — *Kézirat*, Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet.
- VÉRTESY, L., CSILLAG, G., GONDÁRNÉ SÖREGI, K., GULYÁS, Á., KISS, J. & KOLOSZÁR, L. 1996: Geological and geophysical data in the nature conservation – GIS computer show. — Research, Conservation, Management Symposium, Aggtelek–Jósvafő 1–5 May 1996, Abstract volume p. 38.
- VITÁLIS I. 1911: A balatonvidéki bazaltok. — A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei I/I. rész, Geologiai, petrografiai, mineralogiai és ásványchemiai függelék 170 p.
- VÖRÖS A., BUDAI T., LELKES GY., MONOSTORI M. & PÁLFY J. 1997: A Balaton-felvidéki középső-triász medencefejlődés rekonstrukciója üledékföldtani és paleoökológiai vizsgálatok alapján. — *Földtani Közlöny*, **127/1–2**, 145–177.
- WHITE, J.D.L. 1991: Maar-diatreme phreatomagmatism at Hopi Buttes, Navajo Nation (Arizona), USA. — *Bulletin of Volcanology*, **53**, 239–258.
- WIMBLETON W.A.P. 1999: GEOSITES — an International Union of Geological Sciences initiative to conserve our geological heritage. — In: ALEXANDROWICZ ed.: Representative geosites of Central Europe. *Polish Geological Institute Special Papers*, **2**, 5–8.
- WIMBLETON W.A.P., ANDERSEN, S., CLEAL, C.J., COWIE, J.W., ERIKSTAD, L., GONGGRIJP, G.P., JOHANSSON, C.E., KARIS, L.O. & SUOMINEN, V. 2000: Geological World Heritage: GEOSITES — a global comparative site inventory to enable prioritisation for conservation. — In: GISOTTI, ZARLENGA ed.: The second international symposium on the conservation of our geological heritage/world heritage: Geotope conservation world-wide, european and italian experiences. *Memorie descrittive della Carta Geologica d' Italia*, **54**, 45–60.
- WIMBLETON, W.A.P. 1996: GEOSITES — a new conservation initiative. — *Episodes* **19/3** 87–88.
- ZEPHAROVICH, R. 1856: Die Halbinsel Tihany im Plattensee und die nächste Umgebung von Fűred. — *Sitzungsb. Akad. Wiss.*, **19/2**, 339–370.

