

In memoriam

Dr. Alföldi László



1928–2015

ALFÖLDI László 87 évet élt. Tudományos-szakmai tevékenysége az életpálya túlnyomó részét kitöltötte, munkássága egy sokoldalú, termékeny és jelentős hatású hidrogeológus szakember életművét hagyta ránk. Egyaránt sikeres volt gyakorlati területen, tudományos kutatásokban, kutatási projektek és intézmények szervezésében, irányításában valamint az oktatásban. Megbízatai a külföldi kútfúrasi munkák sikeres helyszíni vezetésétől vállalati majd tudományos kutatóintézeti igazgatói pozícióig, később ágazati főhatóság főosztályvezetői beosztásig, akadémiai tudományos bizottság elnöki tisztségéig terjednek. Oktatási tevékenységét címzetes egyetemi tanári kinevezés jelzi. Alapvetően a hidrogeológia szakkérdései álltak érdeklődésének a középpontjában, de a kapcsolódó területek (geológia, bányászat, hidrológia, földrajztudomány) területén is maradandót alkotott. Tudományos eredményei alapján elnyerte az MTA Földtudományok Doktora címet.

Sohasem volt népi kollégista, származása és nyílt stílusa miatt mégis a „fényes szellők” generáció jellegzetes alakjának tekintették, s ezt ő vállalta is. Nemigen voltak politikai ambíciói, mégis a politika, illetve a megélt történelem kényszerítette többszöri újrakezdésre. A hazai víz-és környezetföldtani kutatás szerencséje, hogy végül a vízgazdálkodási ágazatban bizonyíthatta rátermettségét. Mi, akik részben tanítványai, a VITUKI-ban pedig közeli munkatársai lehetünk, a köré szerveződött tudományos műhely tagjaiként mindig tisztelni fogjuk munkásságát és a szakmát egész életében fiatalos lendülettel művelő személyiségét.

1928. szeptember 23-án született a Szabolcs-Ung megyei Tiszadob községben, tősgyökeres kálvinista földműves családban, ALFÖLDI Lajos és APRENDEK Margit második

fiaként. A helyi elemi iskola befejezése után kollégistaként felvételt nyert a nagy múltú Debreceni Református Gimnáziumba. 1943-ban az Országos Középiskolai Táj- és Népkutató Pályázaton „Halász élet a Tiszán” c. dolgozatával díjat nyert; az ezt tanúsító oklevelet RÓNAI András, a Teleki Pál Tudományos Intézet igazgatója írta alá. 1944 tavaszán a család Miskolcra költözött, ahol bátyjával együtt a Lévai József Református Gimnáziumban folytatták tanulmányaikat. A háborús és újjáépítési időszakban maradandó élményt a Bükk hegységi kirándulások, múzeum- és ásatáslátogatások jelentettek számára, legtöbbször a cserkészvezető és amatőr régész SÁGI orvosdoktor társaságában.

Az akkor már orvostanhallgató bátyja Budapesten a tudományegyetem helyett az Állatorvosi Főiskolára irányította, 1948 őszén átjelentkezett a Pázmány Péter Tudományegyetemre szabad bölcsésznek. GRÓH professzornál kémiát, VADÁSZ Elemélnél általános földtant, MAURITZ Bélánál közzettant tanult, de hallgatott tengerentant, geomorfológiát, antropológiát és csillagászati előadásokat is. Szabad idejében bekapcsolódott a Természettudományi Társaság munkájába. MEIZEL János, VADÁSZ professzor akkori tanársegédje tudományos ismeretterjesztő előadónak is beszervezte; a második félév végén pedig még egy bentlakásos csillagászati tárgyú továbbképzésen is részt vett.

Az 1949. évi egyetemi reform során megalakult az Eötvös Loránd Tudományegyetem, megszűnt a szabad bölcsészet; viszont korábbi fő tantárgyai alapján ALFÖLDI László a Természettudományi Kar geológus szakának másodikéves hallgatója lehetett. Az így egybeszervezett évfolyamok a közös foglalkozások, kirándulások és barlangi túrák révén váltak közösséggé. Az esti programokból viszont ő

maga kimaradt, mivel elvállalta a TiT Gellért-hegyi Uránia Csillagvizsgálójának vezetését. Ez három évig délutáni rendszeres népszerűsítő előadások tartását, esti távcsöves bemutatókat és amatőr csillagászati klubok szervezését jelentette, némi fizetés és ingyen használható lakoszoba ellében. 1951-ben kötött házasságot BALKOVICS Kornéliával, aki közben a BME elektromérnöki hallgatójaként Miskolcra egy pesti leányszállóba került. Néhány hónap múlva közvetítők útján sikerült közös lakáshoz is jutniuk a Vágóhíd utcához közeli egyik háztömbben.

Geológusi diplomája átvétele után a közoktatási miniszter 1952. július 1-től kötelező szakmai gyakorlatra segéd-előadóként az Országos Tervhivatal Bánya-energiaügyi Főosztályára irányította. Az állását 3 hónapos tartalékos tiszti kiképzése és alhadnagyi kinevezése után, októberben foglalta el, professzorának fia, VADÁSZ Zoltán bányamérnök főosztályvezető mellett. Az OT elnöke, VAS Zoltán külön rendelkezéssel elintézte, hogy a bányászati főosztály bármelyik terepi kiszállásán részt vehet, ha jut neki hely a kocsiban; ilyenkor szabadon kószálhat bányákban vagy fúrásoknál, sőt még havi két „kutatói szombatot” is engedélyezett neki. Az elnöki ígéret jóvoltából bejárhatta az ország összes bányavállalatát, megismerhette a különféle fejtési rendszereket. Főként a borsodi szénmedence bányáiban volt alkalma a vajútékeken mikrotektonikai méréseket végezni a fejtési homlokok kedvező kialakítása céljából. Olyan telepítési megfigyelésekre is alkalma nyílt, amelyeket később a Földtani Közlönyben publikálhatott. 1952–53-ban jelentek meg az első ismeretterjesztő jellegű dolgozatai is.

Kezdetben megfigyelőként, később a Távlati Tervezési Főosztály vezetőjeként, az OT képviselőjeként részt vett minden olyan ágazati egyeztetésen, amely az ásványi nyersanyagok kutatási, feltárási és kitermelési kérdéseire kapcsolódott; személyesen megismerte a bányavállalati, fúróvállalati és kutatóintézeti igazgatókat. 1955. szeptember 27-én HIDAS István, a minisztertanács elnökhelyettese kinevezte az Országos Földtani Főigazgatóság keretein belül felállított Országos Ásványvagyon Bizottság Kőszénkészlet Szakbizottsága, illetve a Földtani Tanács tagjává. Tagja lett a Geológiai Állami Kormánybizottságnak, valamint a KGST Földtani Együttműködési Bizottság magyar tagozatának. A nehézipari miniszter közben a Bányászati Műszaki Kollégium tagjává is kinevezte és kitüntette „A bányászat kiváló dolgozója” címmel. Ezekon kívül még több kisebb-nagyobb bizottságba és munkacsoportba is delegálták, sok esetben csak formálisan, a tudta nélkül. Tervhivatali működésének legfontosabb, maradandó eredményének a perspektivikus kutató-fúrások intézményének bevezetését tartotta, amelyekhez HETÉNYI Zoltánnal (a későbbi pénzügyminiszterrel) együtt sikerült külön költséghelyet is biztosítani.

BESE Vilmos, az OFF főigazgatója teljesen váratlanul, az 1956. augusztus 14-i keltű, 197. sz. Főigazgatói Rendeletével, 1956. szeptember 1-i hatállyal a Magyar Állami Földtani Intézet igazgató-helyettesévé nevezte ki; FÜLÖP Józseffel, addig az ELTE Földtani Tanszékén dolgozó évfolyamtársával együtt. (Egyidejűleg új igazgató is került a MÁFI élére.) A kinevezés, az új feladatoknak való meg-

felelés kényszere miatt kezdetben nem érzékelte az egyre élénkebb közéleti változásokat.

A forradalmi események idején konfliktusba került az MDP párttitkárral, valamint a személyzeti osztályvezetővel, akik később feljelentették. Ennek hatására visszaadta MDP tagkönyvét.

A korábbi miniszterelnök-helyettestől kapott kinevezéseket már 1957. február 12-én visszavonták. Az OFF főigazgatója felmentette a KGST Együttműködési Bizottság magyar tagozatának tagsága alól, majd sorra a legtöbb bizottsági tagságát is megszüntették (az OÁB szén-tagozatát kivéve). Ezek után 1957. május 2-án írott levelében szakmai indokolással lemondott és felmentését kérte az igazgató-helyettesi megbízásról is, amit 1957. június 1-i hatállyal fogadtak el és a MÁFI tudományos munkatársának sorolták át. Először még a MÉV uránbánya vállalat megrendelésére vállalt több ezer vékonycsiszolat feldolgozására létrehozott munkacsoport vezetését látta el, majd a térképszerkesztő osztályra osztották be.

Még 1957 tavaszán kapott felkérést BESE Vilmostól, az OFF főigazgatójától az akkor szerveződő mongóliai vízkutató expedícióba hidrogeológusnak, amit az év végén — többszöri sürgetésre — elfogadott. Az első 8 hónapos kiküldetést 1958. március első napjaira tervezték, s a kiutazás előtti délutánon tartalékos tiszti katonakönyvének leadása céljából kereste fel a helyi Honvéd Kiegészítő Parancsnokságot. Akkor és ott tudta meg, hogy időközben lefokozták, anélkül, hogy bármiféle katonai bíróság elé állították volna. Moszkvába és Mongóliába való kiutazását nem merték megakadályozni, de csak jóval később tisztázódott; hogy egy „túlságosan éber” vezérkari tiszt önkényes döntése fosztotta meg a rangjától.

Az első expedíciós élményei a „Szomjazó sivatag” c. ifjúsági könyvében olvashatók, amelyet közvetlenül utána, a téli szünetben írt meg. Második alkalommal már családjával együtt utazott ki, László fia az ulanbátori orosz követségi iskolában kezdte tanulmányait. A két idényben lemélyített 35 fúrás mindegyike szolgáltatott vizet. A harmadik szezont Zsófia lánya születése miatt nem vállalta, viszont az utódja által (a helyi igények szerint) kitűzött fúrások többsége meddő lett. Emiatt a negyedik ciklusra is őt hívták vissza, s akkor ismét produktív kutakat tudtak telepíteni. Mongol kormánykitüntetéséhez viszont a MÁFI igazgatója nem járult hozzá. Itthoni, intézeti munkáját kevésbé akadályozták, néhány kisebb publikációja is megjelenhetett MÁFI kiadványokban és a Földtani Közlönyben, de hosszabb feladatokat nem bíztak rá, a távolléteire hivatkozva.

Sivatagi tapasztalatait doktori értekezésében foglalta össze, 1961 márciusában avatták az ELTE-TTK egyetemi doktorává. A lefolyástalan területek üledékföldtani, illetve vízföldtani jellemzőire vonatkozó tanulmányai 1962-ben a Földtani Közlönyben és a Hidrológiai Közlönyben jelentek meg; a fejlődő országok megsegítésére Genfben rendezett UNCTAD konferencián pedig „Water prospecting in Desert Region” c. sajtó és két társszerzővel közös másik dolgozattal szerepelt a magyar tudományos ENSZ-delegáció tagjaként, MOSONYI Emil és LÁSZLÓFFY Woldemár vezető VITUKI-s

kutatókkal együtt. A MÁFI akkor kiadott Magyarország Vízföldtani Atlaszának külföldi bemutatására is ott került sor. A még fennálló Vízföldtani Osztály keretében ALFÖLDI László készítette el a budapesti termálkarszt állapotértékelése alapján a népligeti hévízkutató fúrás kitzési szakvéleményét 1963-ban, amit később „*Budapest hévízkutatói kérdései*” címmel publikált a Vízügyi Közleményekben.

A vízügyi ágazat átszervezése során a VITUKI-ban ekkor alakult meg a III. Felszínalatti Vizek Főosztályán a III/3. Mélységi Vízkutatási Osztály az OFF-től áthelyezett BÉLTEKY Lajos vezetésével. 1964. január 1-től tudományos főmunkatársként kapcsolódott be a hévízkút kataszterek fejlesztési és a tiszakécskei geotermikus anomália kutatási munkálataiba. LIEBE Pál geológus technikust (a későbbi mérnök kutatót) ekkor vette fel maga mellé. Az osztály kutatóinak a perspektivikus hévízkutató fúrások művezetési és műszaki ellenőri feladatait is el kellett látniuk. Az 1888 m-ig lemélyített Népliget-1. (Bp.X/88) fúrás irányításán kívül ő lett annak a Tápé községi MgTSz-kútnak a műszaki ellenőre is, amely elsőként tárta fel az algyői kőolaj-előfordulást. (A fúrómester a rétegnytáshoz nem őt, hanem a televíziót hívta ki.) Ekkoriban már ismét meghívták az Országos Ásványvagyon Bizottság üléseire, ahol visszautasíthatatlan ajánlatot kapott az újonnan szerveződő Országos Földtani Kutató Fúró Vállalat főgeológusi állására 1965. január 1-től. Ezt azzal a kikötéssel vállalta el, hogy abban az évben még másodállású kutató is maradhatott a VITUKI-ban, különös tekintettel az országos és a budapesti hévízkút kataszterek szerkesztési munkálataira. (A „*Budapesti hévizei*” c. 1968. évi kiadványban külső szerzőként is szerepelt.)

A három vidéki fúróvállalat összevonásával kialakított OFKFFV-t az akkor kezdődött új mechanizmus kísérleti nagyvállalatának jelölték ki azzal a feladattal, hogy a kezdeti 8–9 millió forintos veszteséget egy év alatt tegyék nyereséssé. Ennek érdekében a főgeológusnak egy ideig a Miskolci Üzemvezetőség irányítását is vállalnia kellett. A fúróbrigádoknak megígért és kifizetett nyereségmegosztás és sikeres műszaki fejlesztések révén már a második évben 10 milliós nyereségre tettek szert. A kísérlet túl jól sikerült: a fúrások jövedelme csaknem megkétszereződött, így a bérkiáramlást csak szabadságolásokkal tudták csökkenteni, mert a várható további teljesítménynövekedés mellett csökkenteni kellett volna a berendezések és a brigádok számát is. A hatékonyság növekedése más kísérleti vállalatoknál is 20–30%-os létszámfölösleget ígért és az ösztönzők visszafogásához vezetett, az egyes fúrós cégek fokozódó konkurenciaharca mellett.

Külföldi vállalkozásokkal, koncessziószerzéssel és leányvállalatok alakításával kívántak segíteni a bányászat és a kutatás nehézségein a Geological Mining Corporation (Földtani és Bányászati Rt.) 1969. évi megalapításával. ALFÖLDI László áthelyezéssel az új részvénytársaság műszaki igazgatóhelyettese lett. Közel hároméves működése alatt a GEOMINCO kútfúró részleget telepített Libanonba, rézércet kutattak Jordániában, külszíni rézbánya koncessziót szereztek és egy ércdúsítót építettek Cipruson, amelyeknek próbüzemét viszont a Ciprusi Török Köztársaság

megalakulása félbeszakította. 1965 utáni vállalatvezetői munkái mellett a tudományos tevékenysége sem szünetelt. 1972-ig, az MhFT társelnökévé választásáig további 9 magyar és 2 angol nyelvű publikációja jelent meg Tiszakécske és Budapest hévizeiről, a műegyetemi mérnökgeológiai szakmérnöki képzés keretében pedig meghívott előadóként vízföldtani oktatót (LORBERER Árpád vízepítő mérnök is posztgraduális hallgatója volt); előadásainak anyaga 1971-ben „*Hidrogeológia*” címmel a Tankönyvkiadónál jelent meg. A könyvnek köszönhetően STELCZER Károly, a VITUKI igazgatója 1972 nyarán meghívta a III. Felszínalatti Vizek Főosztálya vezetőjének (a nyugdíjba vonuló HRIG Dénes utódjával), amit ő azzal a feltétellel fogadott el, hogy 1972. november 1 után egy ideig még félállásban a GEOMINCO-nál is dolgozhatott. (LORBERER Árpádot még 1972. április 1-ével helyezték át a KÖTUKI-ból a VITUKI III/3. Osztályára egy későbbi algériai expedíció kijelölt tagjának, ami utóbb meghiúsult. Valószínűleg nem maradt volna a VITUKI-ban, ha nem a tanára lett volna az új főosztályvezető.) 1973-tól az ELTE-TTK Alkalmazott és Műszaki Földtani tanszéke is alkalmazta meghívott előadóként.

Az 1972–1976 közötti főosztályvezetői és kutatói tevékenysége mind a saját munkássága, mind pedig a munkatársai számára kiemelkedően sikeres volt. Irányítása mellett először a kutatói kollektíva (vidéki kollégák bevonásával) a világon először felmérte Magyarország felszínalatti vizeinek környezeti állapotát, veszélyeztetettségét és javaslatokat dolgozott ki a vízkészletek szennyeződés elleni védelmére. Az eredmények hazai visszhangja eléggé mérsékelt, sőt néhol (pl. a mező- és erdőgazdasági körökben) ellenséges is volt. Viszont az angol nyelvű publikációja alapján beválasztották az UNESCO akkor alakult 7 tagú munkabizottságába és részt vett az „*Aquifer Contamination and Prevention*” c. kiadvány szerkesztésében is. Az újabb feltárások és észlelési adatok alapján a Mélységi Vízkutatási Osztály kutatóival (korábbi társszerzőivel) együtt készítette el a Tiszakécske térségi geotermikus anomália részletes felülvizsgálatát, amelyet az 1976. évi „*Hydrogeology of great sedimentary basins*” c. budapesti IAH–IASH konferencián ismertettek.

Az OÁB szén-szekciójának elnökeként is sokat foglalkozott a bányászati víztelenítések környezeti hatásaival. Aktuális érvelése: „*Az adathiány az elméletek melegágya*” néha még a döntéshozókra is hatott. Ennek köszönhető a „*Hideg és meleg karsztvizek összefüggése, különös tekintettel a bányászat víztelenítési törekvéseire*” c. kutatási témánk sokoldalú vizsgálatsorozata. A középhegységi főkarsztvíztároló rendszer Móri-árokotól a Zagyva völgyéig terjedő ÉK-i részeinek komplex földtani és vízföldtani feldolgozása során kiemelten foglalkoztunk Budapest termális karsztvíz-előfordulásainak állapotváltozásaival, a hévizek áramlási és nyomásviszonyaival, vízminőségi és vízkor-jelmezőivel. A tároló működési mechanizmusára és a bányavízemelések környezeti hatásaira vonatkozó publikációink gyakran vitákat kavartak, de ALFÖLDI László. „*hidraulikus vezérlésű geotermikus áramlási rendszer*” modellje ma már sokoldalúan igazoltnak tekinthető.

1976-ban a VITUKI addigi 7 kutatási főosztályából 4 intézetet szerveztek. Az új Vízrajzi Intézet igazgatójának GODA Lászlót, a Felszíni Vizek addigi főosztályvezetőjét választották. ALFÖLDI László csak igazgató helyettes lehetett, még a tanácsaira sem tartottak igényt. Ez viszont lehetővé tette, hogy 1977-ben megnyerje a Központi Földtani Hivatal jelíges pályázatát „A geológia szerepe a környezetvédelemben” témakörben, az UNESCO munkabizottság tagjaként pedig részt vegyen a felszínalatti vizek olajszennyeződése tárgyú konferencián a „*Movement of Oils in Groundwater and in Rocks*” c. előadással. 1978-ban a „*Budapesti hévizek*” c. értekezéssel elnyerte a földtudományok kandidátusa címet. Azt pedig, hogy kutató- és szerzőtársait szakmai tanácsokkal továbbra is segítse, igaztalan támadásoktól megvédje, senki nem tilthatta meg. (Az 1978-tól kiadott 1:200 000-es karsztvízszinttérképek alap-konceptiója, információ-igénye is tőle származott, neki köszönhető, hogy a KFH elnöke finanszírozóként jóváhagyta a Kvzs-1. karsztvízszintészlelő fúrásnak a VITUKI telephelyén történő lemélyítését.) Igazgató-helyettesi megbízása 1979. december 31-ig tartott, azután ezt a posztot mindegyik intézetnél megszüntették.

1980 januárjában az Országos Vízügyi Hivatal újonnan alakult Tudományos Kutatási és Műszaki Fejlesztési Főosztályának vezetőjévé nevezték ki, eléggé kényes feladatokkal. Első témája a Balaton rohamos eutrofizációjával kapcsolatos vízügyi kutatások megszervezése volt LÁNG István MTA főtitkár 10 pontos programjával egyeztetve. Legnehezebb feladatának a vízrajzi szolgálat decentralizációja bizonyult, amelynek során az észlelőhálózatokkal együtt kb. 300 főt helyeztek át a VITUKI-ból a vízügyi igazgatóságokhoz. Reá hárult a dél-alföldi ivóvízbázisok arzénos szennyezettségének nyilvánosságra hozása, a paksi atomerőmű időszakos vízhiányának elhárítását célzó vízügyi beavatkozások irányítása, de az északkelet-dunántúli „eocén szénbányák” vízemeléseinak környezeti hatásaival kapcsolatos, 1965-től fokozódó vitáktól sem szabadulhatott.

Közben egy újabb átszervezés során összevonták a kutatási és a vízgazdálkodási főosztályokat, s így ő lett az OVH legnagyobb felelősséggel terhelt és kényszerűen a sajtóban is legtöbbet szereplő főosztályvezetője — éppen a Bős-Nagymarosi Vízerőműrendszerrel kapcsolatos belpolitikai és nemzetközi környezetvédelmi viták éleződése idején. 1982-ben a Nemzetközi Rendszerelemzési Intézet (IIASA) önálló kiadványaként jelent meg „*Hydrogeological Aspect of Groundwater Nitrification*” c. tanulmánya, majd 1983-ban az Európai Gazdasági Bizottság felszínalatti vizek védelmével foglalkozó athéni szeminárium alelnökévé választották. Az MhFT társelnöki tisztét 1986-ig töltötte be.

A VITUKI akkori főigazgatója, KOVÁCS György betegsége miatt visszavonult, utódja pedig pályázat útján 1985. június 1-től, 5 éves időtartamra ALFÖLDI László lett. Az új vezetőtől elvárták, hogy a VITUKI gazdálkodását állítsa át a piaci körülményekre — a nemzetközi tudományos színvonal megtartása mellett. Ehhez maga választhatta meg a helyetteseit is. Az intézetben 15–20 fős kutatási tanácsot szerveztek a legfontosabb kérdések megvitatására, évente

kétszer pedig össz-kutatói értekezletet tartottak. Az akkor alakult Vízgazdálkodási és Környezetvédelmi Minisztérium 1986-tól már nem finanszírozta a VITUKI kísérleti és tájfellemző területeit, emiatt ezek többségét eladni vagy megszüntetni kényszerültek. A piaci működésre való átállás viszont olyan jól sikerült, hogy egy új környezeti-vízminőségi intézet (csúcslaboratórium) létesítését kezdeményezhették, a várható építési költségeiből 20 MFT-ot is felvállalva. Egy új mérőhajót is vásároltak, amelyet az akkor legkorszerűbb műszerekkel szereltek fel. Legfontosabb fejlesztésként a VITUKI összes fiatalabb kutatóját ellátták személyi számítógépekkel, biztosítva számítástechnikai továbbképzésüket. A szerződéses munkavállalások, szigorú határidők miatt viszont a kutatási témák megvitatására ritkábban került sor, a szakmai színvonal fenntartása is egyre nehezebb lett. KOVÁCS György halála után az MTA Hidrológiai Tudományos Bizottsága elnökének őt választották, ezt a tisztséget négy cikluson keresztül ismételtelen elnyerte.

1985-ben felkérést kapott a finn vízügyi szolgálat igazgatójától a Kuopióban megrendezésre kerülő nemzetközi mikrobiológiai szimpóziumon előadásra, amelyet „*State of Art Report Groundwater Microbiology Programs and Biological Treatment*” címmel tartott meg. Ennek teljes anyaga megjelent a Water Science and Technology folyóiratban, rövidített magyar változata pedig a Hidrológiai Közönyben. 1988-ban az életművét összefoglaló téziseit „*Felszínalatti vizek védelmének hidrogeológiai alapjai 1958–1988*” címmel nyújtotta be a TMB-nek és megvédésük után elnyerte a földtudományok doktora címet. Az akkor alapított Kossuth és Széchenyi Bizottság Bányászati és Földtani Albizottsága munkájában való részvételre miniszterelnöki felkérést kapott NÉMETH Miklóstól, tagsága 1997. július 27-ig tartott. A szakmai közvélemény és a „zöldek” számára emlékezetesebb volt, hogy az egyre inkább hisztérikussá vált Bős-Nagymaros vitában fórumot biztosított minden szakmai jellegű nézet ütköztetésére. (Ezzel a gesztussal sem lehetett helyrehozni a minisztérium 1987. évi, a témával foglalkozó kutatók sajtónyilatkozat-tiltásából származó hitelességi veszteségeket, a demagógia terjedését.)

Főigazgatói megbízatása 1989. december 31-én járt le, véglegesen 1990. június 30-án ment nyugdíjba, de továbbra is aktívan részt vett a kutatásban és a tudományos közéletben. 1991-ben jelent meg a Magyar Tudomány c. folyóiratban LIEBE Pál és OTTLIK Péter társszerzőkkel közös vitacikke „*Hasznosítható-e a geotermikus energia Magyarországon?*” címmel. „*A felszínalatti vizek genetikájának, hidraulikai kapcsolatainak vizsgálata hidrogeokémiai, izotóp-hidrológiai és genetikai módszerekkel*” c. témájához OTKA-támogatást nyert még 1990-ben, amit 1992-ben a „*Szennyeződés vándorlása felszínalatti vizekben (kisminta)*” c. újabb OTKA témával egészíthetett ki. Az így szerzett ismeretek alapján OLÁH Jánossal és PÓKA Terézzel közösen vizsgálták a biológiai aktivitás szerepét a szentendrei-szigeti kavicsos ivóvízadó képződményekben; eredményeiket 1995-ben publikálták a Hidrológiai Közönyben. 1994-től a Soproni Egyetemen is oktatott hidrogeológiát, az ELTE-TTK-nak címzetes egyetemi tanára lett. 1997-ben az

Akadémia c. lap felkérésére írta meg az MTA reformjával kapcsolatos elképzeléseit, amit a szerkesztőség „*Lassan a testtel*” címmel jelentetett meg. 1998-ban megkapta az MHT KVASSAY Jenő-díját, 1999-ben közölte az Ezredforduló c. kiadvány „*A vízgazdálkodás jelenének, jövőjének kérdőjelei*” c. tanulmányát. A 2002. évi Magyar Tudománytár I. kötetében „*A felszíni és felszínalatti vizek*” c. fejezet is az ő munkája. Ebben az évben tüntették ki a Magyar Köztársasági Érdemrend középkeresztjével, novemberben pedig kiemelkedő tudományos életműve elismeréseként az MTA elnöksége Eötvös József koszorút és „Laureatus Academiae” címet adományozott számára. 2003-ban megkapta az MHT VITÁLIS Sándor szakirodalmi nívódíját.

2003-ban jelent meg „*Gondolatok az éghajlatváltozás hidrológiai, vízgazdálkodási vonatkozásairól*” c. tanulmánya, 2006-ban neki ítelték az MhFT VITÁLIS István tudományos díját. NAGY István és SCHWEITZER Ferenc társszerzőkkel foglalkozott a Tisza árvédelmi kérdéseivel, a hullámtér feltöltődésével, az övzátányok kialakulásával és szerepével. 2007-ben KAPOLYI László és CSEPREGI András társszerzőkkel közösen publikálták a „*Bányászati karsztvízszint-süllyesztés a Dunántúli-középhegységben*” c. könyvet. Utolsó hévizes témájú munkájaként 2008-ban SZÉKELY Ferencsel közösen készítette el „*A Nagykáta B-42 hévízkút*

állapotának értékelése” c. kéziratos elemző tanulmányt. A közös munka során a szerencsés szerzőtárs közvetlenül tapasztalhatta, hogy megállapításaiban ötvöződnek a korai terepi kútfúrési és kútkiképzési gyakorlati ismeretek valamint az életpályát betetőző koncepció a hévízáramlási rendszerekről.

Önéletrajzában fontosnak ítélte számos, publikációval nem dokumentált szakmai-tudományos tevékenységét is. Ezek közül megemlíti a Gellért téri metróállomás helyének kijelölésével, valamint a Duna alatti íves vonalvezetés kialakításával kapcsolatos közreműködését. 1990 után a Vízgazdálkodás-tudományi, Hidrológiai Tudományos, Mezőgazdasági Vízgazdálkodási és az Akkreditációs Bizottság mellett több MTA elnöki ad hoc bizottságnak is tagja lett (Aszálybizottság, a Balaton vízpótlási javaslatait véleményező elnöki bizottság). Elnöki felkérésre véleményezte a Vásárhelyi-terv megvalósításáról szóló, valamint a Duna-Tisza közti hátság fejlesztésével foglalkozó törvénytervezetet. Az MTA Földtani Tudományos Bizottság Hidrogeológiai Albizottságának tiszteletbeli tagja volt. Egészsége a 40-es évek végétől többször megromlott, de betegségei alkotó tevékenységét csak a legutolsó hónapokban korlátozták. 2015. május 5-én Budapesten hunyt el.

SZÉKELY Ferenc, LORBERER Árpád, LIEBE Pál

DR. ALFÖLDI László nyomtatásban megjelent publikációi

1952

ALFÖLDI L. 1952: A Szovjetunió ásványi nyersanyagkincsei. — Természettudományi Társaság, Budapest. 18 p.

1953

ALFÖLDI L. 1953: Hegységek keletkezése és pusztulása. — Művelt Nép, Budapest. 46 p.

1959

ALFÖLDI L. 1959: Új limnikus barnakőszéntelep (VI.) a borsodi barnakőszénmedence Ny-i határterületén. — *Földtani Közlöny* **89/3**, 308–309.

ALFÖLDI L. 1959: Abráziós diszkordancia nyomai a sajtóvölgyi barnakőszéntelepek fedőjében. — *Földtani Közlöny* **89/2**, 125–132.

1960

ALFÖLDI L. 1960: *A szomjazó sivatag (Góbi sivatag)*. — Mátra Kiadó, Budapest. 206 p.

ALFÖLDI L. 1960: Magyar víz kutatók a Góbiában. — *Természettudományi Közlöny* **4 (91) / 6**, 249–251.

1961

ALFÖLDI, L. 1961: Problèmes sédimentologiques des territoires privés d'écoulement. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése*, **1961/2**, 288–289.

ALFÖLDI, L. 1961: Sedimentologičeskie voprosy besstočnyh oblastej. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése*, **1961/2**, 289–290.

1962

ALFÖLDI L. 1962: A mongóliai víz kutató expedíció néhány tapasztalatáról. — *Hidrológiai Tájékoztató* **2/1**, 33–34.

ALFÖLDI L. 1962: Lefolyástalan területek vízföldtani kérdései a Mongol Népköztársaság sivatagai és félsivatagi területein. — *Hidrológiai Közlöny* **42/3**, 233–240.

1963

ALFÖLDI, L., ILLÉS, GY. & KESSLER, H. 1963: Water prospecting and water supply. — *United Nations conference on the application of science and technology for the benefit of less developed areas. Agenda Item: A.3.1.*, 9 p.

- ALFÖLDI, L. 1963: Water prospecting in desert regions. — *United Nations conference on the application of science and technology for the benefit of less developed areas. Agenda Item: A.3.3.1.*, 8 p.
- ALFÖLDI L. 1963: Városlőd környéki meszes konglomerátum-összlet rétegtani kérdései. — *Probleme s stratigraphiques d u complexe d e congloméra t calcaire dans les environs d e Városlő.* — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1960, évről*, 21–33.
- ALFÖLDI L. 1963: Az „Urántartalmú érc- és széntelepek” c. cikkhez. — *Természettudományi Közlöny* 7 (94) / **12**, 567–568.
- ALFÖLDI L. 1963: *Kővilág.* — Búvár könyvek 34. sz. Móra Ferenc Könyvkiadó, Budapest. 1–133, 51 ábra.
- ALFÖLDI, L. 1963: A organização mais favoravel das expedições destinadas a' pesquisa d'agua no subsolo — *Vízutató expedíciók optimális szervezete* — *Revista Tecnica Sulamericana* (Rio de Janeiro) **22**, 258, 1–28.
- ALFÖLDI, L. 1963: O novo método hungaro para determinar redimento máximo dos poços — Új magyar módszer a maximális vízhozam megállapítására. — *Revista Tecnica Sulamericana* (Rio de Janeiro), **22**, 259, 36–38.

1964

- ALFÖLDI L. 1964: Lefolyástalan területek üledékföldtani kérdései. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1961/2*, 271–290.

1965

- ALFÖLDI L. 1965: Mélyfúrású kutak vizsgálata és a vizsgálatok tapasztalatainak felhasználása a vízgazdálkodásban. — *Vízügyi Közlemények* **47/1**, 42–54.
- ALFÖLDI L. 1965: Budapest hévízkutatói kérdései. — *Vízügyi Közlemények* **47/3**, 304–327.
- BÉTEKY L., ALFÖLDI L., KORIM K., MARCELL F., PAPP SZ., RÉMI R., SIMON F. & URBANCSEK J. 1965: *Magyarország hévízkútjai (Hévízkút-kataszter)*. — VITUKI kiadvány. 420 p.
- ALFÖLDI L. 1965: Hévízfeltárási lehetőségek a Kisalföldön. — *In: Magyarország hévízkútjai (Hévízkút-kataszter)*, VITUKI kiadvány. 99–102.
- ALFÖLDI L. 1965: Mongol Népköztársaság (The Mongolian People's Republic). — *Földtani Kutatás* **8**, 46–49.

1966

- ALFÖLDI, L. & GÁLFI, J. 1966: Hydrogeological and geophysical investigations of a geothermal anomaly in Hungary. — *Bulletin of IASH* **11/1**, 8–23.
- ALFÖLDI L. 1966: Hévízfeltárási lehetőségek a Kisalföld középső részén. — *Hidrológiai Közöly* **46/1**, 1–13.

1968

- ALFÖLDI L. (szerk.) 1968: *Budapest hévizei*. — VITUKI kiadvány, 365 p.
- ALFÖLDI L. 1968: A budapesti hévizek általános vízföldtani viszonyai. — *In: Budapest hévizei*, VITUKI kiadvány, 25–45.
- KERTAI, Gy., ALFÖLDI, L. et al. 1968: *Geology of the Pannonicum: oil and hydrogeology of the basin fillings*. — Hung. Acad. of Sciences, 58 p.

1971

- ALFÖLDI L. 1971: *Hidrogeológia*. — Szakmérnöki jegyzet a BME – ELTE – M. Közl. Tud. E. mérnökgeológiai képzéséhez. Tankönyvkiadó, Budapest. 182 p.

1972

- ALFÖLDI L. 1972: A Geominco Földtani és Bányászati Rt. tevékenysége — Activity of the Corporation GEOMINCO (ang. R.). — *Földtani Kutatás* **15/1–2**, 71–76.

1973

- ALFÖLDI L., ERDÉLYI M., GÁLFI J., KORIM K. & LIEBE P. 1973: Geotermikus vízáramlási rendszer Tiszakécske környékén. — *In: Felszín alatti vizek hidrológiája* — VITUKI 1973 évi Tudományos Napok III. Ülésszak anyaga, VITUKI kiadvány. 1–19.
- ALFÖLDI L. 1973: A budapesti hévizek és a Gerecse-aljai barnaszénbányászat vízföldtani kapcsolatának kérdései. — *Bányászati és Kohászati Lapok. Bányászat* **106/12**, 831–843.

1974

- ALFÖLDI L. 1974: SCHAFARZIK Ferenc emléktáblájának leleplezése. — *Földtani Közöly* **104/2**, 240–241.

1975

- ALFÖLDI, L. 1975: Principles of hydrogeology. — *In: International Post-Graduate Course on the Principles and Methods of Engineering Geology*. M. Áll. Földtani Int., 192 p.
- ALFÖLDI L. 1975: A hidrogeológia alapelvei. — *In: International Post-Graduate Course on the Principles and Methods of Engineering Geology*. M. Áll. Földtani Int., 186 p.
- ALFÖLDI L. 1975: A budai melegforrások áramlási rendszere és kapcsolata a szénbányászat során létesített megcsapolásokkal. — *In: A szénbányászattal kapcsolatos karsztvíz-kérdések – VITUKI 1975 évi Tudományos Napok II. Ülésszak anyaga*, VITUKI kiadvány. 1–11.

1976

- ALFÖLDI L. & LORBERER Á. 1976: A karsztos hévizek háromdimenziós áramlásának vizsgálata kútadatok alapján. — *Hidrológiai Közöly* **56/10**, 433–443.

- ALFÖLDI, L., ERDÉLYI, M., GÁLFI, J., KORIM, K. & LIEBE, P. 1976: Geothermal flow system in the Pannonian basin: Case history of a complex hydrogeological study at Tiszakécske. / Un système d'écoulement dans le Bassin Pannonien: Historique d'une étude hydrogéologique complexe á Tiszakécske. — In: RÓNAI A. (ed.): "Hydrogeology of great sedimentary basins" Conference of Budapest, May/June 1976 – Abstracts – Résumés. 120–122.
- ALFÖLDI L., ERDÉLYI, M., GÁLFI, J., KORIM, K. & LIEBE, P. 1976: Hydrological and geophysical investigations of a geothermal anomaly in Hungary II. Geothermal flow system in the Tiszakécske region. — *Hydrological Sciences Bulletin* **21/2**, 7–8.
- ALFÖLDI L. & PAPP, B. 1976: Környezetvédelemmel kapcsolatos feladatok a felszínalatti vízkutatásban. — Kivonatos összefoglalás, VITUKI, 128 p.
- ALFÖLDI, L. & PAPP, B. 1976: Környezetvédelemmel kapcsolatos feladatok a felszín alatti vízkutatásban. — *VITUKI Tanulmányok és kutatási eredmények* **47**, VITUKI kiadvány.
- ALFÖLDI, L. & PAPP, B. 1976: The problems of environmental protection for sub-surface waters in Hungary. — *WHO Water Quality Bulletin*, October 1976 (ang. és fr. R)
- ALFÖLDI, L. & PAPP, B. 1976: The problems of environmental protection for subsurface waters in Hungary. — *VITUKI Publications in foreign languages* **12**, Budapest.

1977

- ALFÖLDI L., SZÉKELY F., LIEBE P. & POZSGAI M. (szerk.) 1977: *Magyarország hévízkútjai (Hévízkútkataszter) III. 1970–1976.* — VITUKI kiadvány, 282 p.
- ALFÖLDI L., BÖCKER T. & LORBERER Á., 1977: Magyarország karbonátos-repedezett hévíztárolóinak hidrogeológiai jellemzői. — In: *Magyarország hévízkútjai (Hévízkútkataszter) III. 1970–1976.* — VITUKI kiadvány, 17–28.
- ALFÖLDI, L. & SIMÓ, T. 1977: La protection des eaux souterraines contre la pollution en Hongrie. — In: *Colloque National: Protection des eaux souterraines captées pour l'alimentation humaine. Rapports généraux débats synthèse. National Bureau de recherches géologiques minières – Orléans La Source, France*

1978

- ALFÖLDI L. 1978: A geológia szerepe a környezetvédelemben. — *Földtani Kutatás* **21/3–4**, 11–16.
- ALFÖLDI, L. 1978: Movement of oils in ground water and in rocks (General report). — *International Symposium on ground water pollution by oil hydrocarbons Prague, Proceedings*, 93–105.
- ALFÖLDI L. & LORBERER, Á. 1978: Megjegyzések a budapesti hévizek származásával kapcsolatban. (Hozzászólás LAKATOS Sándor tanulmányához). — *Hidrologiai Közlöny* **58/3**, 134–135.

1979

- ALFÖLDI, L., ERDÉLYI, M., GÁLFI, J., KORIM, K. & LIEBE, P. 1979: Geothermal flow system in the Pannonian basin: case history of a complex hydrogeological study at Tiszakécske / Un système d'écoulement dans le Bassin Pannonien: Historique d'une étude hydrogéologique complexe á Tiszakécske. — In: Hydrogeology of great sedimentary basins Conference of Budapest, May/June 1976. *A MÁFI Évkönyve* **59/1–4**, 717–732.
- ALFÖLDI L., DEÁK J., LIEBE P. & LORBERER Á. 1979: A középhegységi hideg és meleg karsztvízkészletek összefüggése, különös tekintettel a bányászati víztelenítési törekvéseire. — In: *VITUKI Közlemények – Proceedings – Szóbesznyeja* **23**, Beszámoló a Vízgazdálkodási Tudományos Kutatóközpont 1976–1977 évi munkájáról, 300–317. (Orosz, angol, német és francia R. külön füzetekben)
- ALFÖLDI L. 1979: *Budapesti hévizek = Thermal waters of Budapest*. — VITUKI kiadvány, 102 p.

1980

- ALFÖLDI L. 1980: A felszínalatti vizek környezetvédelmi problémái Magyarországon. — *Fizikai Szemle* **30/4**, 135–148.
- ALFÖLDI, L. 1980: Changes in the physical conditions of aquifers due to withdrawal of large volume of groundwater. — In: *Studies and Reports in Hydrology. UNESCO, Paris*, **28**, 242–253.
- ALFÖLDI L. 1980: A felszíni és felszín alatti vizek minőségvédelme. — *Magyar Vízgazdálkodás* **20/9**, p. 21.

1981

- ALFÖLDI L. 1981: A budapesti hévizek eredete (+ angol nyelvű kivonat). — *Földrajzi Közlemények* **105** (29) /2, 113–126, 126–127.
- ALFÖLDI L. 1981: A felszín alatti vizek olajszenyeződésének a problémái. — *Hidrologiai Közlöny* **61/3**, 115–121.
- ALFÖLDI L. 1981: A budapesti geotermikus áramlási rendszer modellje. — *Hidrologiai Közlöny* **61/9**, 397–403.

1982

- ALFÖLDI L. 1982: Partiszűrűsű rendszerek értelmezése. — *Magyar Vízgazdálkodás* **22/5**, 2–3.
- ALFÖLDI L. 1982: A felszín alatti vízármlások szerepe a vízkészletek megújulásában. — *MTA X. Osztályának közleményei*, **15/1–2**, 199–209.
- ALFÖLDI, L. 1982: Hydrogeological aspects of groundwater nitrification. — *IIASA Collaboration Proceeding Series, Luxemburg*.

1983

- ALFÖLDI L. 1983: A felszínalatti vizek nitrátszenyeződésének problémái. — In: *A földalatti vizek nitrátos elszennyeződésének megelőzése anket anyaga: Budapest, 1983. január 18.* A Magyar Hidrológiai Társaság Hidrogeológiai Szakosztályának és Vízellátási Szakosztályának kiadványa, 7–21.

ALFÖLDI L. et al. 1983: *Kiinduló helyzetkép természeti erőforrásainkról és azok hasznosításáról* (szerk. RÉTVÁRI L.). — Magyar Tudományos Akadémia. Földrajztudományi Kutató Intézet, 151 p.

ALFÖLDI, L. 1983: Movement and interaction of nitrates and pesticides in the vegetation cover-soil ground water-rock system, General report. — In: *International Symposium „Impact of agricultural activities on ground water”. Proceedings — Prague 1982, International Association of Hydrogeologists, Memoires 16/2, 5–35.*

1984

ALFÖLDI L.(szerk.) 1984: Országos Vízgazdálkodási Keretterv. III. fejezet. 218–497.

1985

ALFÖLDI, L. & HOMONNAY, A. 1985: Groundwater pollution in Hungary with special regard to nitrates. — In: *Contamination of Subsurface Water Resources by Nitrate. Programme on Man and Biosphere (MaB), Project 5, Workshop. Proceedings Budapest.*

1986

ALFÖLDI L. 1986: A felszín alatti vízáramlások szerepe a vízkészletek megújulásában. — *Földtani Kutatás 29/4, 3–10.*

ALFÖLDI L. 1986: A felszín alatti vizek nitrátosodása. — *Földtani Kutatás 29/4, 51–56.*

1987

ALFÖLDI, L. 1987: Groundwater microbiology: problems and biological treatment. — *International Symposium Kupio Finland. State of the art report.*

MEKIS É., ALFÖLDI L., PINTÉR J., STAROSOLSZKY Ö. & WEINBERGER-GRÓSZ 1987: A Hidrológiai Tudományok Nemzetközi Szövetsége (IAHS) 2. Tudományos Közgyűlése: Budapest, 1986. július 2-10. — *Hidrológiai Közlöny 67/2–3, 161–163.*

ALFÖLDI, L. 1987: Contamination of subsurface water resources by nitrate. Programme on Man and Biosphere, MAB, Project 5 Workshop, 25–29 November 1985 Budapest. — In: JOLÁNKAI, G. & ROBERTS, G. (eds): *Proceedings. Research Centre for Water Resources Development, 205–225.*

1988

ALFÖLDI L. 1988: A felszín alatti vizek mikrobiológiai kérdései. — *Hidrológiai Közlöny 68/3, 129–143.*

ALFÖLDI, L. 1988: STAROSOLSZKY, Ö.: Applied Surface Hydrology. — *Vízügyi Közlemények 70/2, 323–324.*

ALFÖLDI, L. 1988: Groundwater microbiologic problems and biologic treatment. — *State of the art report, Water Science and Technology.*

1989

ALFÖLDI L. 1989: *A felszínalatti vizek védelmének hidrológiai alapjai 1958–1989.* — Életművet összefoglaló Doktori Tézisek.

PÉCSI, M. & ALFÖLDI L. et al. 1989: *Magyarország Nemzeti Atlasza.* — Magyar Tudományos Akadémia. Földrajztudományi Kutató Intézet. Kartográfiai Vállalat. 395 p.

1991

ALFÖLDI L., LIEBE, P. & OTTLIK, P. 1991: Hasznosítható-e a geotermikus energia Magyarországon. — *Magyar Tudomány 36 (98) / 2, 144–157.*

1994

HANKÓ, Z., ALFÖLDI L. & STAROSOLSZKY, Ö. 1994: A Felső-Duna és a Szigetköz hidrológiai jellemzőinek megváltozása a dunacsúnyi vízlépcső üzembehelyezése nyomán. — *Vízügyi Közlemények 76/1–2, 8–59.*

ALFÖLDI L. 1994: Észrevételek a felszín alatti vizek szennyeződés-érzékenységi kérdéseikhez. — *Hidrológiai Közlöny 74/1, 15–21.*

ALFÖLDI, L. 1994: International Hydrological Programme. Integrated Land-Use Planning and Groundwater Protection in Rural Areas 1991. — *A Comparative Study of Planning and Management Methodologies Prepared by the Working Group. VRBA, J., ALDWELL, CR., ALFÖLDI, L. et al. UNESCO Paris. — IHP-III. project 10.6. 1–101.*

1995

ALFÖLDI L., OLÁH, J. & PÓKA, T. 1995: A biológiai aktivitás bizonyosságai a Szentendrei-sziget kavicsos vízadójában. — *Hidrológiai Közlöny 75/3, 163–169.*

1997

ALFÖLDI L. 1997: Lassan a testtel. — In: *Álmaim Akadémiája, válaszok körkérdésünkre. Akadémia 1/1, 31–33.*

1998

ALFÖLDI L. 1998: *Víz, víz, víz. A magyar vízgazdálkodásról.* — VITUKI Rt. 46 p.

1999

ALFÖLDI L. 1999: A vízgazdálkodás jelenének, jövőjének kérdőjelei. — *Ezredforduló 1, 3–8.*

2000

ALFÖLDI L. 2000: Árvíz, belvíz, talajvíz. — *Magyar Tudomány 45 (108) / 6, 673–687.*

ALFÖLDI L. 2000: Megjegyzések Molnár Géza hozzászólásához. — *Magyar Tudomány 45 (108) / 10, 1281–1282.*

ALFÖLDI L. 2000: A magyar hidrológia jelene és jövője. — In: *Előadások a Magyar Tudományos Akadémián. Közgyűlési előadások 2000. május*. 1585–1915, 1603–1610.

2001

NAGY, I., SCHWEITZER, F. & ALFÖLDI L. 2001: A hullámtéri hordaléklerakódás (övezet). — *Vízügyi Közlemények* **83/4**, 539–564.

BAKONYI, P., ALFÖLDI L. & STAROSOLSZKY, Ö. 2001: A 2001. évi árvíz a Felső-Tiszán, [Az MTA-MHT szakmai konferencia ajánlásai]. — *Hidrológiai Tájékoztató* **41/1**, p. 45.

BAKONYI, P., ALFÖLDI L. & STAROSOLSZKY, Ö. 2001: A 2001. évi árvíz a Felső-Tiszán. Az MTA-MHT szakmai konferencia ajánlásai, Nyíregyháza 2001. április 19. — *Vízükör* **12/3**, p. 13.

2002

ALFÖLDI L. 2002: Felszíni és felszínalatti vizek. — In: MÉSZÁROS, E., SCHWEITZER, F. (szerk.): *Föld, víz, levegő. Magyar Tudománytár I. kötet*, MTA Társadalomkutató Központ – Kossuth Kiadó, 207–256.

SCHWEITZER, F., NAGY, I. & ALFÖLDI L. 2002: Jelenkori övezet (parti gát) képződés és hullámtéri lerakódás a Közép-Tisza térségében. — *Földrajzi Értesítő* **51/3–4**, 257–278.

2003

ALFÖLDI L. 2003: Gondolatok az éghajlatváltozás hidrológiai, vízgazdálkodási vonatkozásairól. — „AGRO-21” *Füzetek* **32**, 49–61.

BAKONYI, P., ALFÖLDI L. & STAROSOLSZKY, Ö. 2003: A 2001. évi árvíz a Felső-Tiszán, [Az MTA-MHT szakmai konferencia ajánlásai]. — *Vízügyi Közlemények* **85/3**, 143–144.

ALFÖLDI L., SCHWEITZER F. 2003: A Tisza vízrendszerének földrajzi és hidrológiai jellemzése. — In: *A Tisza és vízrendszere, I. kötet*, MTA Társadalomkutató Központ, 41–52.

2004

ALFÖLDI L. 2004: Klímaváltozás vagy mederváltozás? — *Környezetvédelem* **12/1–2**, 14–15., 18.

ALFÖLDI L. 2004: Megjegyzések a Duna–Tisza köze ökohidrológiai problémáihoz. — *Környezetvédelem* **12/5**, 20–24.

2005

ALFÖLDI L. 2005: A birodalmaktól az Európai Unióig: A Kárpát-medence vízrendszereinek történelmi áttekintése, különös tekintettel a trianoni békeszerződésre. — *Földrajzi Értesítő* **54/1–2**, 5–28.

2007

ALFÖLDI L. 2007: Lehet, hogy együtt hallgattunk geomorfológiát?. — *Földrajzi Értesítő* **56/1–2**, 7–13.

ALFÖLDI L., CSEPREGI A. & KAPOLYI L. 2007: *Bányászati karsztvízszint-süllyesztés a Dunántúli-középhegységben*. Rekvium a Dunántúli-középhegység karsztvízszint alatti bányászkodásáért. — MTA FKI, Budapest, 138 p.

2010

ALFÖLDI L. 2010: A „vízügy” Trianonban: A Kárpát-medence vizeinek természetföldrajzáról. — *História* **32/9–10**, 55–57.

SZEREDI I., ALFÖLDI L., CSOM GY. & MÉSZÁROS, Cs. 2010: A vízenergia-hasznosítás szerepe, helyzete, hatásai. — *Magyar Tudomány*, **171/8**, 959–978.

2011

ALFÖLDI L., KAPOLYI L. 2011: Szükséges-e a Tisza térség vízhiányának pótlására és/vagy a hajózó útvonal lerövidítésére Duna–Tisza csatornát építeni? Ha igen, miért nem, és ha nem, miért igen?. — *Hidrológiai Közlemény* **91/1**, 1–8.

2012

ALFÖLDI L. 2012: Egy kis brain stroming a vízről. — *Hidrológiai Közlemény* **92/2**, 2–4.

2013

ALFÖLDI L. 2013: Kis elmélkedés a vízgazdálkodásról. — *Hidrológiai Közlemény* **93/2**, 2–8.

ALFÖLDI L. 2013: Beszéljünk a Tiszáról. — *Hidrológiai Közlemény* **93/4**, 21–31.

Új adatok a Balaton-felvidék középső-triász rétegtanához

VÖRÖS Attila¹, TAMÁS Károly², BUDAI Tamás³

¹Magyar Természettudományi Múzeum, Őslénytani és Földtani Tár; 1431 Budapest, Pf. 137.

²8254 Kővágóörs, Kossuth u. 44.

³Magyar Földtani és Geofizikai Intézet; 1143 Budapest, Stefánia út 14.

New data to the Middle Triassic stratigraphy of the Balaton Highland (Hungary)

Abstract

K. TAMÁS and his wife G. FÖLDVÁRI, spent decades fossil hunting in the Balaton Highland region and in the process gathered a large collection of Triassic ammonoids; these are now housed in Kővágóörs (Veszprém county). The most beautiful examples from this collection warrant a publication devoted solely to themselves. On the other hand, some of the ammonoids, especially those from Szentkirályszabadja and Szentbékállai, are also worth careful examination due to their considerable scientific (mainly palaeontological and stratigraphical) importance.

This paper presents short reports and illustrations of eleven ammonoid specimens, selected according to the above points of view. Besides the palaeontological data, the new collecting work and other field observations brought new stratigraphical results. The poor exposures in the Szentbékállai vineyards, along with the earlier results of geological mapping and new ammonoid findings, provide evidence showing a continuous series of Anisian to Ladinian formations of basin facies. They represent the most westward lying occurrences of these formations in the Balaton Highland. The geological cross-section drawn between Farkas Hill and Kelemen Cliff reveals the south-eastward dipping series of the Megyehegy Formation, the Felsőörs Formation, the Vászoly Formation (Anisian), and both members (Nemesvámos and Keresztfatető Members) of the Buchenstein Formation (Ladinian). This complex of formations forms the NW limb of a local syncline which strikes parallel with the Litér overthrust, on the northern side of this major tectonic line. The newly collected ammonoids (*Kellnerites* cf. *bosnensis*, N. gen. aff. *Kellnerites bagolinensis*, *Reitziites reitzi*, *R. cholnokyi*, *Latemarites latemarensis*) complete "missing parts" of the biostratigraphical units known previously in the Szentbékállai locality and thus prove conclusively all four subzones (Felsőörsensis, Liepoldti, Reitzi, Avisianum) of the Reitzi Zone. Several pieces of the *Proarcestes* sp. found in the scree of Nemesvámos Limestone (Buchenstein Formation) hint at the presence of the Ladinian Curionii Zone.

The previously described section of Szentkirályszabadja was completed upsection with two fossiliferous layers, revealed by new excavations and fossil collections. The newly exposed beds — like the deeper, major part of the section — represent an unusual (partly dolomitic, less siliceous) facies of the Vászoly Formation. The uppermost (No. -2) bed yielded a specimen of *Ticinites* cf. *crassus*, thus proving the Crassus Subzone of the Secedensis Zone, whereas the other specimen figured here (*Nevadites* sp.) underscores the presence of the Secedensis Zone in the Szentkirályszabadja section.

Keywords: Middle Triassic, ammonoidea, biostratigraphy, Balaton Highland

Összefoglalás

TAMÁS Károly és felesége FÖLDVÁRI Gabriella, évtizedek intenzív gyűjtő munkájával hatalmas Balaton-felvidéki triász ammonoidea gyűjteményt hozott létre. A gyűjtemény legszebb darabjainak bemutatása önmagában is indokolja a publikálást. Emellett, számos ammonoidea — különösen a szentkirályszabadjai és a szentbékállai lelőhelyekről előkerült példányok — őslénytani (rendszer-tani) és rétegtani újdonságot hoztak. Közülük 11 példány ismertetését és ábrázolását adjuk ebben a dolgozatban. Az új gyűjtések és terepi megfigyelések — az őslénytani adatok mellett — mindkét vizsgált területen új rétegtani eredményekre is vezettek.

A szentbékállai szőlőhegy területén — a korábbi térképezési tapasztalatok és az újabb ammonitesz leleteken alapuló biostratigráfiai eredmények szerint — az anisusi-ladin medencefáciésű rétegsor teljes és folyamatos kifejlődése bukkan felszínre. Ez ennek az összetettségnek a legdélnyugatibb előfordulása a Balaton-felvidéken. A Farkas-tető és a Kelemen-kő közötti, újonnan szerkesztett földtani szelvényben a Megyehegyi Formáció, a Felsőörsi Formáció, a Vászolyi Formáció, továbbá a Buchensteini Formáció két tagozata (Nemesvámosi és Keresztfatetői Tagozat) is kimutatható. Ez a rétegsor a Litéri-feltolódással párhuzamos tengelyű helyi szinklinális ÉNy-i szárnyát alkotja az északi pikkely területén. Az új

ammonoidea leletek (*Kellnerites* cf. *bosnensis*, N. gen. aff. *Kellnerites bagolinensis*, *Reitziites reitzi*, *R. chohnokyi*, *Latemarites latemarensis*) elsősorban az anisusi Reitzi Zónán belül pontosították a szentbékállai rétegsor korábban ismert biosztratigráfiai egységeit: a Reitzi Zónának mind a négy szubzónáját (sorrendben: Felsőeoersensis, Liepoldti, Reitzi, Avisianum) egyértelműen igazolták. A Buchensteini Formáció (Nemesvámosi Mészkö) törmelékéből több példányban előkerült *Proarcestes* sp. valószínűvé teszi a ladin Curionii Zóna jelenlétét a rétegsorban.

A szentkirályszabadjai szelvény korábban leírt rétegsorát a fedő irányában történt meghosszabbítása két további, faunában gazdag mészkőrétéggel egészítette ki. Az újabban feltárt rétegek — a szelvény mélyebb szakaszához hasonlóan — a Vászolyi Formáció nem tipikus kifejlődését képviselik. A legfelső rétegből (–2) előkerült példányok közül a *Ticinites* cf. *crassus* egyértelműen igazolja az anisusi Secedensis Zóna Crassus Szubzónáját, a *Nevadites* sp. pedig a Secedensis Zóna magasabb, Secedensis Szubzónájának meglétére utal Szentkirályszabadján.

Tárgyszavak: középső-triász, ammonoidea, biosztratigráfia, Balaton-felvidék

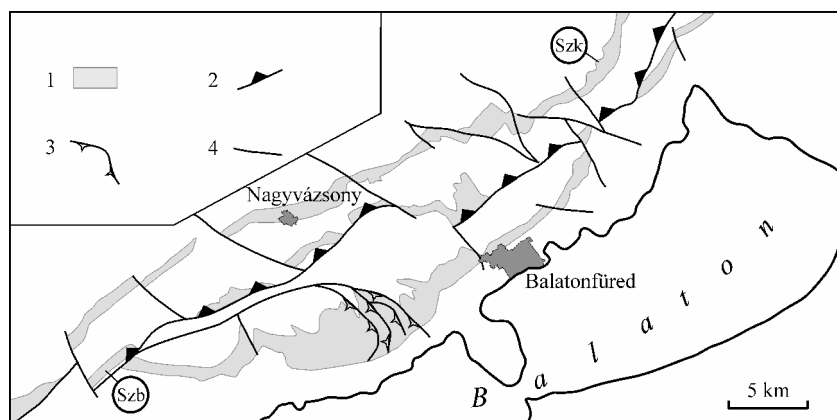
Bevezetés

A Balaton-felvidék, BÖCKH (1872, 1873) és MOISISOVICS (1882) úttörő monográfiái óta a tethysi triász ammonoidea rétegtan egyik legfontosabb títusterülete. A nemzetközi hírnevet szerzett terület ammonoidea faunájának és sztratigráfiájának ismeretét tovább bővítette a grandiózus „Balaton monográfia” (LÓCZY 1913). A Magyar Állami Földtani Intézet földtani térképezési programjának keretében nagyszabású feltáró munka folyt 1982–91 között, ami lehetőséget adott arra, hogy a fontos középső-triász szelvényekből részletes ősmaradványgyűjtést végezhesünk. Az anisusitól a karniig terjedő intervallumból gyűjtött ammonoidea faunát és biosztratigráfiai értékelését VÖRÖS (1998) ismertette; a rétegtani eredményeket pedig a Balaton-felvidék földtani térképének (BUDAI et al. 1999a) magyarázójaként megjelent kötet foglalta össze (BUDAI et al. 1999b). A Balaton-felvidéki középső-triászra vonatkozó ismeretek azonban gyarapodtak, és az említett alpmunkák megjelenése óta eltelt időben is számos figyelemre méltó új őslénytani lelet, vagy részletesen gyűjtött anyag került elő, melyeket kisebb közlemények ismertettek (pl. VÖRÖS & PÁLFY 2002, VÖRÖS 2003, VÖRÖS et al. 2009, VÖRÖS 2010). A jelen dolgozat a fent említett közlemények sorába illeszkedik: néhány olyan, rétegtani szempontból is fontos ammonoidea leletet mutat be és értékeli, melyek TAMÁS Károly magángyűjteményének darabjai.

Az utóbbi évtizedekben TAMÁS Károly (földtani szakértő) és felesége, FÖLDVÁRI Gabriella elkészítették a gazdag ősmaradvány gyűjteményt hozták létre. A kitartó és gondos gyűjtéseknek és FÖLDVÁRI Gabriella csodálatos preparáló munkájának köszönhetően, a magyarországi triász, jura és kréta lelőhelyekről származó, elsősorban ammoniteszekből álló gyűjtemény példányszáma több ezerre rúg. Az ezret meghaladó példányszámú triász ammonoidea anyag főként azokról a lelőhelyekről származik, melyeket VÖRÖS (1998) ismertetett. A gyűjtemény gazdái alapos gyűjtéseket végeztek az összes fontos Balaton-felvidéki középső-triász lelőhelyen és szelvényben (azok kivételével, melyek hivatalosan védett „alapszelvény” minősítést kaptak). Egyes lelőhelyek esetében ezek az új gyűjtések példányszámában és megtartási állapotban is felülmúlták azokat az ammonoidea faunákat, melyek VÖRÖS (1998) munkájában szerepelnek. Két lelőhelyről őslénytani és rétegtani szempontból különösen fontos ammonoideák kerültek elő. Ezért tartjuk fontosnak e hézagpótló ismeretek publikálását.

Lelőhelyek

A két lelőhely egymástól mintegy 40 km távolságra, a Balaton-felvidék két szélén fekszik (1. ábra). Az egykori ősföldrajzi helyzetet tekintve a szentkirályszabadjai rétegek



1. ábra. A középső-anisusi–alsó-karni képződmények elterjedése a Balaton-felvidéken a vizsgált szelvények helyének a feltüntetésével (BUDAI et al. 1999a, b és BUDAI & VÖRÖS 2006 nyomán)

1 – középső-anisusi–alsó-karni képződmények a felszínen; 2 – Litér feltöltődés; 3 – Dörgicse pikkelyek; 4 – vető. Szb = Szentbékállai, Szk = Szentkirályszabadjai

Figure 1. Areal extension of the Middle Anisian to Lower Carnian formations on the Balaton Highland showing the place of the studied sections (after BUDAI et al. 1999a, b and BUDAI & VÖRÖS 2006)

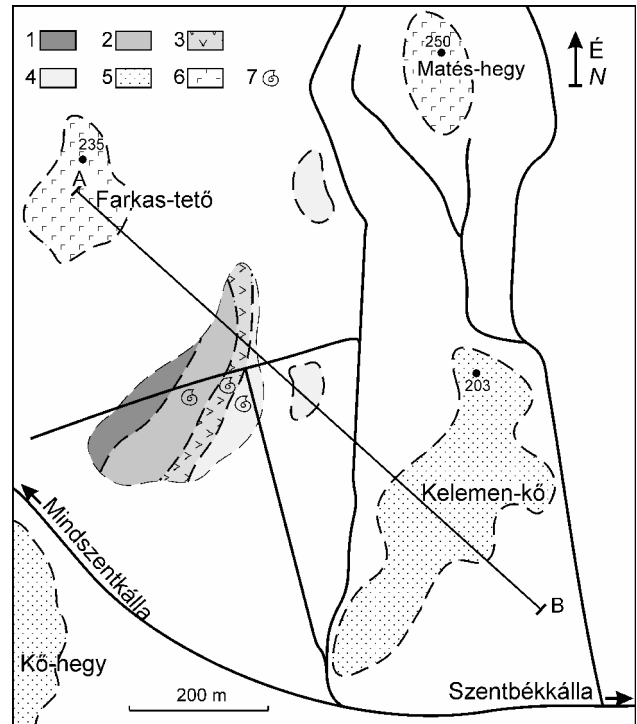
1 – Middle Anisian to Lower Carnian formations on the surface; 2 – Litér overthrust; 3 – Dörgicse imbricates; 4 – fault; Szb = Szentbékállai; Szk = Szentkirályszabadjai

egy pelsői karbonátplatform megsüllyedt peremi zónájában, a szentbékkállai lelőhely üledékei pedig egy nyíltabb vízű, mélyebb medencében rakódtak le a középső-triász során (BUDAI & VÖRÖS 1992, 1993, 2006).

Szentbékkálla

A nevezetes szentbékkállai kőtegyertől alig egy kilométerre ÉNy-ra fekszik az a szőlőültetvény, melynek telepítések, az 1980-as években, a talajforgatás során nagy mennyiségű, ammonoideákat is tartalmazó mészkőtörmelék került a felszínre. A részben sárgásdrapp és szürke, részben barna, kovás-tűzköves mészkődarabokból az első gyűjtést BUDAI T. végezte a terület térképezése során 1983-ban, amelyet PÁLFY J. egészített ki 1985-ben. A különböző típusú kőzetek törmelékének elterjedése alapján a Megyehegyi Dolomittól a Felsőörsi Mészkővön át a Buchensteini Formációig terjedő, DK felé dőlő rétegsor rajzolódik ki a földtani térképen (BUDAI et al. 1999a). Az ammonoidea fauna biosztratigráfiai értékelése és részbeni illusztrálása VÖRÖS (1998) munkájában szerepel. Azt megelőzően LÓCZY (1913) csak röviden említette a „kagylómészkőnek” ezt az előfordulását, ahol csupán *Ptychites*-féléket talált a kőrákásokban.

TAMÁS K. és FÖLDVÁRI G. az utóbbi években rendszeresen kijárt gyűjteni erre a területre, különösen olyankor, amikor a szőlőben végzett mezőgazdasági munkálatok friss kőzettörmelék hoztak a felszínre. FÖLDVÁRI G. áztatásos-fagyasztásos előkészítő módszerének és aprólékosan finom preparálásának eredményeképpen a korábbiánál sokszorosán nagyobb példányszámú és szebb, igazán látványos ammonoidea fauna került a gyűjteménybe. Kiterjedt gyűjtéseik azt is igazolták, hogy a korábban is ismert Felsőörsi és Vászolyi Formációk mellett (dőlésirányban) a Buchensteini Formáció (Nemesvámosi Mészkő Tagozat) jellemző faunaelemei is előfordulnak a területen.



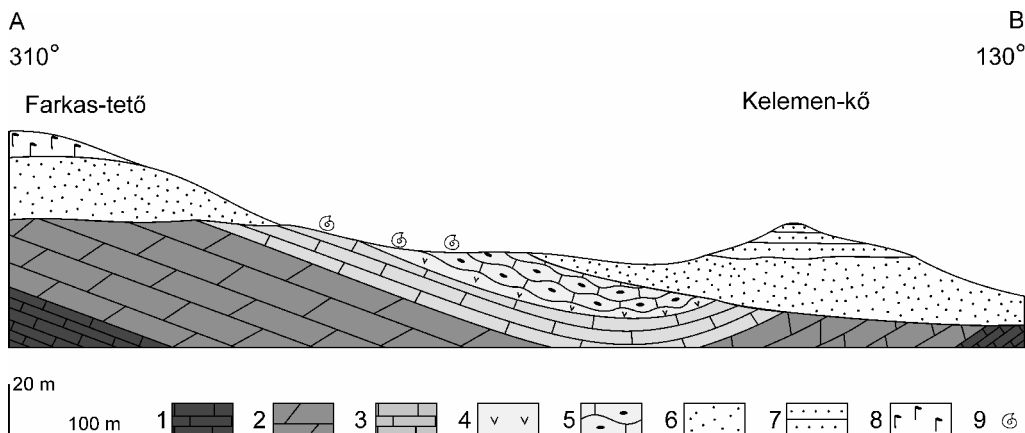
2. ábra. A szentbékkállai kőtegyer (Kelemen-kő) és a Farkas-tető közötti terület vázlatos földtani térképe (BUDAI T. 1983-as felvétele alapján)

Triász: 1 – Megyehegyi Formáció; 2 – Felsőörsi Mészkő Formáció; 3 – Vászolyi Formáció; 4 – Buchensteini Formáció; Miocén: 5 – Kállai Formáció; 6 – Tapolcai Bazalt Formáció; 7 – ammonitesz-lelőhely. A-B: a 3. ábra földtani szelvényének nyomvonala.

Figure 2. Simplified geological map of the area between Kelemen Cliff and Farkas Hill at Szentbékkálla (based on BUDAI T. field observations, 1983)

Triassic: 1 – Megyehegy Formation; 2 – Felsőörs Limestone Formation; 3 – Vászoly Formation; 4 – Buchenstein Formation; Miocene: 5 – Kálla Formation; 6 – Tapolca Basalt Fm; 7 – ammonite occurrence. A-B: track of the geological profile on Figure 3

A szentbékkállai szőlőhegy vázlatos földtani térképe a 2. ábrán, földtani szelvénye a 3. ábrán látható (BUDAI T. korábbi térképezési adatai alapján). A környéken előforduló legidősebb ismert triász képződmény az alsó-anisusi Iszka-



3. ábra. A szentbékkállai kőtegyer (Kelemen-kő) és a Farkas-tető közötti terület földtani szelvénye (A-B nyomvonala a 2. ábrán)

1 – Iszkahegyi Mészkő Formáció (alsó-anisusi), 2 – Megyehegyi Formáció (alsó-anisusi), 3 – Felsőörsi Mészkő Formáció (középső-felső-anisusi), 4 – Vászolyi Formáció (felső-anisusi), 5 – Buchensteini Formáció (ladin), 6 – Kállai Formáció, homok (felső-miocén), 7 – Kállai Formáció, kovás homokkő (felső-miocén), 8 – Tapolcai Bazalt Formáció (felső-miocén-pliocén), 9 – ammonitesz-lelőhely

Figure 3. Geological profile between Kelemen Cliff and Farkas Hill at Szentbékkálla (its track is shown on Figure 2)

1 – Iszkahegy Limestone Fm (Lower Anisian), 2 – Megyehegy Fm (Lower Anisian), 3 – Felsőörs Limestone Fm (Middle-Upper Anisian), 4 – Vászoly Fm (Upper Anisian), 5 – Buchenstein Fm (Ladinian), 6 – Kálla Fm, sand (upper Miocene), 7 – Kálla Fm, silicified sandstone (upper Miocene), 8 – Tapolca Basalt Fm (upper Miocene-Pliocene), 9 – ammonite occurrence

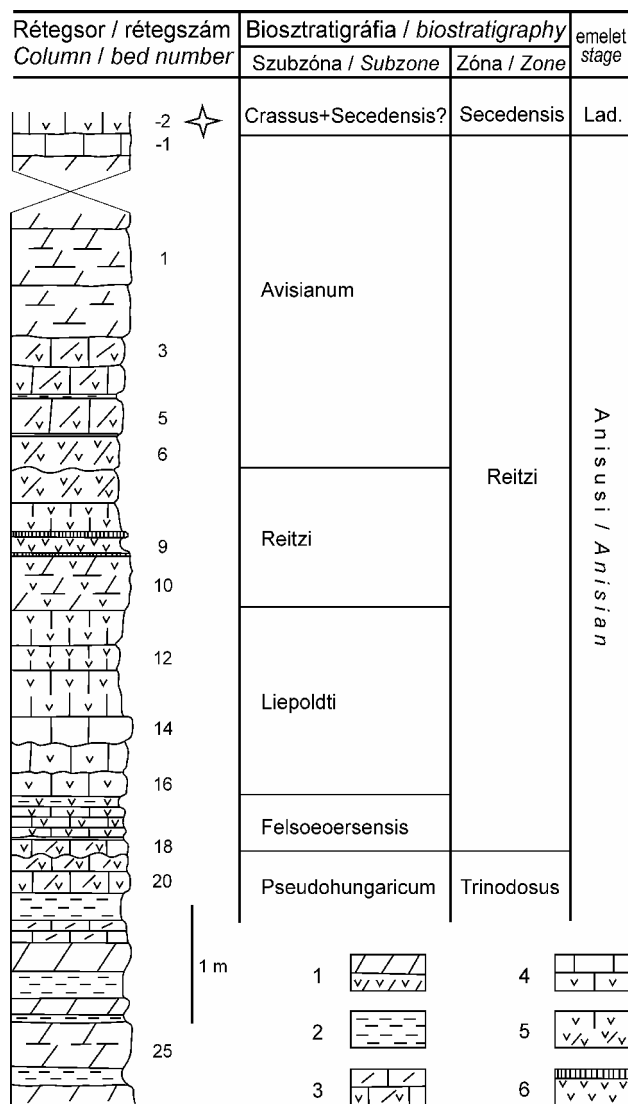
hegyi Mészke Formáció, amely a szőlőhöz legközelebb a mindszentkállai Kő-hegy (kőtenger) É-i lábánál vezető út mentén bukkan felszínre. Az enyhén gyüredezett lemezes mészkő általános dőlése 140/15–20°. Az e fölötti rétegsor a szentbékállai kőtenger (Kelemen-kő) és a Farkas-tető közötti szőlőültetvény törmelékében nyomozható. A jól rétegzett dolomit (Megyehegyi Formáció) a szőlőtábla ÉNy-i részén alkot sűrű törmeléklet. Délkelet felé a szürke, barnászürke mészkő (Felsőörsi Formáció) váltja fel, amelyben az ammoniteszek mellett alárendelten brachiopodák és crinoideák is előfordulnak. A szőlőtábla K-i szélén (egy házromnál lévő sorok között) fehér, okkersárga és halványzöld portufa törmeléke jelzi a Vászolyi Formációt, amelyben világosbarna kovás mészkő is előfordul.

A középső-triász rétegsor legfiatalabb tagja a pados, gumós, tűzköves kovás mészkő (Buchensteini Formáció), amely a közelmúltban bekerített elvadult szőlőültetvény területén, valamint attól É-ra, a Matés-hegy DNy-i lábánál lévő kisebb dombon alkot törmeléklet. Az utóbbi területen a gumós mészkő mellett világosszürke márgás posidoniás mészkő is megjelenik. A szőlőben nyomozható DK felé dőlő középső-anisusi–ladin rétegsor annak a szinklinálisnak alkotja az ÉNy-i szárnyát, amely a Litéri-feltolódással párhuzamos tengelyű szerkezet az északi pikkelyben (BUDAI et al. 2002).

Szentkirályszabadja

A feltárás Szentkirályszabadja községtől ÉNy-ra mintegy 2 km-re, az egykori honvédségi repülőtér kerítése mentén ÉNy-i irányban haladó földúttól kb. 50 méterre DNy-ra, egy kisebb füves–bokros területen található (az alapszelvény-nyilvántartásban szereplő koordinátája: $x=47^{\circ}04'24''$, $y=17^{\circ}57'18''$). Itt, 1991 tavaszán BUDAI T., CSILLAG G. és KOLOSZÁR L. egy — valószínűleg tűzérési lőállás céljára mesterségesen kialakított — gödöröszerű feltárást talált, melyben rózsaszín és okkersárga, gazdagon ammoniteszes, tufás mészkőrétegek bukkantak elő. A MÁFI feltáróbrigádja a meglévő gödört kitaraktotta és a feltárást kutatóárokkaal meghosszabbította É–D-i irányban. A részletes, réteg szerinti faunagyűjtést 1991 augusztusában, VÖRÖS A., DOSZTÁLY L. és VINCZE P. végezte. A mintegy 20 m hosszúságú, É–D-i irányú feltárás középső része (az egykori lőállás) 1,5–2 m mélységű és kb. 3 m szélességű, az É-i és D-i végéhez csatlakozó kutatóárok szerényebb méretű. A rétegek dőlése 25–30/360°. A szelvény részletes leírása, ammonoidea faunája és biosztratigráfiai értékelése VÖRÖS (1998) munkájában található.

TAMÁS K. és FÖLDEVÁRI G. 2006 és 2009 között, a feltárás északi végén — az ott korábban felhalmozott meddőhányó fátárságos eltávolítása után — további ásatást végzett, részben a rétegek csapása, részben a dőlés irányában. Ennek során, a rétegsor fedő irányú folytatásában két további réteget ismertek meg. A 4. ábrán 1. számmal jelölt dolomit-réteg fölött egy kb. 25 cm vastagságú, sárga, szürkésárga, kemény, szilánkosan törő, fehér kalciteres mészkőréteget tártak fel, melyet csapásirányban kb. 5–6 m hosszúságban



4. ábra. A Vászolyi Formáció rétegszlopa a szentkirályszabadjai feltárársban az ammonoidea biosztratigráfiai beosztás feltüntetésével (VÖRÖS 1998 nyomán, kiegészítve)

1 – dolomit, tufás dolomit, 2 – agyag, 3 – dolomitos mészkő tufával, 4 – mészkő tufával, 5 – meszes tufit, dolomitos tufit, 6 – kovaréteg, kristálytufa. A *Ticinities cf. crassus* és a *Nevadites sp.* előfordulását csillag jelzi. Lad. = ladin

Figure 4. Stratigraphic column of the Vászolyi Formation in the Szentkirályszabadja section with the ammonoid biostratigraphic subdivision (after VÖRÖS 1998, completed)

1 – dolomite, tuffaceous dolomite, 2 – clay, 3 – dolomitic limestone with tuff, 4 – limestone, tuffaceous limestone, 5 – calcareous tuffite, dolomitic tuffite, 6 – cherty layer, crystal tuff. Diamond marks the occurrence of *Ticinities cf. crassus* and *Nevadites sp.* Lad. = Ladinian

kibontottak. A kb. 26°-os dőlésű réteg felett még feltárult egy szürkésibolyás, rózsaszínes, tufás mészkőréteg is, melyből néhány rétegtanilag fontos ammonoidea (*Ticinities cf. crassus*, *Nevadites sp.*) került elő.

A szentkirályszabadjai szelvényben feltárt rétegek a Vászolyi Formáció nem tipikus kifejlődését képviselik, amely a Tagyoni Formáció dolomitosodott platformkarbonát rétegsorának felszínére parakonformitással települ a repülőtéri kőfejtőben (VÖRÖS et al. 1997, BUDAI & HAAS 1997, BUDAI et al. 1999b, 2001). A feltárás új adatokkal kiegészített rétegszlopát a 4. ábra mutatja.

A legfontosabb új ammonoidea leletek

TAMÁS Károly gyűjteményében a szentbékállai és a szentkirályszabadjai lelőhelyről több száz, FÖLDVÁRI Gabriella által gondosan preparált ammonoidea példány található. Ezek közül — részben terjedelmi okból — csupán tizenegyet mutatunk be ebben a dolgozatban. A válogatás során azokat a példányokat részesítettük előnyben, amelyek fontos, új rétegtani információt adtak, azaz olyan ammonoidea zónák, illetve szubzónák jelenlétét igazolták az adott lelőhelyeken, amelyeket eddig nem ismertünk. A Balaton-felvidéki középső-triász ammonoidea faunára nézve újdonságot jelentő néhány taxon szintén bemutatást kívánt. Néhány, a korábbi gyűjtéseinkből már ismert ammonoidea faj esetében az ábrázolást a Szentbékálláról előkerült ammonoidea példányok különleges szépsége indokolta.

A fontosabb ammonoidea taxonokat az *I.* és *II. táblán* illusztráljuk. Képi bemutatásukhoz az alábbiakban csak rövid megjegyzéseket fűzünk; részletes (pl. szinonimikával kísért) őslénytani leírásuk ebben a munkában nem indokolt.

Asseretoceras camunum (ASSERETO, 1963);
Szentbékállai, szőlők, törmelék
(I. tábla, 1. ábra)

Ez a faj a Balaton-felvidék számos középső-triász szelvényéből és lelőhelyéről ismert (Vörösberény, Felsőörs, Vászoly, Szentantalfa, Vöröstó, Szentkirályszabadja), és a Trinodosus Zóna Camunum Szubzónájának index faja (VÖRÖS 1998). Szentbékálláról korábban nem került elő.

Megaceratites? subnodosus (MOJSISOVICS, 1882);
Szentbékállai, szőlők, törmelék
(I. tábla 2. ábra)

E faj előfordulása ugyancsak jól dokumentált a Balaton-felvidék számos középső-triász szelvényében (Vörösberény, Felsőörs, Szentantalfa, Vászoly, Köveskál, Dörgicse, Paloznak, Mencshely, Barnag) (VÖRÖS 1998). A Trinodosus Zóna Camunum Szubzónájának jellemző fajai közé tartozik; Szentbékálláról eddig nem került elő. Az ábrázolt példány a legjobb megtartású a Balaton-felvidéki lelőhelyekről eddig ismertek közül.

Kellnerites cf. bosnensis (HAUER, 1887);
Szentbékállai, szőlők, törmelék
(I. tábla, 3. ábra)

Ez a *Kellnerites* genusz típusfaja, amely eddig csak a vörösberényi és a mencshelyi szelvényből került elő a Balaton-felvidéken (VÖRÖS 1998). Előfordulása a szentbékállai faunában egyértelműen jelzi a Reitzi Zóna Felsőeoersensis Szubzónájának jelenlétét a helyi rétegsorban, amire eddig nem volt egyértelmű bizonyítékunk.

N. gen. aff. *Kellnerites bagolinensis* BRACK & RIEBER, 1993; Szentbékállai, szőlők, törmelék
(I. tábla 4. ábra)

Az ábrázolt egyedi példány — hiányos megtartása ellenére — jól mutatja a *bagolinensis* faj diagnosztikus díszítését: a viszonylag gyenge, ívelt bordákkal összekötött négyes csomósor, és a markáns ventrális élt. A Balaton-felvidékről (néhány korábbi, revízióra szoruló adattól eltekintve) ez az első olyan példány, amely biztosan a *bagolinensis* fajt képviseli.

Ezt a fajt itt csak feltételesen soroltuk a *Kellnerites* genuszhoz, mert valószínűleg egy — később leírandó — új nemzetséghez tartozik. A dél-alpi adatok (BRACK et al. 2003) és a Balaton-felvidékkal elvégzett biosztratigráfiai korreláció (VÖRÖS et al. 2009) alapján a *bagolinensis* faj a Reitzi Zóna Liepoldti Szubzónáját igazolja a szentbékállai rétegsorban, amire eddig nem volt bizonyítékunk.

Reitziites reitzi (BÖCKH, 1872);
Szentbékállai, szőlők, törmelék
(I. tábla 5. ábra)

A Reitzi Zóna Reitzi Szubzónájának index faja számos Balaton-felvidéki szelvényből és lelőhelyéről ismert (Felsőörs, Szentkirályszabadja, Vászoly, Mencshely, Soly) (VÖRÖS 1998). Szentbékálláról most került elő első ízben, és igazolja a Reitzi Szubzóna jelenlétét a lelőhelyen.

Reitziites chohnokyi (FRECH, 1903);
Szentbékállai, szőlők, törmelék
(I. tábla 6. ábra)

Ez a faj is jól ismert a Balaton-felvidéki lelőhelyekről (Felsőörs, Vászoly, Mencshely) (VÖRÖS 1998) és a Reitzi Zóna Reitzi Szubzónájának jellemző alakja. Szentbékálláról csak most került elő, és megerősíti a Reitzi Szubzóna jelenlétét a lelőhelyen.

Latemarites latemarensis BRACK & RIEBER, 1993;
Szentbékállai, szőlők, törmelék
(I. tábla 7. ábra)

A jelentős morfológiai változatosságot mutató *latemarensis* faj MANFRIN et al. (2005) szerint a *L. bavaricus* (REIS, 1901) faj junior szinonimája. Ez a megállapítás azonban további, részletes taxonómiai revíziót igényel. Ezért ebben a dolgozatban a *latemarensis* nevet használjuk, annak érdekében is, hogy a faj számos korábbi Balaton-felvidéki előfordulását (Szentkirályszabadja, Vászoly, Soly; VÖRÖS 1998; Felsőörs; VÖRÖS et al. 2009) tekintetbe vehessük. Ez a faj a Reitzi Zóna Avisianum Szubzónájára jellemző, így megerősíti ennek a szubzónának a jelenlétét a szentbékállai rétegsorban.

Ticinites cf. crassus (HAUER, 1896);
Szentkirályszabadja (–2 réteg)
(II. tábla 1. ábra)

A Secedensis Zóna alsó, Crassus Szubzónájának index taxonja (MANFRIN et al. 2005, VÖRÖS 2014) két fontos Balaton-felvidéki szelvényből volt ismert (Felsőörs, Vászoly) (VÖRÖS 1998). Az itt ábrázolt *T. cf. crassus* példány a szentkirályszabadjai szelvény újonnan feltárt legfelső rétegeből került elő, és egyértelműen bizonyítja a Secedensis Zóna, azon belül a Crassus Szubzóna jelenlétét ebben a rétegsorban.

Nevadites sp.;
Szentkirályszabadja (–2 réteg)
(II. tábla 4. ábra)

Ez a töredékes és részben erodált példány, gyenge megtartási állapota ellenére jól mutatja a *Nevadites* generumra jellemző laterális és ventrolaterális csomósortokat, valamint a keskeny ventrális árok egy részét. Faj szintű azonosításra nem alkalmas, de mindenképpen megerősíti a Secedensis Zóna jelenlétét a szentkirályszabadjai rétegsorban.

Tropigymnites sp.;
Szentbékálla, szőlők, törmelék
(II. tábla 2. ábra)

Ez a genusz — amely a *Gymnites*től markánsan kiélesedő ventrális peremével különbözik — korábban nem volt ismert a Balaton-felvidékről. Ennek az egyedi példánynak a bemutatását ez a faunisztikai újdonság indokolja.

Proarcestes? sp.;
Szentbékálla, szőlők, törmelék
(II. tábla 3. ábra)

Meglehetősen rossz megtartású példány, amelyen a *Joannites* generustól elkülönítő bélyegek közül a diagnosztikus lóhavonal nem, befűződés pedig alig látszik, ezért a köldökperem jellege alapján sorolható inkább a *Proarcestes*hez. Ez a genusz a Balaton-felvidéki szelvényekben az anisusi Secedensis Zónában ritkán fordul elő (Felsőörs) a ladin Curionii és Gredleri Zónában viszont igen gyakori (Vászoly, Öskü, Katrabóca, Litér) (VÖRÖS 1998). Ez — a példány kőzetanyagát (Nemesvámosi Mészke) is figyelembe véve — megerősíti a ladin emelet és a Buchensteini Formáció korábban is jelzett meglétét a szentbékállai rétegsorban.

Rétegtani eredmények

Szentbékálla

A korábbi térképezési tapasztalatok (BUDAI et al. 1999a, b) és az újabb ammoniteszleleteken alapuló biosztratigráfiai eredmények szerint a Balaton-felvidék anisusi–ladin medence fáciesű rétegsorának legdélnyugatibb teljes és folya-

matos kifejlődése bukkan felszínre Szentbékállától Ny-ra. Az alsó-anisusi rétegsorban viszonylag vékony Megyehegyi Dolomit települ az Iszkahegyi Mészke, amely fölött középső–felső-anisusi Felsőörsi Mészke következik. A Felsőörsi Mészke a Balaton-felvidék déli pásztyájában elkülöníthető különböző fáciesű tagozatai (BUDAI 1993, BUDAI et al. 1999b) itt nem azonosíthatók, a formációt az északi pikkelyre mindenütt jellemző agyagos mészke képviseli. Az ammonitesz adatok alapján a Balatonicus Zóna ugyan nem mutatható ki a rétegsorban, ennek ellenére a felső emelet medence fáciesű kifejlődése biztosra vehető. A gazdag felső-anisusi ammonitesz fauna és a törmelék alapján rekonstruált rétegsor litológiai kifejlődése szerint a Felsőörsi Mészke magasabb szintjei egyértelműen kimutathatók. A fölötté következő Vászolyi Formációt kisebb mennyiségű, kevésbé kovás, jellegzetesen okkersárga mészke-törmelék jelzi. A ladin emeletet a Buchensteini Formáció alkotja, amelyen belül a pados, gumós, tűzköves Nemesvámosi Mészke és a vékonyréteges, posidoniás Keresztfatetői Tagozat is elkülöníthető (BUDAI 1993, BUDAI et al. 1999b).

Az új ammonoidea leletek jelentős mértékben pontosították és kiegészítették a szentbékállai rétegsor biosztratigráfiai egységeit. A Trinodosus Zóna korábban is feltételezett Camunum Szubzónáját az index faj előfordulása igazolta. A Reitzi Zónán belül korábban VÖRÖS (1998) a Liepoldti és az Avisianum Szubzóna jelenlétét valószínűsítette. Az új leletek (*Kellnerites cf. bosnensis*, N. gen. aff. *Kellnerites bagolinensis*, *Reitziites reitzi*, *R. cholnokyi*, *Latemarites latemarensis*) a Reitzi Zóna mind a négy szubzónáját (sorrendben: Felsoeoersensis, Liepoldti, Reitzi, Avisianum) egyértelműen igazolták. A Buchensteini Formáció (Nemesvámosi Mészke Tagozat) törmelékéből több példányban előkerült *Proarcestes* sp. — más Balaton-felvidéki szelvényekből nyert tapasztalatok alapján — valószínűvé teszi a ladin Curionii Zóna jelenlétét a rétegsorban.

A szentbékállai — talajjal és törmelékkel fedett — középső-triász rétegsor árkolásos feltárása és részletes, réteg szerinti gyűjtése nagyon fontos őslénytani és rétegtani adatokat adhatna. Az ilyen célú műveletek elképzelése már a 1980-as években felmerült, de a gondozott szőlőültetvény miatt a kivitelezés már akkor sem volt reális. Jelenleg, a feltáró kapacitások megszűnése, és a helyi körülmények kedvezőtlen változása (pl. drótkerítésekkel körbevett telek-részek), szinte teljes mértékben kizárja a tudományos célú feltáró munka végzését.

Szentkirályszabadja

Az erről a szelvényről, — illetve ennek 1991-ben feltárt szakaszáról — adott részletes leírás (VÖRÖS 1998) litológiai és biosztratigráfiai szempontból ma is helytálló. Az akkor megismert legfelső biosztratigráfiai egység a Reitzi Zóna Avisianum Szubzónája volt. Az akkor feltárt legfelső, dolomitos rétegek nem tartalmaztak értékelhető ősmaradványt, ezért 1991-ben a részletes gyűjtés itt befejeződött. A TAMÁS Károly és FÖLDVÁRI Gabriella által a közelmúltban végzett újabb feltáró és gyűjtő munka a rétegsort fölfelé meg-

hosszabbította, és két újabb mészkőréteget tárt fel (4. ábra). A legfelső rétegből (–2) előkerült példányok közül a *Ticinities* cf. *crassus* egyértelműen igazolja az anisusi Secedensis Zóna Crassus Szubzónáját, a *Nevadites* sp. pedig a Secedensis Zóna magasabb, Secedensis Szubzónájának meglétére utal a szentkirályszabadjai lelőhelyen. Megjegyzendő, hogy a *Ticinities*, illetve a *Nevadites* genuszok fajai más, részletesen feldolgozott és dokumentált szelvényekben (M. San Giorgio: RIEBER 1973, Bagolino: BRACK et al. 2003, Felsőörs: VÖRÖS et al. 2009) egymástól rétegtanilag jelentősen eltérő szintekben jelentkeznek: a *Nevadites* jóval magasabban lép fel. A két genusz együttes előfordulása a szentkirályszabadjai –2 rétegben rétegtani kondenzáció, vagy más módon létrejött, kevert fauna lehetőségét veti fel, de mindenképpen igazolja a Secedensis Zóna jelenlétét a lelőhelyen.

Következtetések

Az új gyűjtések és terepi megfigyelések mindkét vizsgált területen új őslénytani és rétegtani eredményeket hoztak.

A szentbékai szőlőhegy területén a korábbi térképezési tapasztalatok, és az újabb ammoniteszleteken alapuló biosztratigráfiai eredmények szerint a Balaton-felvidék anisusi–ladin medencefáciesű rétegsorának legdélnyugatibb teljes és folyamatos kifejlődése bukkan felszínre, törmelék formájában. A Farkas-tető és a Kelemen-kő közötti, újonnan szerkesztett földtani szelvényben a Megyehegyi Formáció, a Felsőörsi Formáció, a Vászolyi Formáció, továbbá a Buchensteini Formáció két tagozata (Nemesvámosi és Keresztfatetői Tagozat) is kimutatható. Ez a rétegsor a Litéri-feloldással párhuzamos tengelyű helyi szinklinális ÉNy-i

szárnyát alkotja az északi pikkely területén. Az új ammonoidea leletek (*Kellnerites* cf. *bosnensis*, N. gen. aff. *Kellnerites bagolinensis*, *Reitziites reitzi*, *R. cholnokyi*, *Latemarites latemarensis*) első sorban az anisusi Reitzi Zónán belül pontosították a szentbékai rétegsor korábban ismert biosztratigráfiai egységeit: a Reitzi Zónának mind a négy szubzónáját (sorrendben: Felsoeoersensis, Liepoldti, Reitzi, Avisianum) egyértelműen igazolták. A Buchensteini Formáció (Nemesvámosi Mészke Tagozat) törmelékéből több példányban előkerült *Proarcestes* sp. valószínűvé teszi a ladin Curionii Zóna jelenlétét a rétegsorban.

A szentkirályszabadjai szelvény korábban leírt rétegsorát az új gyűjtés, fedő irányban, két további, faunában gazdag mészkőréteggel egészítette ki. Az újabban feltárt rétegek — a szelvény mélyebb szakaszához hasonlóan — a Vászolyi Formáció nem tipikus kifejlődését képviselik. A legfelső rétegből (–2) előkerült példányok közül a *Ticinities* cf. *crassus* egyértelműen igazolja az anisusi Secedensis Zóna Crassus Szubzónáját, a *Nevadites* sp. pedig a Secedensis Zóna magasabb, Secedensis Szubzónájának meglétére utal Szentkirályszabadján.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők hálás köszönettel tartoznak FÖLDVÁRI Gabriellának a terepi gyűjtések során végzett munkájáért, továbbá az ammonoidea példányok gondos preparálásáért. Az ammonoidea fotók elkészítésében nyújtott segítségért BOSNAKOFF Mariannal illeti köszönet. HAAS János és PÁLFY József gondos lektori munkája, valamint FODOR László javaslatai ugyancsak hozzájárultak a cikk színvonalának emeléséhez.

Irodalom — References

- BÖCKH J. 1872: A Bakony déli részének földtani viszonyai. I. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve* **2/2**, 31–166. (In Hungarian).
- BÖCKH, J. 1873: Die geologischen Verhältnisse des südlichen Theiles des Bakony, I. — *Mittheilungen aus dem Jahrbuch der königlichen ungarischen geologischen Anstalt* **2/2**, 27–180.
- BRACK, P., RIEBER, H. & NICORA, A. 2003: The Global Stratigraphic Section and Point (GSSP) of the base of the Ladinian Stage (Middle Triassic). A proposal for the GSSP at the base of the Curionii Zone in the Bagolino section (Southern Alps, Northern Italy). — *Albertiana* **28**, 13–25.
- BUDAI T. 1993: Buchensteini Formáció. — In: HAAS J. (szerk.) 1993: *Magyarország litosztratigráfiai alapegységei. Triász*. A Magyar Állami Földtani Intézet kiadványa, 52–55.
- BUDAI, T. & HAAS, J. 1997: Triassic sequence stratigraphy of the Balaton Highland (Hungary). — *Acta Geologica Hungarica* **40/3**, 307–335.
- BUDAI, T. & VÖRÖS, A. 1992: Middle Triassic history of the Balaton Highland: extensional tectonics and basin evolution. — *Acta Geologica Hungarica* **35/3**, 237–250.
- BUDAI, T. & VÖRÖS, A. 1993: The Middle Triassic events of the Transdanubian Central Range in the frame of the Alpine evolution. — *Acta Geologica Hungarica* **36/1**, 3–13.
- BUDAI, T. & VÖRÖS, A. 2006: Middle Triassic platform and basin evolution of the southern Bakony Mountains (Transdanubian Range, Hungary). — *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* **112/3**, 359–371.
- BUDAI T., CSILLAG G., DUDKO A. & KOLOSZÁR L. (szerk.) 1999a: A Balaton-felvidék földtani térképe [Geological map of the Balaton Highland], 1:50 000. — *A Magyar Állami Földtani Intézet kiadványa, Budapest*.
- BUDAI T., CSÁSZÁR G., CSILLAG G., DUDKO A., KOLOSZÁR L. & MAJOROS GY. 1999b: A Balaton-felvidék földtana. Magyar- és Balaton-felvidék földtani térképéhez, 1:50 000. [Geology of the Balaton Highland. Explanation to the Geological Map of the Balaton Highland, 1:50 000]. — *A Magyar Állami Földtani Intézet alkalmi kiadványa* **197**, 257 p.

- BUDAI T., CSILLAG G., VÖRÖS A. & DOSZTÁLY L. 2001: Középső- és késő-triász platform- és medencefáciések a Veszprémi-fennsíkon. — *Földtani Közlöny* **131/1–2**, 37–70.
- BUDAI T., CSILLAG G., GYALOG L. & JOCHÁNÉ EDELÉNYI E. 2002: A Dunántúli-középhegység terület pretercier aljzatának földtani térképe. — In: Magyarország mélyföldtani térképe, Pretercier földtan, <http://map.mfgy.hu/mfddt100/>
- LÓCZY L., id. 1913: A Balaton környékének geológiai képződményei és ezeknek vidékek szerinti telepedése. — In: LÓCZY L. (szerk.): A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei **1/1**, 617 p.
- MANFRIN, S., MIETTO, P. & PRETO, N. 2005: Ammonoid biostratigraphy of the Middle Triassic Latemar platform (Dolomites, Italy) and its correlation with Nevada and Canada. — *Geobios* **38**, 477–504.
- MOISISOVICS, E. 1882: Die Cephalopoden der mediterranen Triasprovinz. — *Abhandlungen der kaiserlich-königlichen geologischen Reichsanstalt* **10**, 1–322.
- RIEBER, H. 1973: Cephalopoden aus der Grenzbitumenzone (Mittlere Trias) des Monte San Giorgio (Kanton Tessin, Schweiz). — *Schweizerische Paläontologische Abhandlungen* **93**, 1–96.
- VÖRÖS A. 1998: A Balaton-felvidék triász ammonoideái és biosztratigráfiája [Triassic ammonoids and biostratigraphy of the Balaton Highland]. — *Studia Naturalia* **12**, 105 p.
- VÖRÖS, A. 2003: The Pelsonian ammonoid fauna of the Balaton Highland. — In: VÖRÖS, A. (ed.): The Pelsonian Substage on the Balaton Highland (Middle Triassic, Hungary). *Geologica Hungarica series Palaeontologica* **55**, 71–121.
- VÖRÖS, A. 2010: Late Anisian Ammonoidea from Szár-hegy (Rudabánya Mts); a Dinaric-type fauna from North Hungary. — *Fragmenta Palaeontologica Hungarica* **28**, 1–20.
- VÖRÖS, A. 2014: Ammonoid diversification in the Middle Triassic: Examples from the Tethys (Eastern Lombardy, Balaton Highland) and the Pacific (Nevada). — *Central European Geology* **57/4**, 319–343.
- VÖRÖS, A. & PÁLFY, J. 2002: New data to the stratigraphy of the Pelsonian Substage at Kövekál (Middle Triassic, Balaton Highland, Hungary). — *Fragmenta Mineralogica et Palaeontologica* **20**, 53–60.
- VÖRÖS A., BUDAI T., LELKES GY., MONOSTORI M. & PÁLFY J. 1997: A Balaton-felvidéki középső-triász medencefejlődés rekonstrukciója üledékföldtani és paleoöklógiai vizsgálatok alapján. — *Földtani Közlöny* **127/1–2**, 145–177.
- VÖRÖS, A., BUDAI, T. & SZABÓ, I. 2009: The base of the Curionii Zone (Ladinian, Triassic) in Felsőörs (Hungary): improved correlation with the Global Stratotype Section. — *Central European Geology* **51/4**, 325–339.

Kézirat beérkezett: 2015. 10. 29.

I. tábla – Plate I

Középső-triász ammonoideák Szentbékálláról (Balaton-felvidék), TAMÁS Károly és FÖLDVÁRI Gabriella gyűjtése. Az ábrák természetes nagyságúak; a: oldalnézet, b: hasi nézet. A példányokat TAMÁS Károly és FÖLDVÁRI Gabriella kővágóörsi magángyűjteménye őrzi.

Middle Triassic ammonoids from Szentbékálla (Balaton Highland), collected by K. TAMÁS and G. FÖLDVÁRI. All figures are in natural size; a: lateral view, b: ventral view. The specimens are kept in the private collection of K. TAMÁS and G. FÖLDVÁRI at Kővágóörs.

1. *Asseretoceras camunum* (ASSERETO, 1963); Trinodosus-zóna, Camunum-szubzóna
2. *Megaceratites?* cf. *subnodosus* (MOISISOVICS, 1882); Trinodosus-zóna, Camunum-szubzóna
3. *Kellnerites* cf. *bosnensis* (HAUER, 1887); Reitzi-zóna, Felsoeoersensis-szubzóna
4. N. gen. aff. *Kellnerites bagolinensis* BRACK & RIEBER, 1993; Reitzi-zóna, Liepoldti-szubzóna
5. *Reitziites reitzi* (BÖCKH, 1872); Reitzi-zóna, Reitzi-szubzóna
6. *Reitziites cholnokyi* (FRECH, 1903); Reitzi-zóna, Reitzi-szubzóna
7. *Latemarites latemarensis* BRACK & RIEBER, 1993; Reitzi-zóna, Avisianum-szubzóna

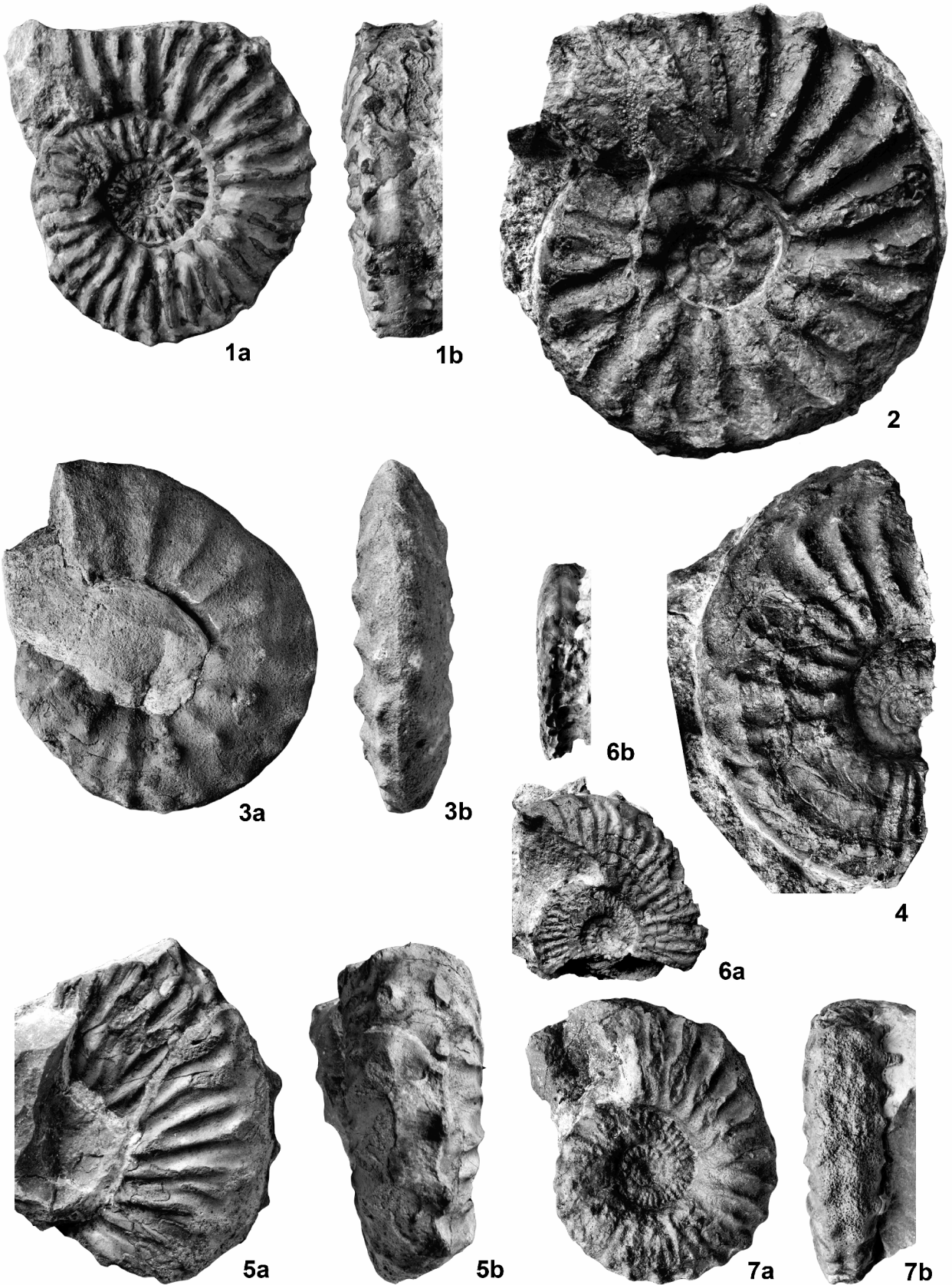
II. tábla – Plate II

Középső-triász ammonoideák Szentbékálláról és Szentkirályszabadjáról (Balaton-felvidék), TAMÁS Károly és FÖLDVÁRI Gabriella gyűjtése. Az ábrák természetes nagyságúak; a: oldalnézet, b: hasi nézet (a jelzett kivétellel). A példányokat TAMÁS Károly és FÖLDVÁRI Gabriella kővágóörsi magángyűjteménye őrzi.

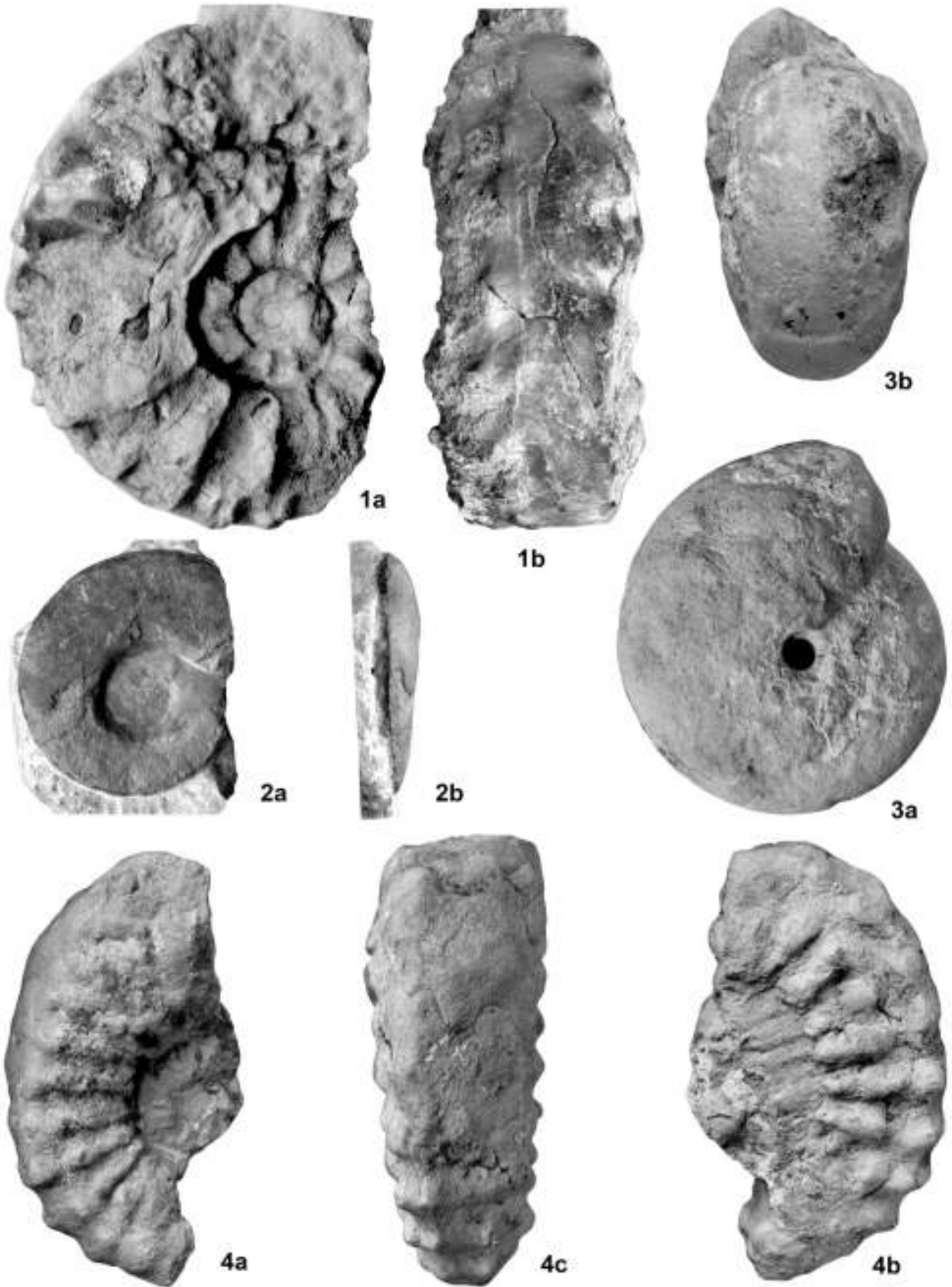
Middle Triassic ammonoids from Szentbékálla and Szentkirályszabadja (Balaton Highland), collected by K. TAMÁS and G. FÖLDVÁRI. All figures are in natural size; a: lateral view, b: ventral view (unless otherwise stated). The specimens are kept in the private collection of K. TAMÁS and G. FÖLDVÁRI at Kővágóörs.

1. *Ticinites* cf. *crassus* (HAUER, 1896); Szentkirályszabadja, -2. réteg (Bed -2), Secedensis-zóna, Crassus-szubzóna
2. *Tropigymnites* sp.; Szentbékálla, Trinodosus-zóna (?)
3. *Proarcestes?* sp.; Szentbékálla, Curionii-zóna (?)
4. *Nevadites* sp.; Szentkirályszabadja, -2 réteg (Bed -2), Secedensis-zóna. 4a: bal oldalnézet (left lateral view), 4b: jobb oldalnézet (right lateral view), 4c: hasi nézet (ventral view)

I. tábla – Plate I



II. tábla – Plate II



Ifj. NOSZKY Jenő „elveszett” legfelső bajóci (középső-jura) rétegei a bakonyi Közöskúti-árokban

GALÁ CZ András

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Őslénytani Tanszék
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C; galacz@ludens.elte.hu

The “lost” uppermost Bajocian (Middle Jurassic) beds of J. NOSZKY Jr. in the Közöskút Ravine, Bakony Mts, Transdanubian Range, Hungary

Abstract

On the basis of his studies in the 1940s, J. NOSZKY Jr. published stratigraphical data on the Middle Jurassic of the Közöskút Ravine of the Bakony Mountains. In several publications he reported the presence of Bathonian beds, based on the ammonites he found in the area. After a period in which his material was apparently “lost”, several decades later it was re-discovered in a repository of the Hungarian Geological and Geophysical Institute and thus became available for study. It turned out that all of the ammonites which NOSZKY’s found belong to Late Bajocian species, partly to forms which, in his time, were regarded as indicators of the Bathonian. The three most important species from the NOSZKY collection are: (*Cadomites* [C.] *deslongchampsii*, *Vermisphinctes* [S.] *stomphus* and *Dimorphinites* [D.] *dimorphus*) These are described briefly and figured in the present study. Although it is impossible to reconstruct the original position of these ammonites in the bed(s) exposed in NOSZKY’s (due to the lack of the original field notes), the indicated youngest stratigraphic record, i.e. the *Parkinsonia parkinsoni* Zone, represents an important contribution which is still relevant today. With this datum the heterochroneity of the calcareous/siliceous sedimentation change in the Bakony Mountains can be completed: namely, the former data on ?Late Toarcian – Early Aalenian (Úrkút), Early Bajocian (Bakonycsérnye), and Late Bathonian (Gyenespuszta) can now be supplemented with this Late Bajocian one. The corrected (Late Bajocian) age determination of the possibly youngest limestone bed(s) in the Közöskút Ravine confirms the former conclusion that the only hitherto known locality of Bathonian ammonite-bearing limestones in the Bakony Mountains is that in Gyenespuszta.

Keywords: Bajocian, Bathonian, Közöskút Ravine, Bakony Mts, ammonites, species descriptions

Összefoglalás

Ifj. NOSZKY Jenő az 1940-es években végzett Bakony hegységi vizsgálatai során elsőként tanulmányozta a Borostyánhajag tövében található Közöskúti-árok dogger rétegeit, és a gyűjtött, de részletesen soha nem ismertetett ammonitesz leletek alapján bajóci és bath rétegek meglétéről tudósított számos közleményében. Nemrég a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet raktárából előkerült és újvizsgálatra hozzáférhetővé vált NOSZKY eredeti gyűjtési anyaga. Az ammoniteszekről kiderült, hogy valamennyi felső-bajóci rétegekből származik – a bath kort NOSZKY egyes fajok korabeli, a maitól eltérő rétegtani értelmezése alapján határozta. Az eredeti anyag három legfontosabb faja rövid leírással és fényképes ábrázolással kerül bemutatásra. Következtetésül elmondható, hogy bath képződmények a Bakony hegység területén a nem radiolaritos, mészköves kifejlődésben továbbra is csak Gyenespusztáról ismertek.

Tárgyszavak: Bajóci, bath, Közöskúti-árok, Bakony hegység, ammoniteszek, fajleírások

Bevezetés

Jelen sorok írója 1967-ben kapta GÉ CZY Barnabástól a témát, hogy dolgozza fel a bakonyi Gyenespuszta dogger ammoniteszeit, elsősorban biosztratigráfiai szempontból. A szakdolgozati munkálatok megkezdéseként terepbejárásra került sor, amire NOSZKY Jenő, a bakonyi jura képződmények nagy tekintélyű szakértője is elkísért bennünket. Ő

mutatta meg a dogger rétegsor feltárássra legérdemesebb előfordulásainak pontos helyeit, és azokat a rétegeket, amiket ő a bath emeletbe tartozónak tartott.

A gyenespusztai bajóci és bath ammonitesz faunák feldolgozásával párhuzamosan, majd azt követően is számos olyan lelőhely felkutatása történt meg, ahol NOSZKY Jenő, különböző leírásaiban és térképein, bath képződményeket jelzett. Ennek az adott alapos indokot, hogy bath mészköves,

ammonitesz faunát adó rétegek az egész Tethys pelágikus térségében igen ritkák, mivel ezen a területen ebben az időben kovás radiolarit képződött, amiben a mészvázú ősmaradványok nem őrződnek meg.

Sajnos NOSZKY publikált adatai alapján az adott helyeken a fiatalabb dogger rétegeket sokszor nem sikerült megtalálni, vagy a dogger rétegekben bath emeletet bizonyító faunát nem lehetett azonosítani. A Bakony területéről biztosan dokumentált bath korú mészkőrétegek mindmáig csak Gyenespusztáról ismertek. Mindazonáltal NOSZKY Jenő szakértelmét ismerve soha nem állíthattuk, hogy észlelései vagy meghatározásai tévesek lettek volna.

A közelmúltban a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet korábban Rákóczi-telepre helyezett gyűjteményi anyagából előkerültek olyan ősmaradványok, amiket NOSZKY Jenő a Bakonyban gyűjtött, így pontosabb képet alkothatunk arról, milyen alapokon álltak rétegtani megállapításai. Ezek közül nemrég már ismertetésre került egy értékes ammonitesz fauna (GALÁZ & KOVÁCS 2013). Ez a kisebb tanulmány is azzal a céllal készült, hogy korábbi megállapításokat pontosítson és NOSZKY Jenő jura ammoniteszeket illető, korábban szerényen dokumentált szakmai munkásságának adózzon elismeréssel.

Dogger rétegek a Közöskúti-árokban

Ifj. NOSZKY Jenő 1935-ben kezdett bakonyi terepi vizsgálataiban, során 1940-ben tanulmányozta a Borostyánhagj tövében található Közöskúti-árok (47°10'05" N/17°47'27" E) rétegsorát, s erről 1943-ban közölt először adatokat (NOSZKY 1943). Elsősorban a liász rétegeket tárgyalta, a középső-jura rétegek jelenlétét csak megemlítette. Ez azért érdekes, mert akkor gyűjtött, nemrég előkerült anyagában elég sok felső-bajóci ammonitesz található.

1957-ben megjelent 25 000-es Északi-Bakony térképén a Közöskúti-árok területére a liász és malm rétegek között dogger „masszív mészkő” előfordulását jelölte (NOSZKY 1957). A Budapesten 1959-ben szervezett Nemzetközi Mezozoós Konferenciára NOSZKY nagyobb áttekintést készített a magyarországi jura képződményekről. A Közöskúti-árok szelvényét is közölte, és liász rétegekre következő bajóci és bath mészkövet ábrázolt (NOSZKY 1961, I. táblázat).

1969-ben, a Budapesten tartott Mediterrán Jura Kollokviumra FÜLÖP József írt reprezentatív összefoglalást a magyarországi juráról, s egyik ábráján (FÜLÖP 1971, 10. ábra) Hárskút megjelöléssel közölte a Közöskúti-árok szelvényét, toarcira következő aaleni–bajóci rétegekkel. A rendezvény kirándulásvezetőjében KONDA József mutatta be a Közöskúti-árok dogger és malm rétegsorát, ábrát is közölt (FÜLÖP et al. 1969, 60. old., 10. ábra), amin „dogger cephalopodás mészkő” rétegeit ábrázolta. A terepbejárás során szóbeli tájékoztatást NOSZKY J. tartotta, aki bajóci és bath ammoniteszek előfordulását említette.

A Magyarország 200 000-es geológiai térképsorozatának Veszprém kötetében (DEÁK 1972) szintén NOSZKY J. foglalta össze a bakonyi jura képződményeket. A 25. ábrán

újra közölte a már 1959-ben a Közöskúti-árokra adott szelvényét (is), a szöveges részben pedig (99. old.) a bath emeletbe tartozó „vörösesbarna, barnásszürke, szürke színű, fekete mangánszemcsés vagy mangángumós mészkő” előfordulásai között sorolta fel. Szóbeli közlése szerint (1970) a bath emeletet innen gyűjtött *Morphoceras* példányok alapján azonosította.

A Bakony hegységi bajóci és bath képződmények 1960-as évek közepén indult újvizsgálata során a Közöskúti-árok szelvényének dogger rétegei is begyűjtésre kerültek, és az első kiértékelések azt mutatták (GALÁZ 1975, 1976), hogy a feltárás legmagasabb, látható rétegei az alsó-bajóci felső részébe (*Stephanoceras humphriesianum* Zóna) tartoznak. Később a 133 cm vastag, 11 rétegre bontható középső-jura képződmény részletes vizsgálatából (GALÁZ 1991) kiderült, hogy a dogger mészkő legalsó egyetlen rétege az *Otoites sauzei* Zónába, a felette lévő rétegek pedig mind a *Stephanoceras humphriesianum* Zónába sorolhatók. Többszöri bejárás során sem sikerült ennél fiatalabb faunaelemeket találni a dogger mészkő magasabb rétegeiben. A középső-jura mészkő és a felette lévő radiolarit határzónáját legalább az 1960-as évek vége óta a patakmederben összehordott vastag törmelék fedi.

Noszky Jenő előkerült ősmaradvány anyaga

NOSZKY Jenő közöskúti dogger ammoniteszei egy kisebb, mintegy 50 példányt számláló gyűjteményt alkotnak. Érdekes módon, csupán a legfelső réteg(ek)ből származó anyag került most elő, biztosan *Humphriesianum* Zónába sorolható ammoniteszek nincsenek a példányok között. Többségükben *Phylloceras*-félék, a rétegtanilag kevésbé értékes *Phylloceras*, *Calliphylloceras*, *Holcophylloceras* és *Ptychophylloceras* nemek képviselőivel. Néhány ammonitesz azonban már NOSZKY-nak is felkeltette a figyelmét, és a gyűjteményi cédulák tanúsága szerint még 1940-ben, majd az 1950-es években ezeket meg is határozta. Ezeket a határozásokat azonban, bár nagyrészt ma is helytállóak, nem közölte.

A példányokkal együtt megőrzött eredeti cédulák magyarázatot adnak NOSZKY kormeghatározására (1. ábra). Az egyik *Cadomites deslongchampsii* példányt „*Cadomites daubenyi* GEMMELLARO”-nak határozta, amely fajt NOSZKY idejében sok szerző bath alaknak tekintett, többek között a cédula hátulján hivatkozott LISSAJOUS is (lásd LISSAJOUS 1923, 105. old.). A faj rétegtani helyzetét WENDT (1964, p. 130) tisztázta, majd felső-bajóci korát PAVIA (2002) erősítette meg. Az itt *Prorsisphinctes stomphusként* azonosított perisphinctid ammoniteszt NOSZKY „*Perisphinctes Hoffmanni* GEMMELLARO” néven azonosította, mely fajt — akárcsak az előbbi — az ő idejében szintén bath előfordulásának tekintettek. A közelmúltban elvégzett revízió alapján a kora felső-bajóci (D'ARPA 2002). Bár a jól meghatározott *Dimorphinites* példányok korát NOSZKY is a késő-bajóciába tette, egyes példányokat *Morphoceras*ként azonosított, mely genusz akkor és most is csak az alsó-bathból ismert. A



1. ábra. NOSZKY Jenő egyik eredeti cédulája, amit az egyik *Cadomites* példányához (itt lásd 1. tábla, 2. ábra) készített

Figure 1. The original label of NOSZKY what he wrote for one of his *Cadomites* specimens (see here in Pl. 1, figure 2)

korabeli ismeretek szintjén NOSZKY rétegtani meghatározása tehát indokolt volt, és az itt közölt faunisztikai revízió csak kis helyesbítésre vezetett.

A Noszky-féle eddig megtalált közöskúti legfelső dogger mészkőréteg(ek) ammoniteszeiből azok, amik rétegtanilag fontosak és újabb elemekkel egészítik ki a korábban megismert sztratigráfiai képet, az Appendixben részletesebb leírásra kerülnek. Mivel jól ismert, és Magyarországról, a Bakonyból is korábban ismert fajokról van szó, a szinonimika csak a típus leírására, saját bakonyi ismertetésekre (GALÁ CZ 1980) és azóta megjelent, jelentősebb részletes leírásra hivatkozik, a morfológiai leírás pedig csak a legfontosabb elemekre szorítkozik.

Rétegtani következtetések

A vizsgált kis példányszámú fauna helyzete a közöskúti dogger szelvényen belül bizonytalan. Nem vitás, hogy a korábban megismert és leírt (GALÁ CZ 1991), *Humphriesianum* Zónába tartozó együttesnél fiatalabb, de nincs arról adat, hogy hány rétegből került elő. A fentebb röviden leírt ammonitesz fajok a legfelső bajócira utalnak. Vannak azonban olyan alakok, amik a *Garantiana garantiana* Zónát, és olyanok is, amik a *Parkinsonia parkinsoni* Zónát jelzik. Természetesen nem kell valamennyi felső-bajóci szintnek, szubzónának, vagy akár zónának is meglennie. Amint a *Humphriesianum* Zónát is csak egyetlen szubzónába sorolható rétegek képviselik, és a *Sauzei* Zónának is csupán az egyik szubzónáját testesíti meg az egyetlen ide tartozó réteg, úgy könnyen elképzelhető, hogy a *Strenoceras niortense* Zóna hiánya mellett a *Garantiana garantiana* Zónát és a *Parkinsonia parkinsoni* Zónát is csupán egy-egy, vagy csak néhány réteg reprezentálja.

NOSZKY J. bath kormeghatározása tehát kis mértékben korrigálható: a Közöskúti-árok legfiatalabb mészkőrétegei eddig bath formákat nem, hanem csak legfelső bajóci ammoniteszeket szolgáltatottak. Ez az adat kiegészíti azt a

képet, amit korábbi rétegtani megállapítások (GALÁ CZ 1988) alapján arról lehetett alkotni, hogy a Bakony hegység területén mikor történt a középső-jura mészkőnek radiolaritallal való felváltása. A heterochron üledékképződési esemény Úrkúton a ?késő-toarci-aaleni idejére (GÉ CZY 1975), Bakonycsernyén a kora-bajócira (GÉ CZY 1966), Lókúton a késő-bajócira (GALÁ CZ 1976), Gyenespusztán pedig a legkésőbbi bath idejére (GALÁ CZ 1980) tehető. Ez az adatsor most a közöskúti legkésőbbi bajóci rekorddal egészíthető ki. Mindez azt is jelenti, hogy bath ammonitesz faunát tartalmazó mészkőrétegek a Bakony hegységből továbbra is csak a szintén ifj. NOSZKY Jenőtől felfedezett gyenespusztai lelőhelyekről dokumentálhatók (GALÁ CZ 1980).

Köszönetnyilvánítás

A szerző hálás köszönetet mond a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet munkatársainak, PALOTÁS Klárának és BODOR Emesének a NOSZKY-féle anyaghoz való hozzájárulásért és a vizsgálatra való kölcsönzésért. Ugyancsak köszönet illeti a két lektort, PÁLFY József professzort és VÖRÖS Attila akadémikust, akik értékes tanácsaikkal javítottak a dolgozat színvonalán.

Appendix — Systematic descriptions

From the re-discovered NOSZKY collections those ammonites which are stratigraphically diagnostic or new for the locality are introduced below. Because these forms are well-known in the literature and were monographically treated earlier from the nearby Gyenespuszta locality (GALÁ CZ 1980), the synonymies are restricted to the most important items (references to original descriptions, to descriptions in revisions or monographs). The descriptions refer only to the most important morphological features and stratigraphical data. The specimens are stored in the collections of the Hungarian Geological and Geophysical Institute.

Cadomites (Cadomites) deslongchampsii (D'ORBIGNY, 1846) (Plate I, figures 1–2)

1846. *Ammonites Deslongchampsii* DEFRANCE – D'ORBIGNY (in 1842–51), p. 405., pl. 138. figs 1–2.

1980. *Cadomites deslongchampsii* (DEFRANCE, 1830) – GALÁ CZ, p. 67, pl. 15, fig. 1.

1994. *Cadomites deslongchampsii* (DEFRANCE, 1830) – RIOULT et al., p. 125, pl. 46., figs 1–2.

Two well-preserved, entire specimens from Noszky's collection, the smaller one labelled originally as '*Cadomites daubenyi* GEMMELLARO'. The specimens show the thin internal ribs ending in tubercles and the here arising dense outer ribs — features so characteristic to genus *Cadomites*. The umbilicus is relatively narrow, the whorl-section is

circular. The bigger specimen which shows the entire peristome (Plate 1, figure 1) matches well the topotype figured by RIOULT et al. (1997) in the D'ORBIGNY revision (1994, pl. 46, fig. 2), while the smaller one (Plate 1, figure 2) is closer to the holotype. The holotype, which originally belonged to the DESLONCHAMPS collections, was destroyed in the 2nd World War, however, it is well known by several photographic figures (e.g. DOUVILLÉ 1909, no. 132, fig. H; ARKELL 1951–59, text-fig. 29 left) and a plaster cast also survived (see RIOULT 1994, pl. 46, fig. 1).

The type specimen came from the Parkinsonia parkinsoni-zone (see ARKELL 1951–59, pp. 80–82), but records are from the wider Upper Bajocian and the lowermost Bathonian as well. Similarly, specimens of this species were yielded by the Upper Bathonian and lowermost Bathonian beds in nearby Gyenespuszta (GALÁ CZ 1980, pp. 67–68).

Vermisphinctes (Prorsisphinctes) stomphus
(BUCKMAN, 1921)
(Plate I, figure 3)

1921. *Stomphosphinctes stomphus*, nov. — BUCKMAN (in 1909–1930), pl. 247.
1980. *Vermisphinctes (Prorsisphinctes) stomphus* (BUCKMAN, 1921) — GALÁ CZ, p. 109, pl. 25, fig. 2; pl. 26, fig. 1.
1985. *Prorsisphinctes stomphus* (BUCKMAN) 1921 — FERNÁNDEZ-LÓPEZ, p. 509, pl. 56, fig. 1.

A single big specimen, determined originally by NOSZKY as '*Perisphinctes hoffmanni* GEMMELLARO'. The wholly septate example, which could be estimated as of 160–170 mm entire diameter, is characterised by flattened flanks, dense ribbing and frequent, shallow constrictions. BUCKMAN (1921 in 1909–1930, pl. 247) described the type from the Garantiana Zone, however, later, Parkinsoni Zone occurrences were reported as well (e.g. FERNÁNDEZ-LÓPEZ 1985, p. 511;

ZATOŃ 2010, p. 132). The species also occurs in the bed (Bed 16) with condensed Niortense and Garantiana zones fauna in Gyenespuszta (GALÁ CZ 1980, p. 109).

Dimorphinites (Dimorphinites) dimorphus
(D'ORBIGNY, 1846)
(Plate 1, figures 4–5)

1846. *Ammonites dimorphus* D'ORB. — D'ORBIGNY (in 1842–51), p. 410, pl. 140, figs 1, 2, 5–8 (only).
1980. *Dimorphinites (Dimorphinites) dimorphus* (D'ORBIGNY, 1846) — GALÁ CZ, p. 100, pl. 23, figs 1–3, 5; text-figs 82–83.
1994. *Dimorphinites dimorphus* (D'ORBIGNY, 1846) — RIOULT, p. 130, pl. 50, fig. 7.

Four well-preserved specimens determined by NOSZKY as '*Dimorphinites dimorphum* ORB.' and '*Morphoceras* sp.'. Characteristic is the sphaeroconic coiling of the inner whorls, contrasted by the significant narrowing of the last whorl, with the opening up of the umbilicus. The strong constrictions are also characteristic. In contrast to *Morphoceras*, here the outer ribs are uninterrupted across the venter.

The original description of the species from D'ORBIGNY (1842–51, p. 410) was based on specimens in the DESLONCHAMPS collections, which were destroyed later. RIOULT, in the D'ORBIGNY revision (1994) re-investigated the species on the basis of topotype material. The nominate subgenus comprises macroconchiate forms, while the microconchs are ranged into an other subgenus (*Vigoriceras* RIOULT, 1994). The species is common in other localities in the Bakony Mts. It was described in detail from Gyenespuszta (GALÁ CZ 1980, p. 100).

D. (D.) dimorphus is restricted stratigraphically to the middle, *Strigoceras truellei* Subzone of the uppermost Bajocian Parkinsonia parkinsoni Zone (see RIOULT et al. 1997, p. 52).

Irodalom — References

- ARKELL, W. J. 1951–59: A Monograph of the English Bathonian Ammonites. — *Palaeontographical Society Monographs*, **104–112**, i–vii, 1–264.
BUCKMAN, S. S. 1909–30: (*Yorkshire*) *Type Ammonites*, Vol. 1–7. — Wheldon & Wesley, London, pls 790.
DEÁK M. (szerk.) 1972: Magyarázó Magyarország 200 000-es Földtani Térképsorozatához, L-33-XII. Veszprém. — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 1–271.
D'ARPA, C. 2002: *Vermisphinctes (Prorsisphinctes) hoffmanni* (Gemmellaro, 1877). — In: PAVIA, G. & CRESTA, S. (Coords): Revision of Jurassic Ammonites of the Gemmellaro Collections. *Quaderni del Museo Geologico „G.G. Gemmellaro”* **6**, 259–260, fig. 178.
DOUVILLÉ, R. 1909: *Palaeontologia Universalis*, **2/4**, no. 132.
FERNÁNDEZ-LÓPEZ, S. R. 1985: El Bajociense en la Cordillera Ibérica. — Tesis Doctoral, Departamento de Paleontología, Universidad Complutense de Madrid, 850 p.
FÜLÖP, J. 1971: Les formations jurassiques de la Hongrie. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **54/2**, 31–46.
FÜLÖP J., GÉCZY B., KONDA J. & NAGY E. 1969: *Földtani kirándulás a Mecsek hegységben, a Villányi-hegységben és a Dunántúli-középhegységben*. — MÁFI, Budapest, 68 p.
GALÁ CZ A. 1975: Bajóci szelvények az Északi-Bakonyból. — *Földtani Közönlöny* **105/2**, 208–219.
GALÁ CZ, A. 1976: Bajocian (Middle Jurassic) sections from the Northern Bakony (Hungary). — *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös nominatae, Sectio Geologica* **18**, 177–191.

- GALÁ CZ, A. 1980: Gyenespusztai bajóci és bath ammonitesek (Bakony hegység). — *Geologica Hungarica ser. Palaeontologica* **39**, 1–227.
- GALÁ CZ, A. 1988: Tectonically controlled sedimentation in the Jurassic of the Bakony Mountains (Transdanubian Central Range, Hungary). — *Acta Geologica Hungarica* **31/3–4**, 313–328.
- GALÁ CZ, A. 1991: Bajocian stephanoceratid ammonites from the Bakony Mountains, Hungary. — *Palaeontology* **34/4**, 859–885.
- GALÁ CZ, A. & KOVÁ CS, Z. 2013: Middle Aalenian – Lower Bajocian (Middle Jurassic) ammonites from Búdöskút, an old locality in the Bakony Mts, Transdanubian Hungary. — *Hantkeniana* **8**, 7–23.
- GÉ CZY, B. 1966: Ammonoides jurassiques de Csernye, Montagne Bakony, Hongrie. Part I. (Hammatoceratidae). — *Geologica Hungarica* **34**, 1–275.
- GÉ CZY, B. 1975: The Lower Jurassic ammonite faunas of the Southern Bakony. — *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös nominatae, Sectio Geologica* **17** (1973), 181–190.
- LISSAJOUS, M. 1923: Étude sur la faune du Bathonien des environs de Mâcon. — *Travaux du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon* **3/3**, 1–281.
- NOSZKY, J. jun. 1943: Földtani vázlat az Északi-Bakony belső részéből. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése* (1939–40), **I**, 253–261.
- NOSZKY, J. jun. 1957: A Bakonyhegység északi részének földtani térképe. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **46/3**.
- NOSZKY, J. jun. 1961: Formations jurassiques de la Hongrie. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **49/2**, (1959), 481–501.
- ORBIGNY, A. D'. 1842–51: *Paléontologie française, Terrains jurassiques, I. Céphalopodes*. — Masson, Paris, 1–662.
- PAVIA, G. 2002: *Cadomites daubenyi* (GEMMELLARO, 1877). — In: PAVIA, G. & CRESTA, S. (coords): Revision of Jurassic Ammonites of the Gemmellaro Collections. *Quaderni del Museo Geologico „G.G. Gemmellaro”* **6**, 236–239, fig. 161.
- RIOULT, M. 1994: *Dimorphinites dimorphus* (D'ORBIGNY, 1846). — In: FISCHER, J.-C. (ed.): *Révision critique de la Paléontologie française d'Alcide d'Orbigny, Volume 1, Céphalopodes jurassiques*. Masson & Mus. Nat. d'Hist Nat., Paris, 130–131.
- RIOULT, M., CONTINI, D., ELMI, S., GABILLY, J. & MOUTERDE, R. 1997: Bajocien. — In: CARIU, É. & HANTZPERGUE, P. (coord.): Biostratigraphie du Jurassique ouest-européen et méditerranéen: zonations parallèles et distribution des invertébrés et microfossiles. — *Bull. Centre Rech. Elf Explor. Prod., Mém* **17**, 41–53.
- RIOULT, M., MANGOLD, C. & GAUTHIER, H. 1994: *Cadomites deslongchampsii* (DEFrance, 1830). — In: FISCHER, J.-C. (ed.): *Révision critique de la Paléontologie française d'Alcide d'Orbigny, Volume 1, Céphalopodes jurassiques*. Masson & Mus. Nat. d'Hist Nat., Paris, 125–126.
- WENDT, J. 1964: Stratigraphisch-paläontologische Untersuchungen im Dogger Westsiziliens. — *Bollettino della Società Paleontologica Italiana* **2/1**, 57–147.
- ZATOŃ, M. 2010: Bajocian–Bathonian (Middle Jurassic) ammonites from the Polish Jura. Part 2: Families Stephanoceratidae, Perisphinctidae, Parkinsoniidae, Morphoceratidae and Tullitidae. — *Palaeontographica* **A, 292**, 115–213.
- Kézirat beérkezett: 2015. 09. 17.

I. tábla – Plate I

Ammoniteszek a Közöskúti-árok legfiatalabb ismert dogger rétegeiből (NOSZKY J. gyűjtése, 1940).

- 1, 2. *Cadomites deslongchampsii* (DEFrance, 1830);
3. *Vermisphinctes (Stomphosphinctes) stomphus* (BUCKMAN, 1921);

4a, b, 5. *Dimorphinites (D.) dimorphus* (D'ORBIGNY, 1846).

A példányok a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet gyűjteményében.

Minden ábra természetes nagyságban; a csillag a lakókamra kezdetét jelöli.

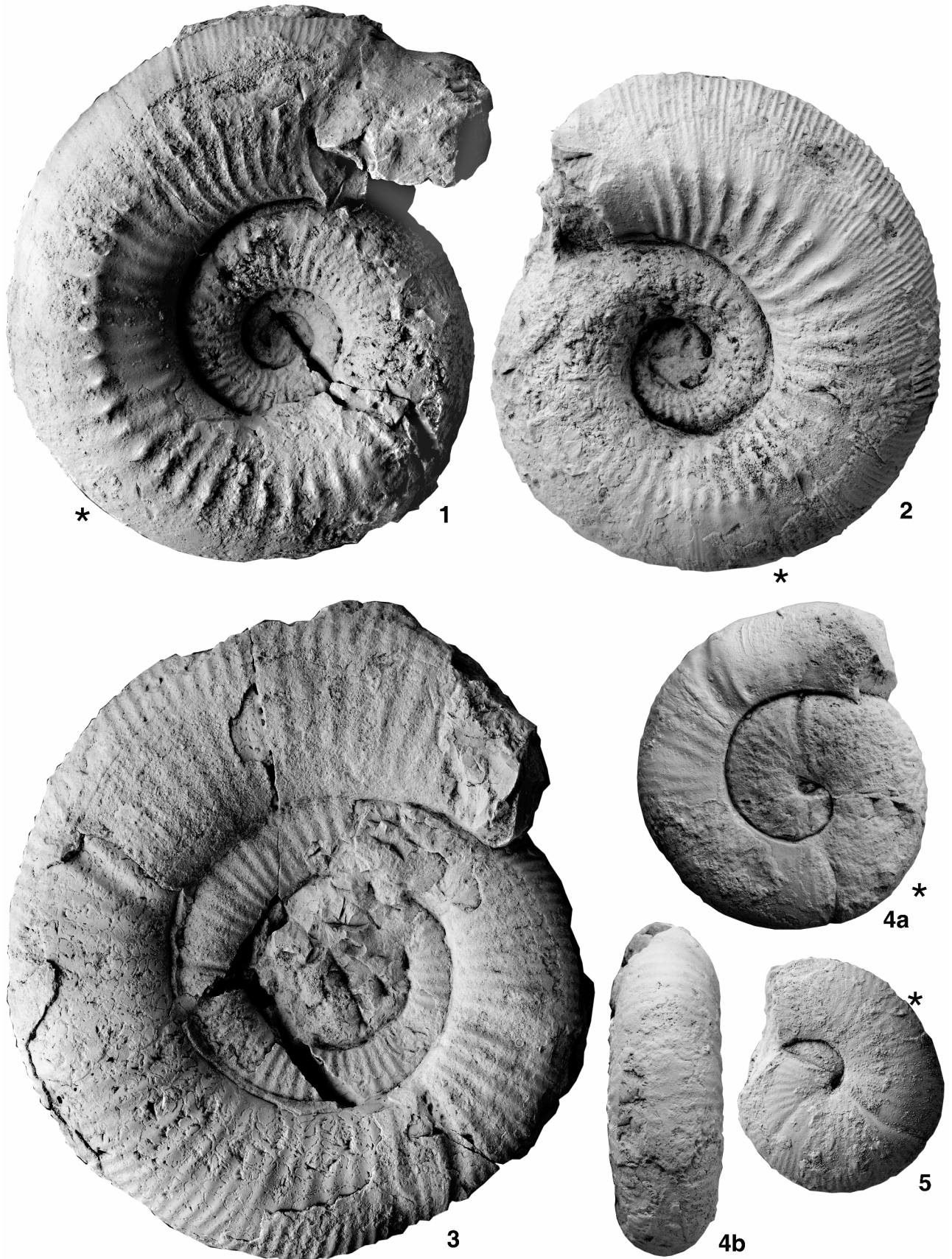
Ammonites from the hitherto known uppermost Middle Jurassic beds in the Közöskút ravine (J. NOSZKY Jr. collection).

- 1, 2. *Cadomites deslongchampsii* (DEFrance, 1830);
3. *Vermisphinctes (Stomphosphinctes) stomphus* (BUCKMAN, 1921);
4a, b, 5. *Dimorphinites (D.) dimorphus* (D'ORBIGNY, 1846).

The specimens are in the collections of the Hungarian Geological and Geophysical Institute.

All figures natural size; asterisk marks end of phragmocone.

I. tábla – Plate I



A Budai-hegység felső-eocén összletének bázisán települő lávakőzet- és tufaklasztokat tartalmazó törmelékes üledékes kőzetek petrográfiai jellegei

FARICS Éva¹, JÓZSA Sándor², HAAS János³

¹Eötvös Loránd Tudományegyetem, Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter s. 1/C

²Eötvös Loránd Tudományegyetem, Kőzettan-Geokémiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter s. 1/C

³MTA-ELTE Geológiai, Geofizikai és Űrtudományi Kutatócsoport, Eötvös Loránd Tudományegyetem, 1117 Budapest, Pázmány Péter s. 1/C

Petrographic features of lava rock and tuff clast-bearing sedimentary rocks at the base of the Upper Eocene succession in the Buda Hills

Abstract

In the Buda Hills the unevenly eroded surface of Triassic carbonate rocks is usually overlain by pyroclastite and tuffite layers; these represent the basal part of the Eocene succession. This interval is followed by conglomerate and subordinately sandstone beds which contain clasts of various lithology and size. The dolomite clasts are the most abundant, but in some places the amount of lava rock and tuff clasts are significant, and chert, sandstone and tuffite clasts also occur subordinately. The main aim of this study is to review earlier studies on the volcanic clast-bearing Eocene basal beds, as well as to consider the results of petrographic investigations into the clasts, with special regard to those of volcanic origin.

The lava rock and tuff clasts are strongly weathered. However, on the basis of textural observations, the determination of the original rock-type was usually possible. Based on microscopic investigations, the following types of volcanic rocks were distinguished: (i) andesite (originally with a probably porphyric, pilotaxitic texture, and with pseudomorphs after plagioclase and pyroxene); (ii) amafitic andesite (with an originally trachytic texture and pseudomorphs after oriented plagioclase, and subordinate pseudomorphs after mafic minerals); (iii) intermediate lava rock (with a porphyric and pilotaxitic texture, and with pseudomorphs after feldspar and mafic minerals); (iv) dacite–rhyolite tuff (with juvenile glass shards and pumice; crystals: pseudomorphs after plagioclase, and subordinate quartz, pseudomorphs after pyroxene and biotite); (v) rhyolite tuff (juvenile pumice and glass shard; crystals: pseudomorphs after feldspar, quartz, and pseudomorphs after a pyroxene, biotite, accessory; lithic fragments: andesite, acidic lava rock, siltstone/sandstone, siltstone and chert); (vi) acidic lava rock (consisting of coarse-grained, dark-coloured, spherulitic and fine-grained, light-coloured, alternating bands). The dolomite clasts have a fabric destructive texture (finely-, medium-, and coarsely crystalline).

The lava rock and tuff clasts of the “Upper Eocene conglomerate” are derived from a calc-alkaline intermediate–acidic volcanism. In order to determine the potential source areas of the conglomerate further comparative studies are needed. However, preliminary studies carried out by the authors of this study suggest that the Triassic andesite (which penetrates the Budaörs–1 well is petrographically similar to the andesite clasts found in the “Upper Eocene basal conglomerate”. Consequently, it appears that the investigated Eocene clastic deposits were probably formed via the reworking of previously deposited sediments containing clasts of Triassic volcanites. The tectonically altered pyroclastite (foliated cataclastite) occurs at the basalmost part of the Eocene succession; in a few sections its origins are probably associated with a simultaneous Late Eocene pyroclastic fall.

Keywords: Buda Hills, Late Eocene conglomerate, andesite, tuff, dolomite, pyroclastite, petrography, deposition

Összefoglalás

A Budai-hegységben változó mértékben lepusztult triász karbonátos kőzetekre települő eocén összlet többnyire piroklasztit- és tufitrétegekkel indul, amire változatos anyagú és méretű törmelékzemcsékből álló konglomerátum és alárendelten homokkő települ. A klasztok anyaga uralkodóan dolomit, de helyenként jelentős mennyiségben van jelen lávakőzet- és tufakavics is, és alárendelten kovakőzet, homokkő és tufit anyagú kavicsok is előfordulnak. A cikk célja elsősorban a lávakőzet- és/vagy a tufakavicsokat tartalmazó eocén bázisképződmények, és a klasztok petrográfiai vizsgálatából nyert ismeretek bemutatása.

A láva- és a tufakőzetekből álló klasztok mindegyike erősen átalakult, de a szöveti vizsgálatokból több-kevesebb pontossággal lehetett az eredeti kőzetre következtetni. Fénymikroszkópos vizsgálattal andezit, amafitos andezit, neut-

rális lávakőzet, dácit–riolittufa, riolit–üvegtufa és savanyú lávakőzet anyagú klaszttípusokat lehetett felismerni. A dolomitklasztok finom-, közepes- és durvakristályosak, üledékes szövetük ritkán és csupán szellemképek formájában őrződött meg.

A „felső-eocén báziskonglomerátumban” a dolomitkavicsok mellett található nagy mennyiségű, vulkáni eredetű törmelékanyag viszonylag változatos összetételű, mészkálii neutrális–savanyú vulkanizmus során létrejött összetételből származtatható. Tekintettel arra, hogy a legdurvább és legkevésbé koptatott vulkáni eredetű törmelék Budaörsön ismert, továbbá a lávakőzet és a tufatörmelék mérete ÉÉK felé csökken, és koptatottsága nő, a forrásterület a Budai-hegység déli részén feltételezhető. Ezt a feltételezést erősíti, hogy a Budaörs–1-es fúrás triász rétegsorában feltárt andezit petrográfiaailag nagymértékben hasonló az általunk leírt magmás kőzetanyag fő típusához. A feltehetően triász korú vulkanit az eocén tengerelöntést megelőző szárazulati szakaszban erodálódhatott és szállíthatott a forrásterülettől viszonylag jelentős távolságra, feltehetően késő-eocén korú piroklaszttal és a lepusztulásból származó egyéb törmelékanyaggal keveredve. A felső-eocén összetétel bázisán több helyen előforduló, tektonikusan átalakult piroklasztit (foliált kataklázit) egyidejű vulkanizmushoz köthető.

Tárgyszavak: Budai-hegység, felső-eocén báziskonglomerátum, andezit, tufa, dolomit, kataklázit, petrográfia, lepusztulás, abrázió

Bevezetés

A Budai-hegység eocén összetételének aljzatát triász karbonátkőzetek alkotják (1. ábra). A legidősebb felszínre bukkanó képződmény a Budaörsi Dolomit Formáció (BALOGH 1981). A felső-triász kőzeteket a János-hegyi-fáciesövben (WEIN 1977) sekélytengeri dolomitok és mészkövek alkot-



1. ábra. A vizsgált terület fedett földtani térképe a feltárások feltüntetésével (BUDAI & GYALOG 2010 nyomán)

T1 - Csövári Mészko - Mátyáshegyi Formáció, T2 - Dachsteini Mészko, T5 - Földolomit, T15 - Budaörsi Dolomit, E1 - Budai Marga, E2 - Szépvölgyi Mészko, E11 - Gánti Bauxit, O12 - Törökbálinti Homokkő, O14 - Kiscelli Agyag, O15 - Hárshegyi Homokkő, O17 - Tardi Agyag, M2 - Nagyvázsónyi-Kapolcsi Mészko, M4 - Somló Formáció, M5 - Száki-Csákvári Agyagmarga, Q - Negyedidőszaki képződmények

Figure 1. Geology map of the study area (after BUDAI & GYALOG 2010)

T1 - Csövár Limestone - Mátyáshegy Formation, T2 - Dachstein Limestone, T5 - Hauptdolomit, T15 - Budaörs Dolomite, E1 - Buda Marl, E2 - Szépvölgy Limestone, E11 - Gánt Bauxite, O12 - Törökbálint Sandstone, O14 - Kiscell Clay, O15 - Hárshegy Sandstone, O17 - Tard Clay, M2 - Nagyvázsónyi-Kapolcs Limestone, M4 - Somló Formation, M5 - Száki-Csákvár Formation, Q - Quaternary formations

ják (WEIN 1977, HAAS 1993, HAAS et al. 2000). Az Irhás-árok–sashegyi-fáciesöv (WEIN 1977) és a Hármashatár-hegyi-fáciesöv (WEIN 1977) jellemző kőzete a — viszonylag mély és meglehetősen elzárt medencében képződött — tűzköves dolomit és mészkő (KOZUR & MOCK 1991, HAAS et al. 2000).

Az eocén összetétel változó mértékben lepusztult triász karbonátos kőzetekre települ (2. ábra), melynek karsztos mélyedéseiben helyenként bauxitos agyag található (VIGH & HORUSITZKY 1940, GERINCZY 2009). MAGYARI (1996) a felső-eocén bázisképződmények két típusát különítette el. Az egyik esetében a bázisképződmények a triász fekü kőzettel azonos anyagú klasztokat tartalmaznak (dolomit, alárendelten kovakőzet), míg a másik típusnál ezek mellett lávakőzet és tufa anyagú kavicsok is jelentős mennyiségben vannak jelen.

Cikkünk célja az utóbbi típusba tartozó képződmények felszíni feltárásainak bemutatása és az ezekben található törmelékiszemcsék részletes petrográfiai jellemzése, valamint a vizsgálatok alapján a törmelékes kőzetek képződési körülményeinek felvázolása. A korábbi irodalmi adatok a bázisképződmények kőzettani jellegeiről, és a törmelékes kőzetekben jelen lévő klaszto anyagáról csak ritkán, és legtöbb esetben csak makroszkópos megfigyelések alapján tesznek említést (SZABÓ 1858; HOFMANN 1871, 1879, HORUSITZKY & VIGH 1933; RADNÓTI 1945; WEIN 1977; HORVÁTH & TARI 1984, 1987). Mikroszkópos vizsgálatokat csupán HORUSITZKY & VIGH (1933) és HORVÁTH & TARI (1984, 1987) végzett, és részletesebb anyagvizsgálati eredményeket később sem publikáltak.

A „felső-eocén báziskonglomerátum” lávakőzet- és tufaklasztokat tartalmazó feltárásainak felszíni elterjedése

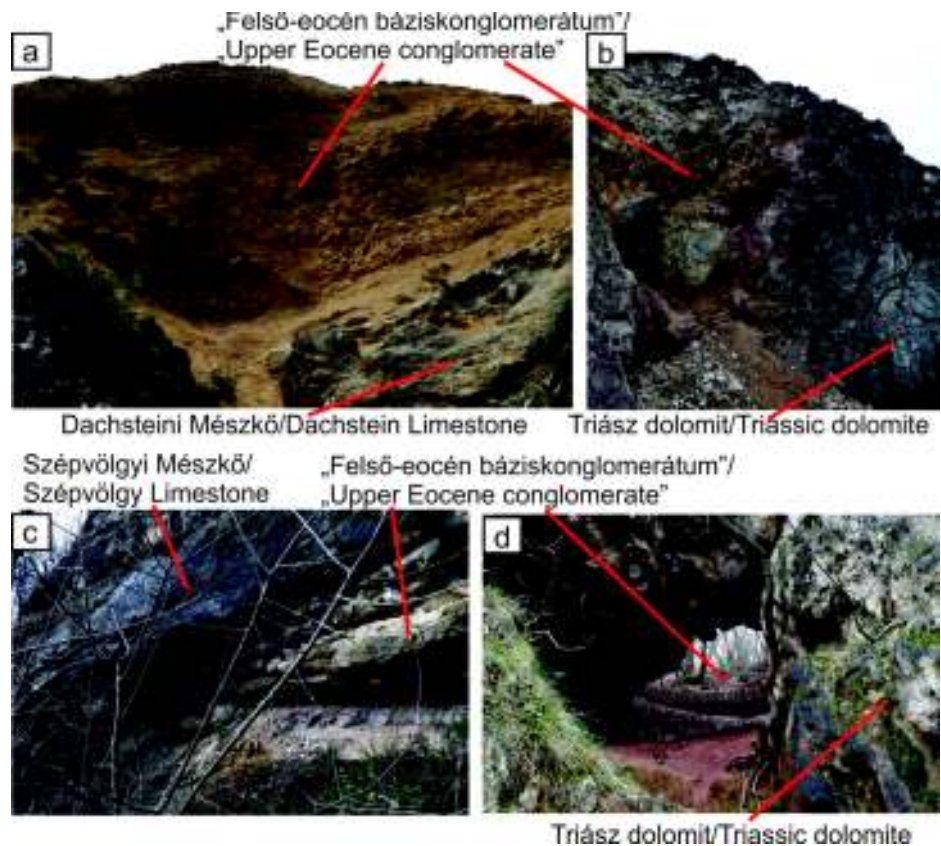
A „felső-eocén báziskonglomerátum” triász karbonátos kőzetek, esetenként bizonytalan korú bauxitos képződmények és a Szépvölgyi Mészko között települő képződményeket foglalja magában (2. ábra). A szakirodalomban említett lávakőzet- és tufaklasztokat tartalmazó „felső-eocén báziskonglomerátum” feltárások közül a képződ-

mény jelenleg az alábbi helyeken tanulmányozható: budaörsi Kő-hegy, Kálvária-domb (HOFMANN 1871; WEIN 1977; HORVÁTH & TARI 1984, 1987, MAGYARI 1996), János-hegy (WEIN 1977, MAGYARI 1996), Hunyad-orom (HOFMANN 1871, RADNÓTI 1945), Tündérszikla (HOFMANN 1879, RADNÓTI 1945, MAGYARI 1996), Ferenchalom ÉNy-i kőfejtő (HORUSITZKY & VIGH 1933), Budakeszi ORI (KÓSA et al. 2003, GERINCZY 2009), Apáthy-szikla–Kőkapu (MAGYARI 1996, GERINCZY 2009), Látó-hegy (HOFMANN 1871), Fenyőgyöngye-kőfejtő (MAGYARI 1996), Róka-hegyi kőfejtő (HORVÁTH & TARI 1984, 1987). A fentiekben túl a képződményt — PELIKÁN szóbeli közlése alapján — a budaörsi Út-hegyen is megtaláltuk. Felkutattuk feltárásait a János-hegyen a Gyermekvasút bevágása mellett lévő turistaúton és a Virágvölgyben, továbbá Budaörs felé haladva, a Meredek-csúcs északi lejtőjén, valamint a régi makkosmáriai turistaháztól északra és délre a turistaút bevágásában és a hegyoldalban (1. ábra). A feltárások GPS koordinátáit az 1. táblázat tartalmazza.

I. táblázat. A vizsgált „felső-eocén baziskonglomerátum” feltárások GPS koordinátái

Table 1. The GPS coordinates of formation of the “Upper Eocene conglomerate”

Feltárás	Szélességi fok	Hosszúsági fok
Kő-hegy	47° 27' 51.65"	18° 57' 18.46"
Kálvária-domb	47° 27' 46.32"	18° 57' 4.80"
Út-hegy	47° 27' 52.93"	18° 56' 1.90"
Makkosmária törmelék	47° 30' 2.09"	18° 56' 42.98"
Makkosmária árok	47° 30' 10.17"	18° 56' 40.41"
Meredek-csúcs	47° 30' 16.47"	18° 56' 51.21"
Virágvölgy	47° 30' 23.47"	18° 56' 44.45"
János-hegy	47° 30' 42.77"	18° 57' 6.17"
Tündér-szikla	47° 30' 56.11"	18° 58' 10.3"
Hunyad-orom	47° 30' 58.56"	18° 58' 44.22"
Ferenchalom	47° 31' 30.46"	18° 58' 4.88"
Budakeszi ORI	47° 31' 21.89"	18° 55' 53.83"
Apáthy-szikla–Kőkapu	47° 32' 0.61"	18° 59' 12.5"
Látó-hegy	47° 32' 17.6"	19° 00' 06.5"
Fenyőgyöngye-kőfejtő	47° 32' 26.38"	19° 00' 30.9"
Róka-hegyi kőfejtő	47° 35' 28.22"	19° 02' 5.40"



2. ábra. A „felső-eocén baziskonglomerátum” települési viszonyai. a, a Róka-hegyi kőfejtőben; b, az Út-hegyen; c, a Fenyőgyöngye-kőfejtőben; d, az Apáthy-szikla–Kőkapu feltárásában

Figure 2. The stratigraphic position of Upper Eocene conglomerate. a, Róka Hill quarry; b, Út Hill; c, Fenyőgyöngye quarry; d, Apáthy Rock–Stone gate

Mintagyűjtés, vizsgálati módszerek

A képződmények minél alaposabb dokumentálása érdekében a lávaközet- és tufaklasztokat tartalmazó „felső-eocén baziskonglomerátum” 15 feltárásának minden kőzet-típusából mintát gyűjtöttünk. A Budakeszi ORI területe már beépült, de MINDSZENTY Andrea kőzetmintákat és csiszolatokat bocsátott rendelkezésünkre, amelyeket GERINCZY (2009) gyűjtött és készített. Összesen 142 csiszolatot készítettünk, és minden lávaközet és tufa anyagú kavicsból egy-egy mintát elektronmikroszkóppal is megvizsgáltunk. A Budaörs–1 fúrás petrográfiai leírását a Magyar Bányászati és Földtani Hivatal magminta gyűjteményében tárolt fúrómagoknak a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet munkatársai közreműködésével végzett mintázása tette lehetővé. A vékonycsiszolatokat az ELTE Általános és Alkalmazott Földtani Tanszékének laboratóriumában készítettünk. A vizsgálatokat Olympus BH2 típusú polarizációs mikroszkóppal végeztük. Az elektronmikroszkópos méréseket az ELTE Kőzetan-Geokémiai Tanszékének AMRAY 1830 típusú, EDAX PV 9800 energiadisziperzív spektrométerrel felszerelt pásztázó elektronmikroszkópjával végeztünk.

A vulkanoklasztitok meghatározásához MCPHIE et al. (1993) és CHOUGH & SOHN (1990) rendszerét használtuk. A lávaközetek elnevezése STRECKEISEN (1978) alapján történt. A törmelékes üledékes kőzetek leírásához PETTJOHN (1957)

II. táblázat. A „felső-eocén báziskonglomerátum” törmelékes üledékes kőzeteinek petrográfiai jellemzői
 Table II. Petrographic features of the siliciclastic sedimentary rocks of the “Upper Eocene conglomerate”

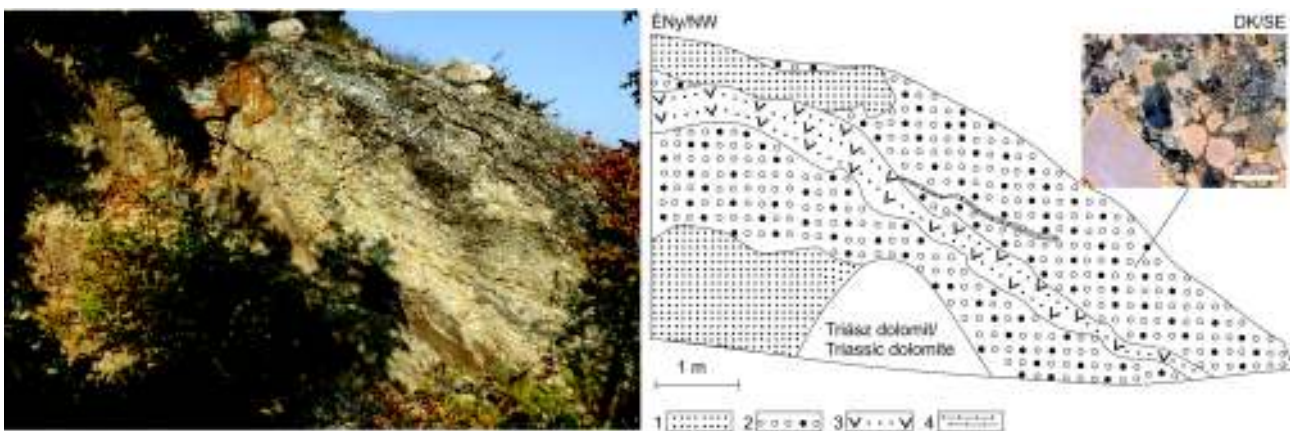
Kőzettípus	Jellemzők	Kőzettörmelék										Krisztálytörmelék	Alapanyag	Kőőanyag	Előfordulás		
		Andzsit	Amfibolites andezit	Neutrális lávákőzet	Dácit trilitula	Riolit-vegytufa	Savanyú lávákőzet	Dolomit	Mikrokristályos kvarcból álló kővákőzet	Kalcedonból álló kővákőzet	Üledékes kővákőzet					Kvarcmonokk / kvarcfeurölt	Tuftit
Oligomikt konglomerátum	Gyengén vagy közepesen osztályozott, szemesevázú	x	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Kő-hegy, Kálvária-domb, János-hegy, Tünder-szikla, Fenyőöngyve-kőlejtő
	Gyengén vagy közepesen osztályozott, mátrivázú	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Út-hegy, János-hegy, Hunyad-órom, Apathy-szikla-Kőkapu, Látó-hegy
Tufás oligomikt konglomerátum és homokkő	Gyengén vagy közepesen osztályozott, mátrivázú (kivéve Kő-hegy hkő)	x	x	-	x	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Kő-hegy (hkő), Hunyad-órom (kongl), Budakeszi ORI (kongl)
Tufás polimikt konglomerátum és homokkő	Gyengén vagy közepesen osztályozott, mátrivázú	x	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Róka-hegy-kőlejtő
Polimikt homokkő	Közepesen osztályozott, mátrivázú	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Apathy-szikla-Kőkapu
Monomikt (kavicsstartalmú) homokkő	Általában jól, a kavicsstartalmú hkő közepesen osztályozott, szemesevázú	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Kő-hegy, Fenyőöngyve-kőlejtő
Monomikt kavicsos homokkő	Gyengén osztályozott, szemesevázú	-	-	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Ferenchalom ÉNy-i kőlejtő, Fenyőöngyve-kőlejtő
Tuftit	Gyengén, vagy közepesen osztályozott, mátrivázú; vulkáni eredetű alapanyag 35-75%	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Fenyőöngyve-kőlejtő, Kálvária-domb, Róka-hegy-kőlejtő, Tünder-szikla

rendszerét alkalmaztuk. A karbonátközetek polarizációs mikroszkóppal történő leírásához TUCKER & WRIGHT (1990) beosztását vettük alapul. A dolomitok szöveti jellegét SIBLEY & GREGG (1987) és MACHEL (2004) közzétett rendszere szerint határoztuk meg. A karbonátok megfestésére azért került sor, hogy a dolomit és a mészkő egymástól biztosan elkülöníthető legyen. A festés során a fedetlen vékonycsiszolatot először étetű oldatba (híg sósav), majd a kálium-ferricianid és az alizarin-vörös oldatába merítettük (DICKSON 1966). A festést követően a keletkezett színek értelmezésében SCHOLLE & ULMER-SCHOLLE (2003) kiadványa segített. A leírásban a dolomit (változatlan színű) és a vastartalmú dolomit (türkizkék) kifejezést használjuk. A kataklázit jellemzése a TAKAGI & KOBAYASHI (1996) által kidolgozott rendszer alapján történt.

A lávakőzet- és tufaklasztokat tartalmazó „felső-eocén báziskonglomerátum” feltárások közzétípusai és azok petrográfiai jellegei

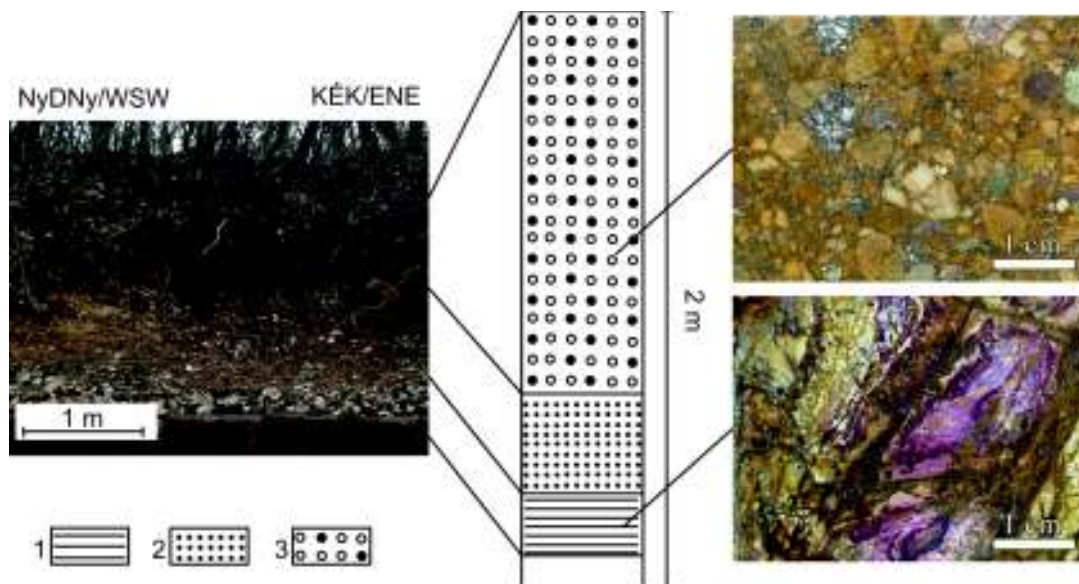
A „felső-eocén báziskonglomerátum” rétegsora az egyes vizsgált szelvényekben különböző. A szelvények bázisán a törmelékes üledékes kőzetek alatt kataklázist szenvedett piroklasztit, más helyeken tufit találhatók. A törmelékes üledékes kőzetek petrográfiai jellemzőit és előfordulásait a *II. táblázat* foglalja össze.

A legváltozatosabb közzétípusokat tartalmazó szelvényeket a 3., 4. és 5. ábrán ismertetjük. A Kő-hegy esetében az oligomikt konglomerátum tufás homokkő-, homokkő- és aleurolit-közbetelepülést tartalmaz (3. ábra). Az Apáthy-szikla-Kőkapu szelvényében a rétegsor piroklasztit



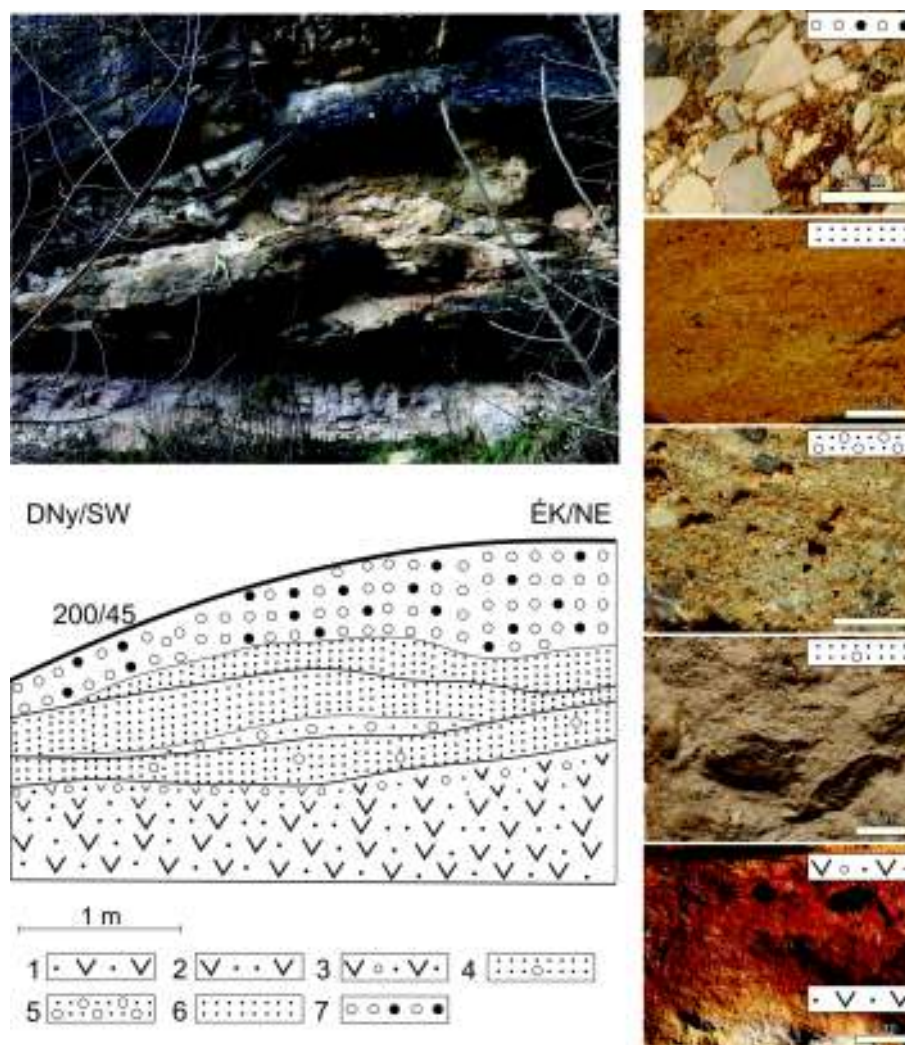
3. ábra. A Kő-hegy „felső-eocén báziskonglomerátum” rétegsora
1 - Homokkő; 2 - Oligomikt konglomerátum; 3 - Tufás homokkő; 4 - Aleurolit

Figure 3. The succession of the “Upper Eocene conglomerate” of the Kő Hill
1 - Sandstone; 2 - Oligomict conglomerate; 3 - Tuffaceous sandstone; 4 - Siltstone



4. ábra. Az Apáthy-szikla-Kőkapu „felső-eocén báziskonglomerátum” rétegsora
1 - Foliált kataklázit; 2 - Homokkő; 3 - Oligomikt konglomerátum

Figure 4. The succession of the “Upper Eocene conglomerate” of the Apáthy Rock - Stone gate
1 - Cataclasite; 2 - Sandstone; 3 - Oligomict conglomerate



5. ábra. A Fenyőgyöngye-kőfejtő „felső-eocén” rétegsora

1 - Tufit kb. 60-70% vulkáni anyaggal; 2 - Tufit kb. 30-40% vulkáni anyaggal; 3 - Kavicsstartalmú tufit kb. 30-40% vulkáni anyaggal; 4 - Kavicsstartalmú homokkő; 5 - Kavicsos homokkő; 6 - Homokkő; 7 - Oligomikt konglomerátum

Figure 5. The succession of the “Upper Eocene” of the Fenyőgyöngye quarry

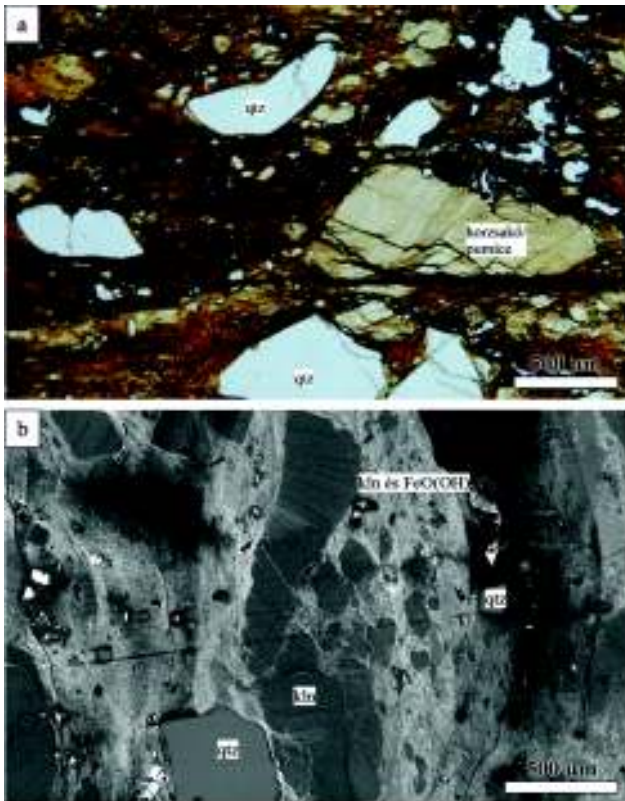
1 - Tuffite with about 60-70% volcanic material; 2 - Tuffite with about 30-40% volcanic material; 3 - Gravel-bearing tuffite with about 30-40% volcanic material; 4 - Gravel-bearing sandstone; 5 - Pebbly sandstone; 6 - Sandstone; 7 - Oligomict conglomerate

eredetű foliált kataklázit szakasszal indul, ami felett polimikt homokkő, majd oligomikt konglomerátum jelenik meg (4. ábra). A Fenyőgyöngye-kőfejtőben a rétegsor tufitréteggel kezdődik. Ezt egy monomikt homokkőből álló réteg követi, melynek alsó része kavicsstartalmú. A homokkőben lencseszerűen monomikt kavicsos homokkő települ. Felfelé haladva a homokkő kavicsmentes. A rétegsor legfelső részén oligomikt konglomerátum található (5. ábra). A Tündér-szikla feltárásában az oligomikt konglomerátum bázisán jelenik meg piroklasztit eredetű foliált kataklázit és tufit. A Kálvária-domb és a Róka-hegyi kőfejtő szelvényében tufitrétegre települ az előbbinél oligomikt konglomerátum, utóbbinál tufás polimikt konglomerátum és homokkő. Ferencalom ÉNy-i kőfejtőjében a többi feltárástól eltérően az eocén összetétel bázisán monomikt kavicsos homokkő található. A többi lelőhely szelvényében csak oligomikt konglomerátum és/vagy tufás oligomikt konglomerátum rétegei figyelhetők meg, melyek a tufás polimikt konglomerátum-

mal együtt összességében a „felső-eocén báziskonglomerátum” kőzeteinek mintegy 85%-át teszik ki. A monomikt, oligomikt és polimikt homokkövek mennyisége összesen kb. 7-8%-ot képvisel, hasonlóan a tufitához, melynek mennyisége szintén kb. 7-8%.

Az Apáthy-szikla-Kőkapu és a Tündér-szikla szelvényében a triász dolomit és a fölé települt, eocén rétegsor határán nyírással létrejött foliált kataklázit figyelhető meg (6. ábra, a). A kataklázitban a többnyire szögletes ásvány- és közettöredékek között kvarc, földpát, biotit, horzsakő és kovakőzet fordul elő. Gyakoriak a kettétört kristályok (kvarc). Az alapanyag mennyisége kb. 70%. A kőzet finom szemcseméretű foliációval jellemezhető (6. ábra, a).

A kataklázit kiindulási kőzete a petrográfiai jellemzők alapján piroklasztit volt, mely juvenilis elegyrészeket, kristályokat és litikus elegyrészeket tartalmaz. A juvenilis elegyrészek mennyisége megközelítőleg 70%, kb. 70%-ban mikrokristályos anyagból, 30%-ban horzsakőből áll. A hor-



6. ábra. A kataklázit petrográfiai jellemzői (Apáthy-szikla - Kókapu)
Rövidítések: qtz=kvarc, kln=kaolinit

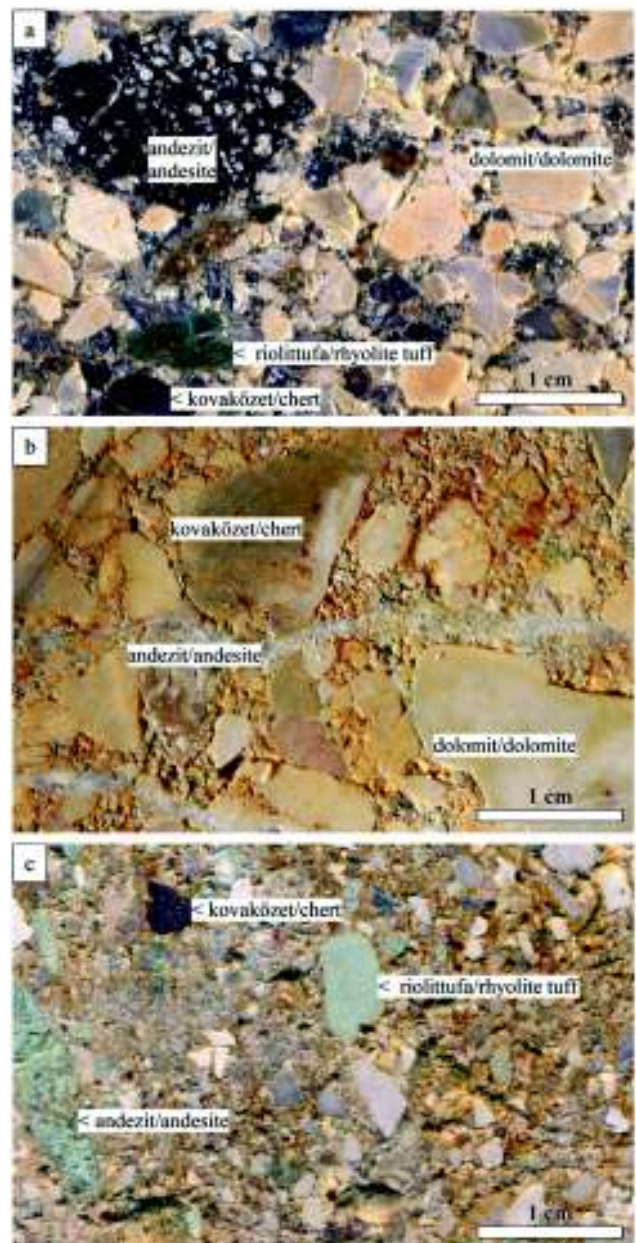
Figure 6. Petrographic features of cataclasite (Apáthy Rock - Stone gate)
Abbreviation: qtz=quartz, kln=kaolinite

zsakó nyúlt, hosszúkás. Egy nikollal vizsgálva hajszálcsöves szerkezetet mutat. Ugyanakkor a vonalak sokszor nem hosszanti irányban futnak le, hanem keresztbe (6. ábra, a), mely mentén a horzsakő gyakran szétesik. A horzsakő mérete maximum 3 mm, kaolinit tölti ki (6. ábra, b). A kőzet alapanyaga mikrokristályos, limonitból és kaolinitből áll (6. ábra, a, b), sok, maximum 0,03 mm-es kvarccal és biotittal, valamint opak elegyrésszel. A kristályok mennyisége megközelítőleg 30%. A kristályok kb. 80–85%-át kvarc, kevesebb, mint 1%-át földpát utáni átalak, kb. 15–20%-át biotit teszi ki, valamint kevés ilmenit is előfordul. A kvarc hipidiomorf, néhol idiomorf, szögletes, sarkos (6. ábra, a). A kőzetben egyenletesen oszlik el. Mérete maximum 2,5 mm. Egyszerre kioltó. A kőzetben a földpát utáni átalakok gyakorta összetéveszthetők a horzsakővel. Az egyetlen bélyeg, mely egykori földpátra utal, a néhány helyen látható hosszanti irányú hasadási nyomvonal. A földpát utáni átalakoknak ritkán van jól felismerhető táblás metszetük. Méretük maximum 1,5 mm. Az összes földpát utáni átalakot kaolinit tölti ki. Színes elegyrészként biotit jelenik meg. Barna és sötétbarna színű, pleokroizmusra jól látható, mérete maximum 1 mm. Hullámos kioltású. Limonitá és kloritá alakulása megfigyelhető, de utóbbi alárendelt. A kőzetben igen kis mennyiségben előfordul gránát. Világosbarna színű, alakja szabálytalan, néhol kerekded. Mérete maximum 0,1 mm. A kőzetben gyakori az ilmenit. Hipidiomorf, mérete maximum 0,2 mm. Elektronmikroszkóppal monacit határozható meg. A litikus elegyrészek mennyisége 1% alatti. A

közétszemcsék mérete maximum 1 mm, mindegyike több-kevesbé kerekített finomkristályos kovakőzet.

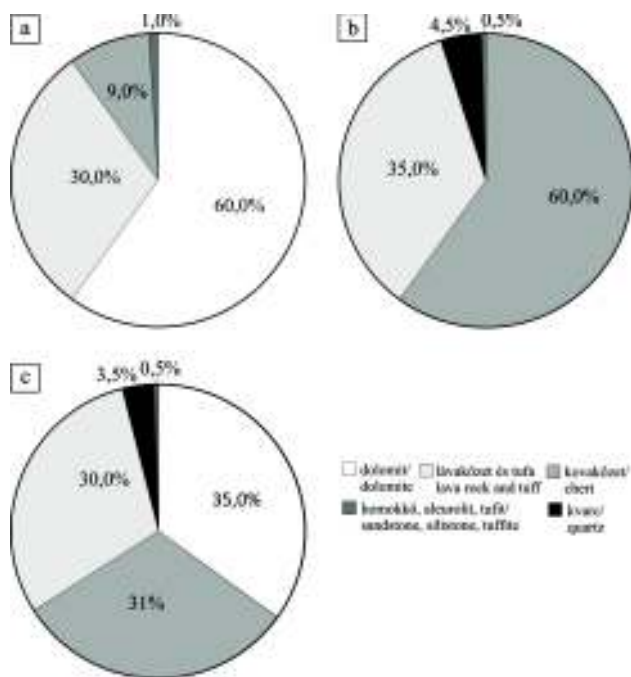
A kataklázit kiindulási kőzete ásványos összetétele alapján riolit összetételű piroklasztitnak határozható. A piroklasztitot felépítő elegyrészek eredeti mérete a nyírás miatti aprózódás következtében nem határozható meg biztonsággal. Riolitos összetételre utal, hogy a kristályok uralkodó részét kvarc alkotja, mely mellett földpát utáni átalak és biotit található, plagioklászra utaló bélyeg nem figyelhető meg.

A törmelékes üledékes kőzetekben (konglomerátum, homokkő, tufit) található törmelék szemcsék öt típusra sorolhatók: dolomit, lávakőzet és tufa, kovakőzet, homokkő és aleurolit, tufit (7. ábra). A klaszterek mennyiségi arányait a



7. ábra. A „felső-eocén báziskonglomerátum” makroszkópos fotói. a, Kő-hegy; b, János-hegy; c, Róka-hegyi kőfejtő

Figure 7. Macroscopic photos of the “Upper Eocene conglomerate”. a, Kő Hill; b, János Hill; c, Róka Hill quarry

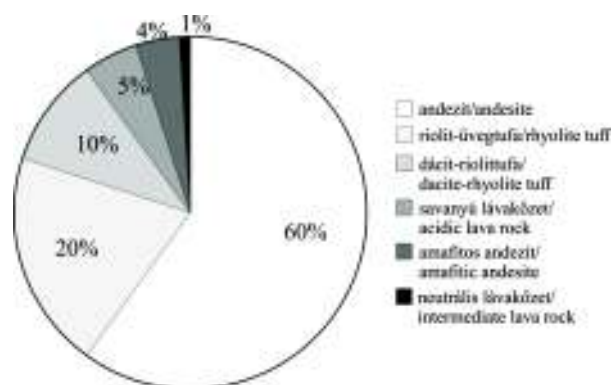


8. ábra. A „felső-eocén báziskonglomerátum” törmelékes üledékes kőzeteiben lévő klasztípusok területszázalékos megoszlása a., oligomikt konglomerátumban; b., tufás oligomikt konglomerátumban; c., tufás polimikt konglomerátumban/homokkőben

Figure 8. Percentage distribution area of the clasts types in the siliciclastic sedimentary rocks of the “Upper Eocene conglomerate” a., in the oligomict conglomerate; b., in the tuffaceous oligomict conglomerate; c., in the tuffaceous polymict conglomerate/sandstone

8. ábra mutatja. Az oligomikt konglomerátumban a dolomit klasztok mennyisége igen jelentős, ellenben a tufás konglomerátum/homokkőben csak a polimikt változatban fordulnak elő, míg a tufitban egyáltalán nem jelennek meg (II. táblázat, 8. ábra). A lávakőzet-, tufa-, és kovaklasztok mennyisége jelentős, sőt a kovakőzetek a tufás oligomikt konglomerátumban és homokkőben uralkodó mennyiségűek. Azonban homokkő-, aleurolit- és tufitkavics minden kőzettípusban csak igen kis mennyiségben jelenik meg (8. ábra). Tufitban, valamint tufás konglomerátumban és homokkőben nagy mennyiségben van jelen kvarc (II. táblázat, 8. ábra). A mikroszkópi vizsgálatok eredményeit is figyelembe véve, a lávakőzetek között andezit, amafitos andezit, neutrális lávakőzet és savanyú lávakőzet, míg a tufák között dácit–riolittufa és riolit–üvegtufa különíthető el. Legnagyobb mennyiségben az andezit található, ezt követi a riolit–üvegtufa, majd a dácit–riolittufa és a savanyú lávakőzet. A többi típus

mennyisége elenyésző (9. ábra). A kovakőzetklasztoknak is további három típusa különböztethető meg. Legnagyobb mennyiségben, kb. 80%-ban mikrokristályos kovakőzet észlelhető, kb. 18%-ban fordulnak elő kalcedonból álló kovakőzetek. Legkisebb mennyiségben, kb. 2%-ban a karbonátos kőzetek diagenetikus átalakulása során keletkezett kovakőzetek vannak (üledékes–diagenetikus kovakőzet). A törmelékes kőzetek között két típus különíthető el: kvarchomokkő és muszkovitos kvarchomokkő/kvarcaleurolit. Az egyes klasztípusok maximális méretére, koptatottságára és makroszkópos jellemzőire vonatkozó információkat a III. táblázat tartalmazza. A legnagyobb mennyiségben jelen lévő andezitek a legnagyobb méretű és legkevésbé koptatott magmás klasztok is egyben. Különösen ezen típusnál figyelhető meg egy ÉÉK felé történő szemcseméret-csökkenés. A budaörsi feltárásoknál a klasztok mérete



9. ábra. A „felső-eocén báziskonglomerátum” törmelékes üledékes kőzeteiben lévő lávakőzet- és tufaklasztípusok területszázalékos megoszlása

Figure 9. Percentage distribution area of the lava rock and tuff clasts types in the siliciclastic sedimentary rocks of the “Upper Eocene conglomerate”

III. táblázat. A „felső-eocén báziskonglomerátum” törmelékes üledékes kőzeteiben lévő klasztok makroszkópos jellemzői

Table III. Macroscopic features of clasts in siliciclastic sedimentary rock of the „Upper Eocene conglomerate”

Klaszt	Maximális méret	Koptatottság	Makroszkópos jellemzők	
Vulkanit, tufa	Andezit	20 cm	kissé szögletes	Fekete vagy zöld vagy vörös színű alanyagban sok, maximum 3 mm-es földpát látható.
	Amafitos andezit	3 cm	közepesen és jól koptatott	Sötétbarna színű alanyagban kevés, maximum 2 mm-es földpát látható.
	Neutrális lávakőzet	1 cm	jól koptatott	Világosbarna színű.
	Dácit-riolittufa	5 cm	közepesen koptatott	Szürke színű alanyagban maximum 2 mm-es zöld színű téglalap és szabálytalan alakú elegyrészek láthatóak.
	Riolit-üvegtufa	10 cm	közepesen és jól koptatott	Zöld és zöldesszürke színű kőzet, melyben maximum 4 mm-es közettörmelék vannak.
	Savanyú lávakőzet	5 cm	kissé szögletes	Barna és fehér színű rétegek váltakozásából áll.
Dolomit	20 cm	közepesen koptatott	Szürke, világosszürke és barnászürke színű. Sokszor kalcitból vagy dolomitból álló repedések tagolják.	
Kovakőzet	10 cm	szögletes	Fehér, néhol sötétszürke színű.	
Homokkő és aleurolit	5 cm	kissé szögletes	Fehér és szürke színű, kvarcból álló kőzet. Egyes helyeken zöld színű változatban látható.	
Tufit	3 cm	gyengén koptatott	Fehér, esetenként zöld színű kőzet, sok kvarccal.	

maximum 20 cm, míg az ettől a területtől ÉÉK-re eső Róka-hegyi kőfejtőben maximum 10 cm-esek. A koptatottság is ennek megfelelően változik, a Róka-hegyi kőfejtőben a kavicsok sokkal jobban koptatottak, mint a budaörsi területen.

A „felső-eocén báziskonglomerátum” törmelékeny üledékes kőzeteiben lévő klaszrok petrográfiai jellemzői

Lávakőzet- és tufaklaszrok

A láva- és a tufaklaszrok mindegyike erősen átalakult, de polarizációs mikroszkópos vizsgálat alapján, a szöveti jellemzők és az ásványos összetétel értelmezésével többkevesebb pontossággal lehetett az eredeti kőzetre következtetni.

Andezit

A vizsgált andezitkavics-mintákban a *porfíros elegyrész* mennyisége az alapanyaghoz képest megközelítőleg 30%, eredeti ásványos összetételét tekintve minimum 70%-ban plagioklászából, kb. 25–30%-ban (rombos) piroxénből, kevesebb, mint 1%-ban biotitból, ilmenitből és további akcesszóriákból áll. A plagioklász átalakok hipidiomorfok és idiomorfok, többnyire vékony léces vagy vaskos táblás alakú metszetekben jelennek meg, mely utóbbiak sokszor lépcsős végződésűek (10. ábra, a, b). Méretük maximum 3 mm. Gyakori az opak zárványok egykori zónásságot mutató elrendeződése. Az átalakokat leggyakrabban kaolinit tölti ki, melyben ritkán glaukonit, máshol kvarc különül el (10. ábra, c). Ritkábban az átalakok kitöltéseként kalcedon jelenik meg. Az Apáthy-szikla–Kőkapu és az ORI területéről származó minták esetében jellemző a karbonáttal, illetve mikrokristályos kvarccal kitöltött átalak. A plagioklász átalakokban gyakori az apatitzárvány. Az eredeti plagioklászra leginkább az alaki bélyegek és a zónásság átalakulási termékek általi kirajzolódása utal. A piroxén utáni átalakok idiomorfok, hipidiomorfok. Méretük maximum 2 mm, gyakran észlelhetők több kristályból álló halmazokban (10. ábra, a). Az átalakokat leggyakrabban glaukonit és kvarc elegye alkotja, melyben opak ásvány (döntően ilmenit, alárendelten magnetit) dúsul, ritkán barit figyelhető meg. Különösen az Apáthy-szikla–Kőkapu és az ORI területéről származó mintáknál látható, hogy az átalakok központi része kvarcból és glaukonitból áll, peremükön vastag, ilmenitből álló opacitos szegély jelentkezik (10. ábra, d, e). Az átalakok eredeti ásványa az alaki bélyegek alapján rombos piroxén lehetett. A biotit elkülönítése az opak elegyrésztől a mintákban nem lehetséges, mivel amennyiben van, a biotit erősen opacitosodott, az ilmenitnek pedig lehet a biotitéhoz hasonló metszete. Mindazonáltal nem kizárt, hogy a nagyobb méretű opak elegyrészek, vagy azoknak egy része egykor biotit lehetett. A vélhetően elsődleges opak elegyrész az ilmenit. Zömmel hipidiomorf, mérete maximum 0,2 mm. Sok esetben több kristály halmazba rendeződve helyezkedik el. Rutillá alakulása megfigyelhető.

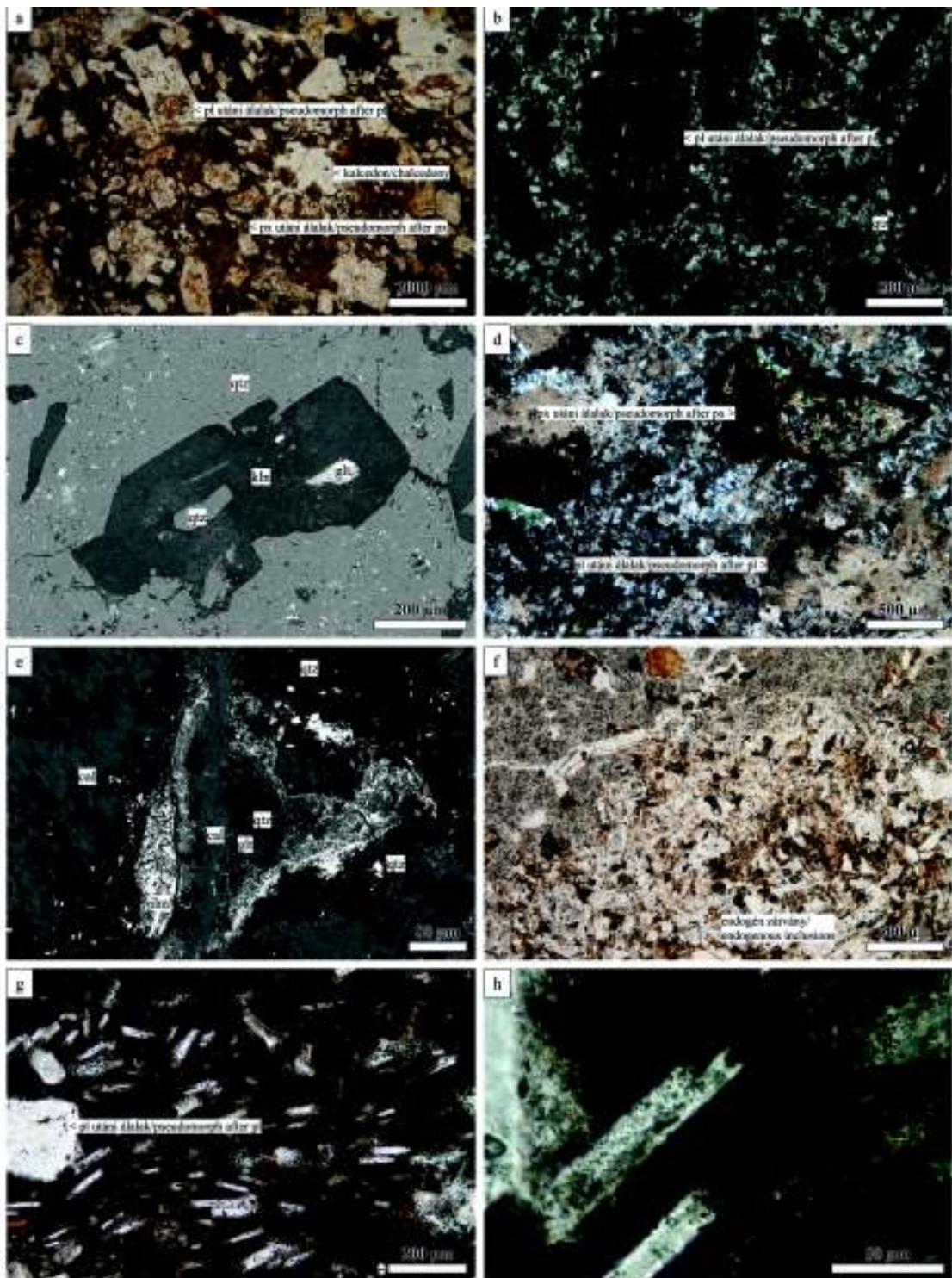
Akcesszóriaként ilmenit mellett apatit fordul elő. Idiomorf és hipidiomorf, harántmetszete általában szabályos hatszög, ritkán többé-kevésbé kerekded alakú. Mérete maximum 0,1 mm. Mindössze két mintában összesen két gránátszemcse fordult elő. Barna színű, hatszög alakú metszetének mérete 0,5 mm. A mintákban elektronmikroszkópos vizsgálattal a fentiekben túlmenően pirit, cirkon és monacit határozható meg.

Az alapanyagot kb. 90%-ban eredetileg vékony földpátlécek alkották, melyek között kőzetüveg helyezkedhetett el. Az egykori földpátlécek körvonala az opak elegyrészek elrendeződése utal. A lécek mérete maximum 0,03 mm. A porfíros elegyrészeket körülfoltyják, míg tőlük távolabb irányítatlan elrendeződésűek. Egyes minták alapanyagában gyakori a glaukonit. Az ORI területéről származó mintákban az alapanyag vörös színű ásványok halmazából áll. Keresztezett nikollal jól látható, hogy az alapanyag részben vagy teljesen utólag átkovácsodott, mozaikos kvarcból és benne elhelyezkedő opak elegyrészből áll (10. ábra, b). Ahol csak részben kovásodott át, ott az alapanyagban kvarc mellett kaolinit található. A Kő-hegyen és a Kálvária-dombon kevésbé jellemző, az Apáthy-szikla–Kőkapu és az ORI területéről származó mintákban azonban kifejezetten jól látható, hogy a mozaikos kvarcból álló alapanyag részlegesen vagy teljesen utólagosan karbonáttal itatódott át, mely karbonát helyettesíti a kovaanyagot, megőrizve ezzel a mozaikos szövetet (10. ábra, d). Az ORI mintákban gyakori a szabálytalan alakú, maximum 1 mm-es mandulakő.

Egy esetben jól látható, hogy a vulkanit egy 5 mm-es *endogén zárványt* tartalmaz (10. ábra, f). Az endogén zárvány határvonala nem teljesen éles, határát az ásványszemcsék határa jelöli ki. Szövete holokristályos, eredeti ásványos összetételét földpát és piroxén alkothatta. Üde ásvány nem észlelhető. A földpát és a piroxén utáni átalak egymástól teljes biztonsággal nem minden esetben különböztethető meg. Mind a földpát, mind a piroxén utáni átalakok hipidiomorfok, kissé torzultak, az alaki bélyegek nem minden esetben utalnak az eredeti ásványra. Méretük maximum 0,4 mm. A feltehetően földpát utáni átalakokat döntően kvarc tölti ki. A piroxén utáni átalakok glaukonitból és kvarcból állnak.

Az andezitben gyakoriak a maximum 0,8 mm-es, többé-kevésbé körkörös, tiszta, zárványmentes kalcedon szferolitok, melyek egymás mellett és egymásba ágyazódva helyezkednek el, peremük legtöbbször glaukonitos. Máskor az egész vulkanitot felszabdáló repedéseket töltenek ki, glaukonit ilyenkor is megjelenik mellettük. A vulkanitot gyakran kvarccal kitöltött repedések tagolják. A nagyobb erekben az ásványok maximális mérete 0,1 mm. A repedéskitöltő kvarc erősen deformált, hullámos kioltású. Néhol megfigyelhető, hogy az ér belsejében tús kalcedon, a falánál pedig igen finomkristályos kvarc található. Jellemzőek az igen vékony limonitos erek is.

A kőzet eredeti szöveti jellegei — porfíros, valószínűleg pilotaxitos, részben trachitos — és eredeti ásványos összetétele alapján *andezitnek* határozható. Az andezit minősítést az indokolja, hogy a kőzetekben nincs porfíros kvarc. A



10. ábra. Andezitklasztok petrográfiai jellemzői

a, Andezit plagioklász és piroxén utáni átalakokkal (1N, Fenyőgyöngye-kőfejtő); b, Andezit plagioklász utáni átalakokkal (2N, Út-hegy); c, Plagioklász átalak kitöltése (BSE kép, Út-hegy); d, Mozaikos kvarcból álló alapanyag karbonátos átitatódása, piroxén átalak opacitos szegéllyel (2N, Apáthy-szikla-Kőkapu); e, Piroxén utáni átalak opacitos szegéllyel (BSE kép, Apáthy-szikla-Kőkapu); f, Endogén zárvány andezitben (1N, Kálvária-domb); g, Amafitos andezit szöveti képe (1N, Tündér-szikla); h, Amafitos andezitben lévő vázkristályos földpát utáni átalak (1N, Tündér-szikla). Rövidítések: pl=plagioklász, px=piroxén, qtz=kvarc, kln=kaolinit, glt=glaukonit, cal=kalcit, ilm=ilmenit

Figure 10. Petrographic features of andesite clasts

a, Andesite with pseudomorphs after plagioclase and pyroxene (1N, Fenyőgyöngye quarry); b, Andesite with pseudomorphs after plagioclase (2N, Út Hill); c, The filling of pseudomorphs after plagioclase (BSE image; Út Hill); d, The groundmass consists of mosaic quartz and this was infiltrated by carbonate. There are pseudomorphs after pyroxene with opacite rim (2N, Apáthy Rock-Stone gate); e, The pseudomorphs after pyroxene is filled by glauconite and quartz. There is opacite rim (BSE image, Apáthy Rock-Stone gate); f, Endogenous inclusion in andesite (1N, Kálvária Hill); g, The texture of amafitic andesite (1N, Tündér Rock); h, Amafitic andesite with frame crystalline pseudomorphs after feldspar (1N, Tündér Rock); Abbreviation: pl=plagioclase, px=pyroxene, qtz=quartz, kln=kaolinite, glt=glauconite, cal=calcite, ilm=ilmenite

porfíros elegyrészek között plagioklász és piroxén utáni átalak ismerhető fel, elsődleges szanidin nem figyelhető meg. A biotit mennyisége — amennyiben van — elenyésző. A kőzetüveg mennyisége kevesebb, mint 10%.

Amafitos andezit

A vizsgált mintákban a *porfíros elegyrész* mennyisége kb. 10–15%. Eredeti ásványos összetételét tekintve uralkodóan plagioklászából, kevesebb, mint 1%-ban színes elegyrészből állt. A plagioklász utáni átalakok alapvetően kétfélék. Az egyik változat irányítatlanul helyezkedik el, hipidiomorf, vasos táblás metszetben jelenik meg, maximum 0,4 mm-es (10. ábra, g). A másik változat irányítottan helyezkedik el, hipidiomorf és idiomorf, vékonyléces, vázkristályos, maximum 0,15 mm-es (10. ábra, h). A második fajta plagioklász átalak a gyakoribb, az átalakok 98%-a ilyen. Az átalakokat minden esetben kaolinit tölti ki. Bennük néhol cirkon észlelhető. A plagioklászra az alaki bélyegek utalnak. A színes elegyrész utáni átalakok irányítottan helyezkednek el, hipidiomorfok, maximum 0,1 mm-esek. Ezeket az átalakokat glaukonit és agyagásvány tölti ki. Az eredeti színes elegyrész alakja alapján valószínűleg piroxén lehetett, de biztos meghatározása nem lehetséges. Az ilmenit hipidiomorf, maximum 0,05 mm-es. Ezen kívül idiomorf és hipidiomorf apatit észlelhető. Elektronmikroszkóppal akcesszóriaként még barit, kvarc és pirit határozható meg.

Az *alacsonyagot* kb. 90%-ban eredetileg irányítottan elhelyezkedő vékony földpátlécek alkották, melyek körvonala az opak elegyrészek elrendeződése utal (10. ábra, h). A lécek mérete maximum 0,03 mm. Közöttük a maradék teret eredetileg kőzetüveg töltötte ki. Keresztezett nikollal jól látható, hogy az alacsonyag utólag teljesen átkovárosodott, mozaikos kvarcból és benne elhelyezkedő opak elegyrészből áll.

A kőzet eredeti szöveti jellegei — trachitos, valamint porfíros pilotaxitos — és valószínűsíthető ásványos összetétele alapján *amafitos andezit* lehetett. Ennek bizonyítéka, hogy a kőzetben nincs porfíros kvarc. A porfíros elegyrészek között plagioklász átalakok figyelhetőek meg, a színes elegyrészek utáni átalakok mennyisége elenyésző. Szanidin nem észlelhető. A kőzetüveg mennyisége kevesebb, mint 10%.

Neutrális lávakőzet

A vizsgált mintákban a *porfíros elegyrész* mennyisége megközelítőleg 20%. Eredeti ásványos összetételét tekintve kb. 60%-ban földpátból, 40%-ban színes elegyrészekből állt. A földpát átalakok hipidiomorfok, többnyire vasos táblás alakú metszetekben jelennek meg. Méretük maximum 0,2 mm. Az átalakokat karbonát tölti ki. A színes elegyrész utáni átalakok hipidiomorfok. Méretük maximum 0,2 mm. Az átalakokat glaukonit tölti ki. Az ilmenit hipidiomorf, mérete maximum 0,02 mm. Az *alacsonyagot* kb. 90%-ban vékony, maximum 0,03 mm-es földpátlécek alkotják, melyek között agyagásványosodott kőzetüveg helyezkedik el. Mivel a földpát és színes elegyrész az erőteljes átalakulás miatt pontosabban nem határozható meg, az eredeti porfíros pilotaxitos szövetű kőzet leginkább *neutrális lávakőzetek* minősíthető.

Dácit–riolittufa

A *juvenilis elegyrész* mennyisége megközelítőleg 20%, kb. 60%-ban horzsakő és kb. 40%-ban üvegtörmelék alkotja. A horzsakő megnyúlás szerinti irányban jól láthatóan hajszálcsoves szerkezetű (11. ábra, a). Alakja szabálytalan, kévés. Mérete maximum 2,5 mm. A horzsakő kaolinitből és glaukonitból áll, benne titán-dioxid változat és apatit fordul elő. Az üvegtörmelék szemcsék szögletesek, sarkosak, méretük maximum 0,5 mm. Az üvegtörmelék szemcséket kaolinit és glaukonit tölti ki.

A kőzetben lévő *kristályok* mennyisége kb. 15%. Eredeti ásványos összetételét tekintve kb. 90%-ban plagioklászából, kevesebb, mint 1%-ban kvarcból, kb. 10%-ban piroxénből, kevesebb, mint 1%-ban biotitból és akcesszóriából állt. A plagioklász utáni átalakok xenomorfok, vagy hipidiomorfok, sokszor hajlottak, máskor táblás alakúak (11. ábra, b). Méretük maximum 2 mm. Kitöltésük kaolinit. A kvarc xenomorf, mérete maximum 0,7 mm. Kristályaik egyszerre kioltóak, azaz hullámos kioltás nem figyelhető meg. A piroxén utáni átalakok hipidiomorfok, méretük maximum 1,5 mm (11. ábra, b). Az átalakokat kvarc és glaukonit tölti ki, gyakran opacitos szegéllyel. A biotit utáni átalakok hipidiomorfok és idiomorfok, méretük maximum 1 mm. Az átalakokat klorit és opakásvány tölti ki, benne apatit és cirkon figyelhető meg. Az opak elegyrész között ilmenit határozható. Akcesszóriaként és az átalakok kitöltésében titán-dioxid változat észlelhető.

Az *alacsonyagot* kb. 90%-ban eredetileg irányítottan elhelyezkedő vékony földpátlécek alkották, melyek körvonala az opak elegyrészek elrendeződése utal. A lécek mérete maximum 0,04 mm. A lécek — különösen a nagyobb méretű elegyrészek mentén — irányított elrendeződésűek. Közöttük a maradék teret eredetileg kőzetüveg töltötte ki. Keresztezett nikollal jól látható, hogy az alacsonyag részben utólag átkovárosodott, mozaikos kvarcból, kaolinitből és benne elhelyezkedő opak elegyrészből áll.

A kőzet eredeti szöveti jellegei és eredeti ásványos összetétele alapján *dácit–riolittufának* határozható. Ennek bizonyítéka, hogy a kristályok között elsődleges kvarc található. Emellett plagioklász és kevés színes elegyrész figyelhető meg, mely döntően piroxén, alárendelten biotit.

Riolit–üvegtufa

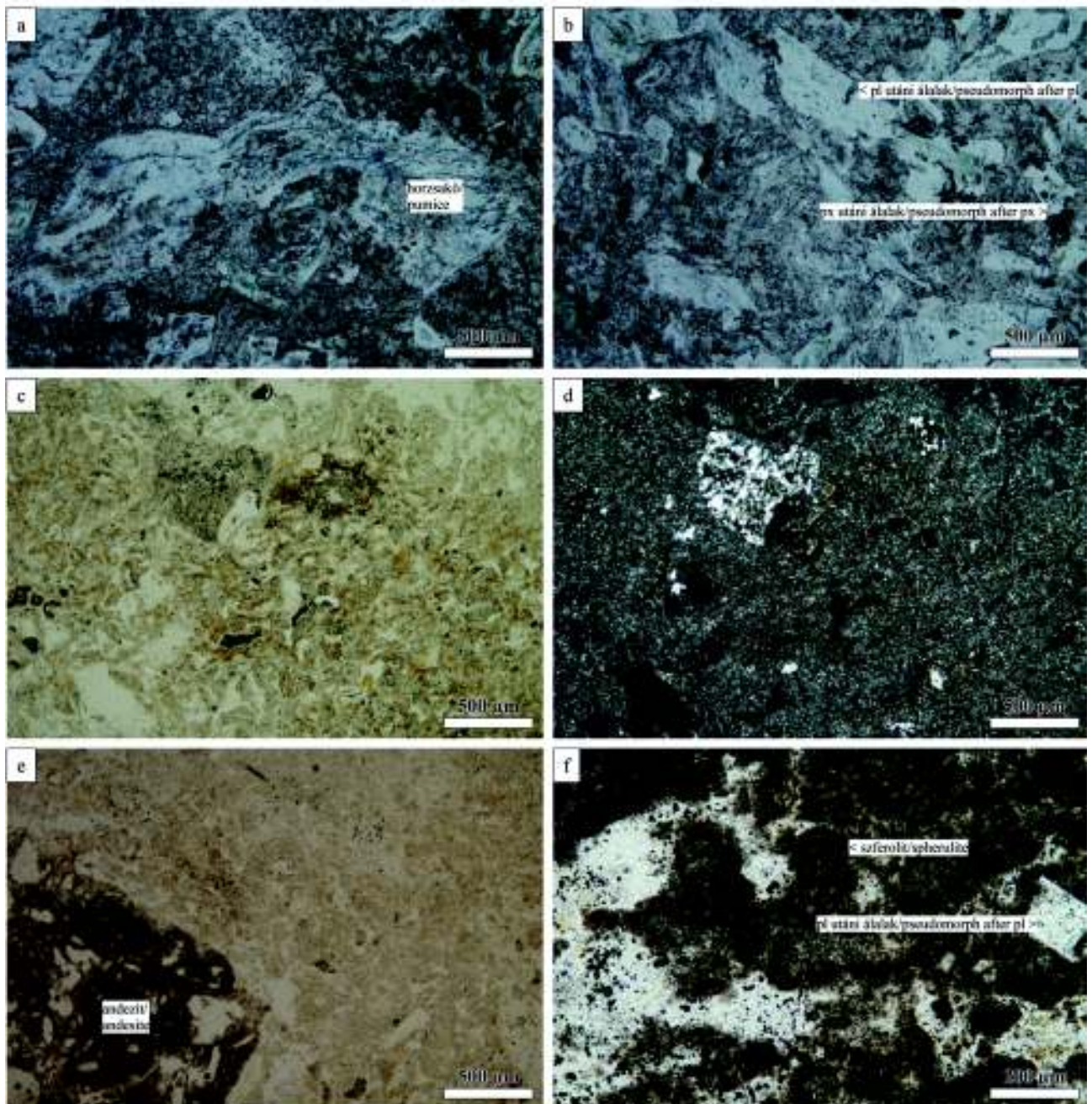
A *juvenilis elegyrészek* mennyisége megközelítőleg 85–90%, kb. 60%-ban horzsakő, 40%-ban üvegtörmelék alkotja (11. ábra, c). A horzsakő hajszálcsoves szerkezetet mutat, megnyúlás szerint irányított. Alakja szabálytalan, kévés, minden esetben nyúlt. A horzsakő mikrokristályos kvarcból áll (11. ábra, d). Az üvegtörmelék szögletes, sarkos, mérete maximum 0,6 mm, sok 0,1 mm alatti szemcse is található. Az üvegtörmelék-szemcséket kaolinit és glaukonit, továbbá mikrokristályos kvarc helyettesíti (11. ábra, c, d).

A kristályok mennyisége kb. 5%. A kristályok kb. 70%-át földpát utáni átalak, kb. 25%-át kvarc, kb. 5%-át piroxén utáni átalak és biotit teszi ki. A földpát átalakok hipidiomorfok, többnyire táblás alakúak. Méretük maximum 2

mm. Az átalakokat mozaikos kvarc és kaolinit tölti ki. A kvarc xenomorf és hipidiomorf, sarkos, mérete maximum 0,1 mm. Gyakran rezorbeált, egyszerre kioltó. A piroxén alakok hipidiomorfok, maximum 0,5 mm-esek. Kitöltésük teljes egészében glaukonit és kvarc. A biotit hipidiomorf és idiomorf, mérete maximum 0,1 mm. Limonitosodott, de pleokroizmusa még többnyire jól felismerhető. Az akcesz-szóriák között megjelenik az ilmenit, mely többnyire hipidi-

omorf. Mérete maximum 0,02 mm. Az ilmenit mellett apatit és cirkon határozható.

A *litikus elegyrészek* mennyisége kb. 5–10%. Legnagyobb mennyiségben andezit fordul elő kőzetszemceként, maximum 4 mm-es méretben (11. ábra, e). Megjelenik továbbá, maximum 2 mm-es méretben a savanyú lávakőzet törmeléke is. Mennyisége az andezitéhez képest alárendelt. Gyakori kőzetszemcse az aleurolit/homokkő. Az oligomikt



11. ábra. Dácit-riolittufa, riolit-üvegtufa és savanyú lávakőzetklasztok petrográfiai jellemzői

a, Dácit-riolittufa horzsakővel (1N, Kő-hegy); b, Dácit-riolittufa szövete képe plagioklász és piroxén utáni átalakokkal (1N, Kő-hegy); c-d, Riolit-üvegtufa jellegzetes szövete képe (c, 1N, d, 2N, Kálvária-domb); e, Riolit-üvegtufa andezit litikus elegyrésszel (1N, Kálvária-domb); f, Savanyú lávakőzet szövete képe (1N, Kálvária-domb). Rövidítések: pl=plagioklász, px=piroxén

Figure 11. Petrographic features of dacite-rhyolite tuff, rhyolite tuff and acidic lava rock clasts

a, Dacite-rhyolite tuff with pumice (1N, Kő Hill); b, The texture of dacite-rhyolite tuff with the pseudomorphs after plagioclase and pyroxene (1N, Kő Hill); c-d, The texture of rhyolite tuff (c, 1N, d., 2N, Kálvária Hill); e, Rhyolite tuff with andesite lithic fragment (1N, Kálvária Hill); f, The texture of acidic lava rock (1N, Kálvária Hill). Abbreviation: pl=plagioclase, px=pyroxene

homokkő maximális mérete 1,5 mm. Törmelék szemcséinek megközelítőleg 70%-át xenomorf kvarc alkotja, emellett kevés hipidiomorf, táblás alakú földpát, valamint kb. 25%-ban muszkovit és kevesebb kloritosodott biotit figyelhető meg. Előfordul még opak elegyrész, valamint cirkon is. A kőzet jól osztályozott.

Mátrixvázú, a törmelék szemcsék aránya a barna színű agyagos alapanyaghoz képest kb. 70%. A kötőanyag kovából áll. Az aleurolit közettörmelék mérete maximum 1 mm. A szemcsék kb. 80–85%-át xenomorf kvarc teszi ki. A szemcsék megközelítőleg 15–20%-át muszkovit alkotja. Előfordul továbbá opak elegyrész, elvéve cirkon is észlelhető. Az előzőekhez képest alárendelt mennyiségben jelenik meg kétféle, maximum 0,2 mm-es kovakőzet szemcse. Az egyik típusban a kvarc ásványok mérete maximum 0,3 mm. A másik típusú kovakőzet kalcedon szferolitokból áll.

A kőzet eredeti szöveti jellege és eredeti ásványos összetétele alapján *riolit-üvegtufának* minősíthető. Riolitos összetételre utal, hogy a kristályok között elsődleges kvarc található legnagyobb mennyiségben. Emellett földpát és piroxén utáni átalakok, valamint biotit figyelhető meg, plagioklászra utaló bélyegek nem mutatkoznak.

Savanyú lávakőzet

A kőzet laminált, durvaszemcsés sötét és finomszemcsés világos részek váltakozásából áll. A sötét rétegben egy nikollal szferolitok láthatóak, melyek mérete maximum 0,15 mm. Szálás-tűs földpátok alkotják, melyek sugárirányban rendeződnek. A látható gyűrűs szerkezeti egységek központi része világos, míg a széle sötétebb színű (11. ábra, f). A rétegben elszórtan, irányítatlanul porfíros, hipidiomorf, táblás alakú, maximum 0,15 mm-es földpát utáni átalakok jelennek meg (11. ábra, f). Az átalakokat kaolinit tölti ki. A réteg teljes egészében utólagosan átkovácsodott mozaikos kvarcból áll. A világos réteg szövete felzites, eredetileg kőzetüveg lehetett. Mozaikosan elrendeződött mikrokristályos kvarcból áll. Mindkét rétegben jelentős a magnetit és pirit. A fentiekben túl elektronmikroszkóppal utómagnás elegyrészként barit volt megfigyelhető.

A kőzet szöveti jellemzői alapján *savanyú lávakőzetnek* határozható meg.

Tufitklasztok

A kőzetben az elsődleges vulkáni anyag mennyisége kb. 60%. A törmelék szemcsék kb. 75%-át xenomorf és hipidiomorf, maximum 0,1 mm-es kvarc, kb. 15%-át mikrokristályos kvarcból álló kovakőzet, kb. 5%-át hipidiomorf, maximum 0,1 mm-es földpát utáni átalak alkotja. Az átalakot mikrokristályos kvarc tölti ki. Az előzőeken túl kb. 2–3%-ot képvisel a biotit és a muszkovit. Méretük maximum 0,1 mm. Kb. 1%-ot tesz ki az opak elegyrész. Elvéve apatit és cirkon is észlelhető. A törmelék szemcsék gyengén koptatottak, a kőzet jól osztályozott. A kőzet alapanyaga megnyúlt horzsakőszerű, erősen glaukonitosodott (12. ábra, a).

Dolomitklasztok

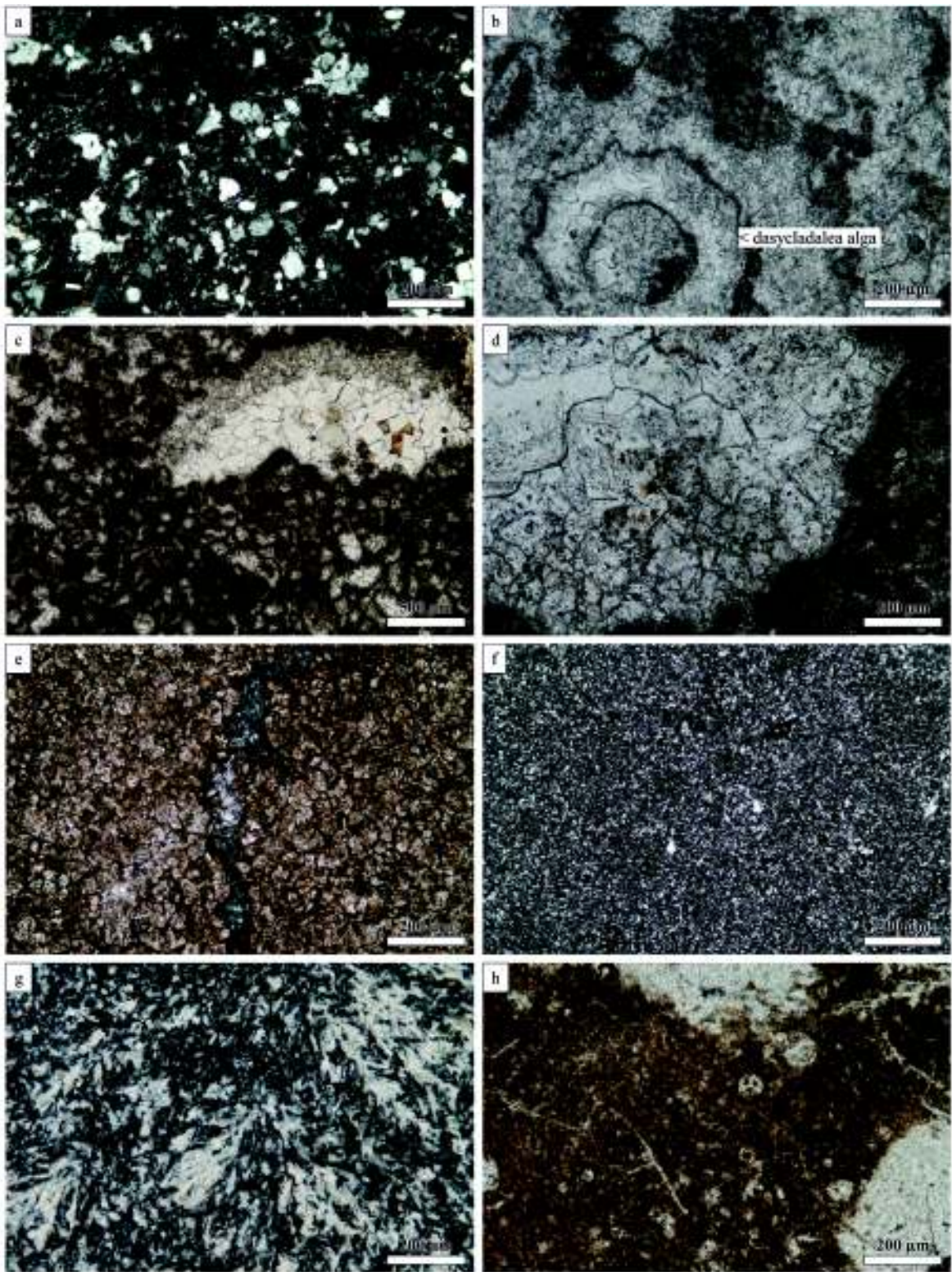
A vizsgált dolomitklasztok uralkodó hányada esetében az üledékes szövet nem ismerhető fel. Legnagyobb mennyiségben, (megközelítőleg 70%-ban) finom- és közép-kristályos dolomitok találhatóak, de durvakristályos dolomit is előfordul. Szövetük általában planar-s, ritkábban nonplanar-a–planar-s átmeneti, igen ritkán planar-e vagy nonplanar-a is megfigyelhető. Polimodális és unimodális szövet egyaránt előfordul. Főként közép-kristályos dolomitok esetében gyakori, hogy a sötétebb (zárványgazdag) magot továbbnövekedési cement veszi körül. Igen ritkán előfordulnak olyan dolomitok, melyekben az üledékes szemcsék körvonalát a kristályokon belüli szilárd zárványok őrizték meg. A „szellemképek” között egy esetben *dasycladalea* alga volt felismerhető (12. ábra, b). Ritkán a szemcsék (jellemzően bioklasztok) alakörző kioldódásával létrejött dolomitcementtel kitöltött pórusok figyelhetők meg (12. ábra, c, d). Néhány dolomitklasztban maximum 0,2–0,3 mm-es, kerekded kovafoltok figyelhetők meg. A dolomitklasztokban gyakran látható jelenség a dolomit kristályhatárok mentén történő aprózódása. Néhány klaszt voltaképpen dolobreccsa anyagú. Szögletes dolomitklasztok között finom- és közép-kristályos dolomitból álló vastartalmú cement található. A dolomitklasztokat tagoló repedéseket finom-, közép- és durvakristályos dolomitcement tölti ki. A vastartalmú dolomitcement rendszerint vékonyabb repedésekben jelenik meg. Néhol látható, hogy a repedést vastartalmú dolomitból álló cement tölti ki, mely után vastartalmú kalcitcement képződött (12. ábra, e). Ritkán megfigyelhető, hogy a dolomitkristályok a kőzet egy részén felemésződtek és kalcitá alakultak (dedolomitósodás).

Kovakőzet klasztok

A mikrokristályos kovakőzetekben (12. ábra, f) a kvarc-kristályok mérete 0,01–0,4 mm közé esik. Gyakran megfigyelhető, hogy a kristályok mérete egy törmelék szemcsén, sőt csiszolaton belül is változik, kisebb és nagyobb kristályokból álló részek érintkeznek egymással. A kőzetek repedéseit gyakran közép- és durvakristályos dolomit cement tölti ki. A kalcedonból álló kovakőzetek (12. ábra, g) között gyakoriak a sugaras kalcedonból álló szferolitok. Mások jégvirág és toll alakú formák jellemzőek. A kalcedon mellett igen ritkán kvarcin is észlelhető. Karbonátos kőzetek diagenetikus átalakulása során keletkezett kovakőzetek (üledékes-diagenetikus kovakőzetek) főként a Róka-hegyi kőfejtő mintáiban jellemzőek. Jól megfigyelhető, hogy az eredeti mészkőtörmelék-szemcsék részlegesen vagy teljesen átkovácsodtak. A mészkőben lévő ősmaradványok megőrződtek (12. ábra, h). Néhány kőzet radioláriás tűzkő. Egyes tűzkövekben molluszka-héjak és szivacsstűk nyomai láthatók.

Homokkő- és aleurolitklasztok

A kvarchomokkő monomikt, közepesen, illetve jól osztályozott, szemcsévázú (az agyagos mátrix aránya kb. 2–3%). Törmelék szemcséit xenomorf, 0,02–0,15 mm méretű



12. ábra. Tufit dolomit- és kovakőzet-klasztok petrográfiai jellemzői

a, Tufit szöveti képe (2N, Kálvária-domb); b, Finomkristályos dolomitban lévő dasycladalea alga szellemképe (1N, Kő-hegy); c, Dolomikritben lévő (bio)moldok (1N, Kő-hegy); d, Finomkristályos dolomitban lévő pórus közép-durvakristályos drúzás cementtel való kitöltése (1N, Kő-hegy); e, Finomkristályos dolomitban lévő repedést vastartalmú dolomitból álló cement tölti ki, mely után vastartalmú kalcit cement képződött (1N, Apáthy-szikla-Kőkapu); f, Mikrokrisztályos kvarcból álló kovakőzet (2N, Kálvária-domb); g, Kovakőzet jégvirág és toll alakú kalcedonnal (2N, Fenyőgyöngye-kőfejtő); h, Üledékes kovakőzet szöveti képe (1N, Róka-hegyi kőfejtő)

Figure 12. Petrographic features of tuffite, dolomite and chert clasts

a, The texture of tuffite clast (2N, Kálvária Hill); b, Finely crystalline dolomite with the ghost of dasycladalea alga (1N, Kő Hill); c, Dolomiticrite with biomolds (1N, Kő Hill); d, Pore with medium and coarse crystalline dolomite cement in finely crystalline dolomite (1N, Kő Hill); e, Finely crystalline dolomite with fracture, which was filled by iron-bearing dolomite and calcite cement (1N, Apáthy Rock-Stone gate); f, Chert contain microcrystalline quartz (2N, Kálvária Hill); g, Chert with calcedon (2N, Fenyőgyöngye quarry); h, Sedimentary chert (1N, Róka Hill quarry)

kvarc alkotja, kötőanyaga kovából áll. A glaukonitos kvarchomokkő esetében az alapanyag zöld színű glaukonit, a kötőanyagot kova alkotja. A muszkovitos kvarchomokkő/kvarcaleurolit közepesen osztályozott, monomikt, szemcsevázú, kovás kötőanyagú. A kőzet irányított elrendeződése mutat. A törmelék szemcsék kb. 90%-át xenomorf, maximum 0,08 mm-es kvarc alkotja. Emellett kb. 10%-ban maximum 0,1 mm-es muszkovit jelenik meg.

A Budaörs–1 fúrás által harántolt andezit petrográfiai jellemzői

Előzetes összehasonlító vizsgálatok szerint a Budaörs–1 jelű fúrás által feltárt andezit petrográfiaiban hasonlóságot mutat a „felső-eocén baziskonglomerátumban” lévő andezit kavics típusal. A fúrás 773–831,4 m között harántolt vulkáni kőzeteket. E szakasz legfelső részén az andezit üde, míg alsó részén erőteljes kálimetaszomatikus átalakulást szenvedett.

A vizsgált mintákban a *porfíros elegyrész* mennyisége kb. 30%, ásványos összetételét tekintve minimum 70%-ban plagioklászokból, kb. 25–30%-ban (rombos) piroxénből, kevesebb, mint 1%-ban ilmenitből és további akcesszóriákból (magnetit, apatit) áll (13. ábra, a). A plagioklász hipidiomorf és idiomorf, többnyire vékony léces vagy vaskos táblás metszetben jelenik meg, mely utóbbi sokszor lépcsős végződésű (13. ábra, a, b). Zónásság megfigyelhető. Mérete maximum 3 mm. A mintákban a plagioklászok összetétele változik. A fúrás felső részén — ahol a legüdébb kőzetek vannak — labradoritos (13. ábra, c), lejjebb andezines, a legalsó részeken oligoklászos összetételűek. A plagioklász jellemzően a fúrás alsó részeiben kálimetaszomatikus átalakulást szenvedett. Ennek eredményeként az ásvány magja polarizációs mikroszkóppal poliszintetikus ikerlemezeséget mutató plagioklász, mely sok esetben kaolinittá alakult, pereme pedig szanidines összetételű (13. ábra, d, e). Esetenként az egész szanidinként észlelhető. Néhol nagyobb, máskor kisebb mértékben szericitesedett (13. ábra, f). Gyakran jelenik meg benne zárványként nagy, zömök apatit. Üde piroxén a 773 m-ről származó mintában észlelhető. A hiperstén idiomorf és hipidiomorf (13. ábra, a). Mérete maximum 2 mm, gyakran észlelhető több kristályból álló halmazokban. A fúrás többi részén azonban csak piroxén utáni átalakok figyelhetők meg. Az átalakokat leggyakrabban glaukonit, klorit, kvarc és kalcit alkotja, melyekben opak ásvány (döntően ilmenit, alárendelten magnetit) dúsul. Gyakran látható peremükön vastag opacitos szegély. Más mintákban az átalakok központi részét kvarc, karbonát és opakásvány (ilmenit és magnetit) alkotja, peremén glaukonit, ennek szélén klorit jelenik meg. A fúrás alsó szakaszán az átalakok kitöltésében egyáltalán nem jelenik meg glaukonit, itt klorit (13. ábra, b, f, g) és alárendelten limonit jellemző. Az átalakokban gyakran jelenik meg zárványként nagy, zömök apatit. A vélhetően elsődleges opak elegyrész az ilmenit. Zömmel hipidiomorf, mérete maximum 0,2 mm.

Sok esetben több kristály halmazba rendeződve helyezkedik el. Rutillá alakulása megfigyelhető. Akcesszóriaként az ilmenit mellett apatit fordul elő. Idiomorf és hipidiomorf, harántmetszete általában szabályos hatszög, ritkán többé-kevésbé kerekded alakú, gyakran enyhén pleokroos barna színű. Mérete maximum 0,1 mm.

Az alapanyagot kb. 90%-ban oligoklász/andezin összetételű plagioklászok, alárendelten átalakult biotitlemek alkotják, melyek között kőzetüveg helyezkedik el (13. ábra, h). Az alapanyag szemcsék mérete maximum 0,03 mm. A porfíros elegyrészeket körülfoltyják, míg tőlük távolabb irányítatlan elrendeződésűek. Egyes minták alapanyagában gyakori a glaukonit. Az alapanyag részben átkovárosodott (13. ábra, h). Ahol a kovásodás mértéke nagyobb volt — főként kvarcerek mentén — ott az alapanyag mozaikos kvarcból és benne elhelyezkedő opak elegyrészből áll. Több esetben jól látható, hogy a vulkanit 0,5–1 cm-es *endogén zárványt* tartalmaz.

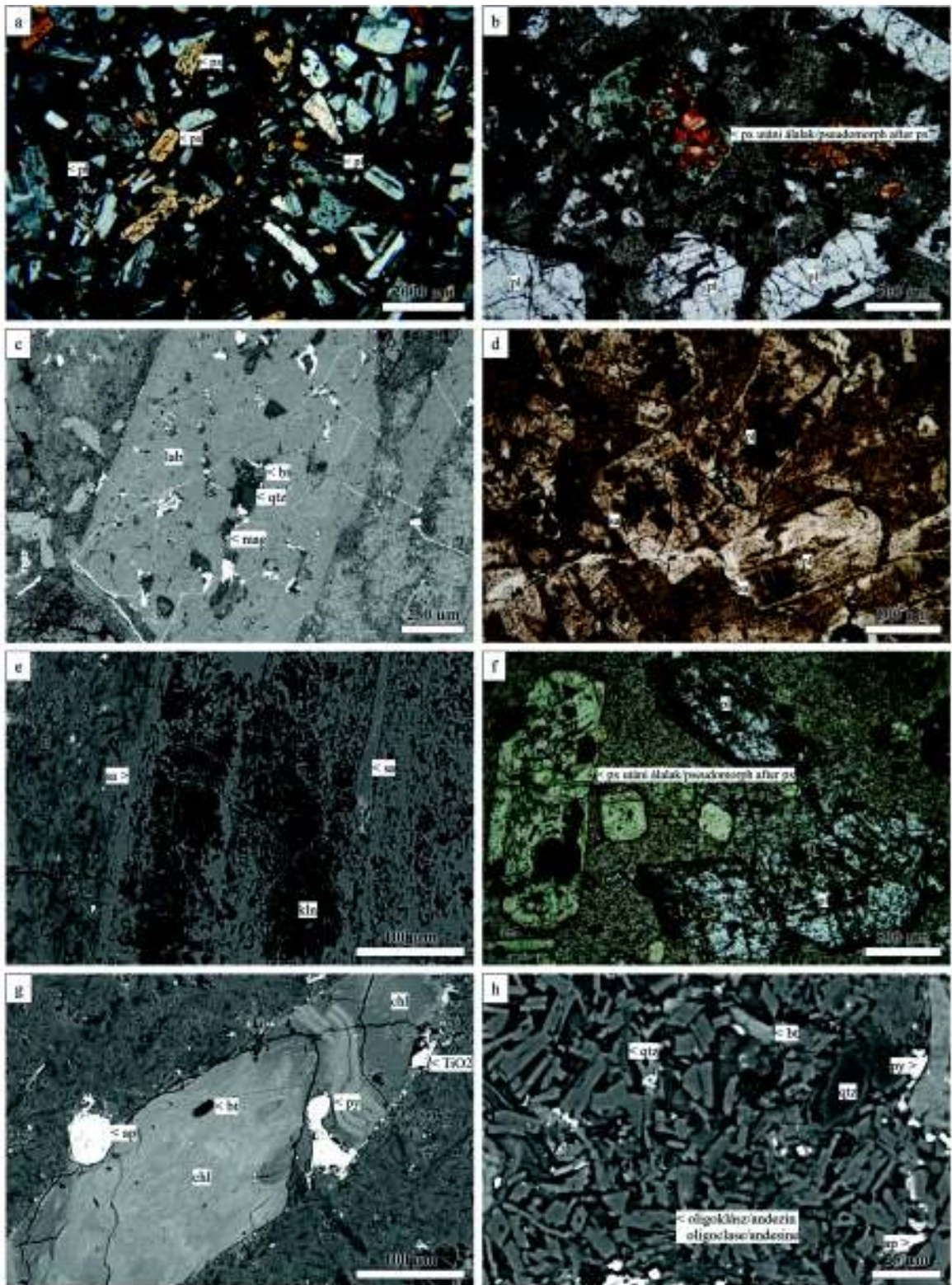
A kőzet szöveti jellegei — porfíros pilotaxitos, részben trachitos — és eredeti ásványos összetétele alapján — hasonlóan az andezit kavicsokhoz — *andezitnek* határozható. Az andezit minősítést a Budaörs–1 fúrás mintáiban az indokolja, hogy a kőzetekben nincs porfíros kvarc. A porfíros elegyrészek között plagioklász és piroxén ismerhető fel, elsődleges szanidin nem észlelhető. A kőzetüveg mennyisége kevesebb, mint 10%.

Diszkusszió

A Budai-hegység eocén rétegsorának legalsó részén több kutató említett tufát. HOFMANN (1871) a budaörsi Kálvária-dombnál ismertetett riolituffa-réteget. HOFMANN (1879) Budakeszin, Buda-szépárok nyugati végén és Zugligetben biotit-ortoklász-kvarc-trachytot (ma riolituffa) írt le. Riolituffát említett RADNÓTI (1945) a Hunyad-órom rétegsorából. HORVÁTH & TARI (1987) a Róka-hegyi kőfejtőben tufát ismertetett. Megfigyeléseink szerint azonban a fent említett kőzetek — a Fenyőgyöngye-kőfejtő eocén rétegsorának alsó részén települő kőzetekkel együtt — tufitok, illetve tufás konglomerátumok és homokkővek, továbbá az Apáthy-szikla–Kőkapu és a Tündér-szikla esetében piroklasztit eredetű kataklázitok.

A korábbi tanulmányok a „felső-eocén baziskonglomerátumban” lévő dolomit, kovakőzet, homokkő és tufit anyagú klaszrok leírásával nem foglalkoztak. A lávakőzet- és tufaklasztozatok ellenben korábbi kutatók is tanulmányozták. A kavicsok eddigi legrészletesebb petrográfiai leírását HORVÁTH & TARI (1984, 1987) végezte. Mintákat a budaörsi Kő-hegy és Kálvária-dombról, valamint a Róka-hegyi kőfejtőből gyűjtöttek.

WEIN (1977) a János-hegy Ny-i kőfejtőjében és a budaörsi Kő-hegyen „felső-eocén konglomerátumban” említett andezit anyagú kavicsokat. HOFMANN (1871) a „budaörsi „Kis-Kálvária-hegyen”, valamint a Látó-hegyen határozott meg andezitet, melynek ásványos összetételét is megadta (IV. táblázat). Az általa említett „zöldföld” feltehetően piroxén utáni átalak, de augitot és hornblendét nem figyel-



13. ábra. A Budaörs-1 fúrásban lévő andezit petrográfiai jellemzői

a, Üde lávakőzet szöveti képe (2N, 773 m); b, Lávakőzet plagioklással és piroxén utáni átalakokkal (1N, 775,9 m); c, Plagioklász (BSE kép, 775,9 m); d, Kálimetaszomatikus átalakulást szenvedett plagioklász sanidín összetételű peremmel (1N, 807,6 m); e, Plagioklász utáni kaolinit, sanidín összetételű peremmel (BSE kép, 807,6 m); f, Lávakőzet szericitésedő plagioklással és piroxén utáni átalakokkal (1N, 790,4 m); g, Piroxén átalak kitöltése (BSE kép, 790,4 m); h, Az alapanyag jellemzői (BSE kép, 775,9 m). Rövidítések: pl=plagioklász, px=piroxén, qtz=kvarc, lab=labradorit, bt=biotit, mag=magnetit, sa=sanidín, kln=kaolinit, chl=klorit, ap=apatit, py=pirit

Figure 13. Petrographic features of andesite in well Budaörs-1

a, The texture of fresh lava rock (2N, 773 m); b, Lava rock with plagioclase and pseudomorphs after pyroxene (1N, 775,9 m); c, Plagioclase (BSE image, 775,9 m); d, Plagioclase with kaolinitasomatism, there is rim with sanidine (1N, 807,6 m); e, Kaolinite after plagioclase and rim with sanidine (BSE image, 807,6 m); f, Lava rock plagioclase with sericitized and pseudomorphs after pyroxene (1N, 790,4 m); g, The filling of the pseudomorph after pyroxene (BSE image, 790,4 m); h, The groundmass (BSE image, 775,9 m). Abbreviation: pl=plagioclase; px=pyroxene, qtz=quartz, lab=labradorite, bt=biotite, mag=magnetite, sa=sanidine, kln=kaolinite, chl=chlorite, ap=apatite, py=pyrite

tünk meg (IV. táblázat). HORVÁTH & TARI (1987) fekete és zöld andezitet említettek. A kőzet szövetét nem határozták meg. Megfigyeléseink szerint a kőzet eredeti szövege porfíros pilotaxitos lehetett. Az általuk meghatározott porfíros elegyrészek és akcesszóriák többségét észleltük, csak a biotit jelenléte nem igazolható megbízhatóan (IV. táblázat). A porfíros elegyrészek átalakulási termékeiről azonban bővebb és pontosabb leírást adtunk. Az alapanyagban HORVÁTH & TARI (1987) plagioklászléceket és másodlagos ásványokat említettek. Az alapanyag megfigyeléseink szerint plagioklászlécekből (és köztük feltehetően kőzetüvegből) állhatott. Ez utólagosan mozaikos kvarccá kristályosodott át, mely néhány esetben utólagosan karbonáttal helyettesítődött. A HORVÁTH & TARI (1987) által megkülönböztetett zöld andezit a feketéhez képest abban mutat eltérést, hogy nagyobb a színes elegyrész tartalma. Ezt megfigyeléseink alátámasztották, de a fő szempont, hogy elkülöníthetőek azon kőzetek, melyek alapanyagában jelentős a glaukonit mennyisége (zöld színű változat), valamint vannak olyanok, melyek esetében az alapanyag vörös színű ásványhalmazból áll (vörös színű változat).

A HORVÁTH & TARI (1987) által trachitnak leírt kőzetet amafitos andezitként minősítettük (IV. táblázat). A trachitban a földpátok uralkodó részét káliföldpátok alkotják (STRECKEISEN 1978). Megfigyeléseink szerint a kőzetben káliföldpát nem, csak plagioklász utáni átalakok figyelhetőek meg, amely miatt a kőzet andezitnek határozható. A HORVÁTH & TARI (1987) által megfigyelt színes elegyrészek (augit és biotit) jelenlétét nem igazoltuk, csak elenyésző mennyiségben színes elegyrészek utáni átalakokat észlel-

tünk, aminek igen kevés mennyisége miatt a kőzet az amafitos andezit elnevezést kapta. Megfigyeléseink abban megegyeznek, hogy a kőzet szövege irányított, de a mi észleléseink szerint trachitos és porfíros pilotaxitos is. Az alapanyag HORVÁTH & TARI (1987) szerint káliföldpátból, karbonátból és agyagásványból áll. Megfigyeléseink szerint azonban az alapanyagban káliföldpát nem volt kimutatható, az plagioklász lécekből és köztük lévő kőzetüvegből állt, mely utólagosan teljes egészében átkristályosodott mozaikos kvarccá.

Tufakavicsokat HORUSITZKY & VIGH (1933) írt le a Ferenchalom ÉNy-i kőfejtőjéből, petrográfiai jellegű leírásuk azonban elnagyolt (IV. táblázat). A riolit-üvegtufaként leírt kőzet megfigyeléseink szerint összhangban van HORVÁTH & TARI (1987) ignimbitnek határozott klasztjának leírásával (IV. táblázat). A kristályok között hasonlóan HORVÁTH & TARI (1987) megállapításaihoz kvarcot, földpátot és piroxén utáni átalakot, valamint biotitot és akcesszóriát észleltünk. HORVÁTH & TARI (1987) a kőzetben andezitzárványokat írt le. A litikus elegyrészek között andezit mellett savanyú lávakőzetet, homokkövet, aleurolitot, finomszemcsés kovakőzetet és kalcedon sferolitból álló kőzetet is megfigyeltünk.

WEIN (1977) a János-hegy Ny-i kőfejtőjében és a budaörsi Kő-hegyen riolitkavicsot említett. HORVÁTH & TARI (1987) a kőzetben sötét és világos részeket különböztetett meg, melyeket mi is észleltünk (IV. táblázat). A HORVÁTH & TARI (1987) által a sötét részben meghatározott biotitot nem észleltük, plagioklász utáni átalakot ellenben igen. Megfigyeléseink szerint ez a rész durvaszemcsés,

IV. táblázat. Megfigyeléseink összevetése korábbi kutatók munkáival

Table IV. Our observations comparing with previous research works

	HOFMANN (1871)	HORUSITZKY & VIGH (1933)	HORVÁTH & TARI (1987)	Saját megfigyelések
Andezit	Andezit; földpát, „zöldföld”, augit, hornblende, magnetit, kvarc, kalcedon		Andezit; porfíros elegyrészek: másodlagos ásványokká alakult plagioklász és piroxén, biotit; akcesszóriák: ilmenit, üde gránát, apatit; alapanyag: plagioklász lécek, másodlagos kvarc, kalcedon, opál, limonit, pirit, kalcit	Andezit; porfíros elegyrészek: plagioklász és piroxén utáni átalak, biotit?; akcesszóriák: ilmenit, üde gránát, apatit; alapanyag: plagioklász lécek és köztük lévő kőzetüveg; egyes mintákban jelentős a glaukonit; utólagos kovásodás - mozaikos kvarc és opak elegyrészek, néhol karbonáttal helyettesítődött
Amafitos andezit			Trachit; porfíros elegyrészek: földpát, augit, biotit; alapanyag: irányított, K-földpát, limonit, karbonát, agyagásvány	Amafitos andezit; porfíros elegyrészek: plagioklász utáni átalak (két féle): kevés nagy méretű irányítatlan és sok kisebb méretű irányított, nagyon kevés színes elegyrész utáni átalak; alapanyag: plagioklász lécek és köztük lévő kőzetüveg; utólagos kovásodás - mozaikos kvarc és opak elegyrészek
Riolit-üvegtufa		Tufa; kalcedon, pirit, földpát, kvarc, cirkon	Ignimbit; üvegszilánkok, horzsakő, kvarc, földpát és piroxén utáni átalak, biotit, andezitzárványok	Riolit-üvegtufa; juvenilis elegyrészek (horzsakő, üvegszilánk), kristályok (földpát utáni átalak, kvarc, piroxén utáni átalak, biotit), litikus elegyrész (andezit, savanyú lávakőzet, homokkő, aleurolit, mikrokristályos kovakőzet, kalcedonból álló kovakőzet)
Savanyú lávakőzet			Riolit; folyási szövet, világos rész: kvarc, opál; sötét rész: biotit, limonit, plagioklász töredékek	Savanyú lávakőzet; sötét durvaszemcsés rész: sferolitok, földpát utáni átalak, utólagos kovásodás - mozaikos kvarc; világos finomszemcsés rész: felzites szövetű, mikrokristályos kvarc

szferolitos szövétű, mely utólagosan mozaikos kvarccá kristályosodott át. A világos rész HORVÁTH & TARI (1987) szerint kvarcból és opálból áll, megfigyeléseink szerint felzites szövétű, mikrokristályos kvarcból áll. A kőzet savanyú lávakőzetnek minősíthető, az ásványos összetétel alapján ennél pontosabban nem határozható meg.

Vizsgálataink során, a fenti lávakőzet- és tufaklasztokon túl, neutrális lávakőzet és dácit–riolittufa anyagú klasztokat is megfigyeltünk.

A szakirodalomban korábban leírt és az általunk vizsgáltak közül azokhoz hasonlóan gondolt kőzetek közötti különbségek részben abból is adódhatnak, hogy a vizsgált lelőhelyeken törmelékes összletről van szó, amiben tulajdonképpen minden egyes törmelékiszemcse egyedi, önálló megjelenésű, eredeti földtani kapcsolata a többi törmelékiszemcsevel minden esetben kétséges, bizonytalan. Éppen ezért nagyon fontos, hogy minél nagyobb egyedszámú vizsgálat során tegyük meg megállapításainkat, hiszen annál átfogóbb lesz az összletről alkotott képünk. HORVÁTH & TARI (1987) egyedi kavicsokat csiszoltak meg, a mintaszámuk ennek megfelelően kisebb volt. Mi arra törekedtünk, hogy több mint 100 minta vizsgálatával, egy-egy finomabb szemcsés törmelékes minta vékonycsiszolatában több száz egyedi törmelékiszemcse értékelésével az egész törmelékes összletről átfogó képet kapjunk, mely alapján a dolomit–vulkanit és az előforduló egyéb kavics típus arányai is az eddigiekhez képest sokkal pontosabban meghatározhatóvá váltak.

A „felső-eocén báziskonglomerátumban” lévő lávakőzet és tufaklasztok eredetét illetően két merőben eltérő nézet olvasható a szakirodalomban. SZABÓ (1858), HOFMANN (1871, 1879), HORUSITZKY & VIGH (1933), valamint SZÉKYNÉ FUX & BARABÁS (1953) szerint az eocén transzgressziót megelőzően a karsztosodott triász dolomit felszínére hullott, majd a kőzet repedéseiben megőrződött vulkáni anyagról van szó. Ezzel szemben HORVÁTH & TARI (1984, 1987) a felső-eocén báziskonglomerátumban lévő vulkáni kőzeteket abráziós eredetű lepusztulás termékének tekinti. Ugyanígy vélekedik BÁLDI (2003) is, aki megjegyzi, hogy a budaörsi feltárásokban az abráziós konglomerátumban dolomit és kovakőzet mellett andezitikavics is jelen van. MAGYARI (1996) a „felső-eocén báziskonglomerátum” egészét abráziós eredetűnek tartja, megemlítve, hogy a durva-törmelékes összlet bázisát alkotó triász dolomit felszínén és klasztjain fúrószervezetek nyomai figyelhetők meg. Abráziós tengerpartra utaló jellegnek tekinti továbbá az aljzatban megfigyelt vályúkat és bemaródásokat, a mátrixban talált cápafogleleteket, a konglomerátum helyenként megfigyelhető gradációját, valamint hirtelen szemcseméret-változásait. Megfigyeléseink szerint azonban ezek a jelenségek a lávakőzet- és tufaklasztokat tartalmazó szelvényekben ritkák.

MAGYARI (1996) véleményével megegyezően úgy véljük, hogy a „felső-eocén báziskonglomerátum” két alapvető típusa különíthető el. Az egyik esetében a klasztok anyaga teljesen megegyezik a „báziskonglomerátum” környezetében felszínre bukkanó triász aljzat kőzeteivel (dolomit és alárendelten kovakőzet). A másik típus esetében dolomit és

kovakőzet mellett lávakőzet és tufa anyagú klasztok is jelen vannak. Vulkanitok azonban nem figyelhetők meg a „bázisképződmények” aljzatában és vulkáni kőzetek kibúvási sem ismertek vulkanitkavicsokat tartalmazó „bázisképződmények” közelében. Abráziós erózió és üledékfelhalmozódás esetén a durva törmelék anyaga csak a lerakódás közvetlen közeléből származhat. Természetesen az lehetséges, hogy a távolabbról beszállított törmelék az abráziós zónában tovább koptatódik, és ezáltal a törmelék mérete csökken, koptatottsága jelentősen nő. A Budai-hegység eocén bázisképződményei esetében feltételezni lehet, hogy a lerakódási terület közeléből nem származtatható kőzetfajták a tengerelőntést megelőző szállítással kerültek a későbbi abrázió helyszínére. A probléma az, hogy a kavicsok anyagaként ismert dolomittal és kovakőzettel ellentétben, a Budai-hegység térségében felszínén nem ismert eocén vagy annál régebbi vulkáni összlet. KÖRÖSI & KOVÁCSVÖLGYI (1997) eocén korúnak vélt vulkáni építményt („Wein paleovulkán”) rekonstruált a Budai-hegység DK-i előterében. MAGYARI (1996) felveti, hogy ez szóba jöhet, mint a vulkanitklasztok lehetséges forrásterülete. A vulkáni építmény meglétét azonban a tanulmányban foglalt érvek alapján meglehetősen bizonytalanak véljük. Valószínűbb HORVÁTH & TARI (1987) megállapítása, miszerint a lávakőzet- és tufaklasztok triász képződményekből származnak. HOFMANN (1871) és HORVÁTH & TARI (1987) a budaörsi régiót jelöli ki az andezitikavicsok származási helyének, a riolitikavicsokat HORVÁTH & TARI (1987) Várpalota környékéről származtatja.

Mivel a budaörsi Kő-hegyen a lávakőzet anyagú klasztok között leggyakoribb andezitiklasztok alig koptatottak, aligha származhatnak messziről. Az északabbra lévő szelvényekben az ilyen típusú kavicsok mérete kisebb és koptatottabbak. A forrásterület tehát Budaörs környékére valószínűsíthető. Ezt a feltételezést megerősíteni látszanak a Budaörs–I fúrás triász rétegsorában megismert vulkanitokról rendelkezésre álló ismeretek. A fúrás triász karbonátos képződmények közötti helyzetben közel 60 m vastagságban andezitet harántolt (KUBOVICS 1985). A kőzet petrográfiai leírásával és geokémiai jellemzésével KUBOVICS (1985), KUBOVICS et al. (1990) és HARANGI et al. (1996) foglalkozott. KUBOVICS (1985) szerint a kőzetben földpátok és klorit alakult piroxének láthatóak. Megfigyeléseink szerint a magmás kőzetekből álló szakasz felső részén üde lávakőzet található, melyben a porfíros elegyrészeket plagioklász és hipersztén alkotja. A magmás szakasz alsóbb részén a lávakőzet átalakultabb, erőteljes a kálimetaszomatózis. A fúrás andezitje petrográfiailag igen hasonló az andezitikavicsokhoz, de a kérdés megnyugtató eldöntéséhez még további anyagvizsgálatokra van szükség (radiometriai vizsgálata, további petrográfiai, valamint geokémiai vizsgálatok). Szükséges továbbá a többi lávakőzet- és tufaklaszt típus forrásterületének meghatározása is, melyekre azonban a távolabbi területek vulkanitjainak tanulmányozása, koruk és geokémiai jellegeik meghatározása adhat választ. Ezeket a vizsgálatokat jelen munka folytatásaként a közeljövőben kívánjuk elvégezni.

Következtetések

A triász karbonátos kőzetekre, helyenként annak karsztos mélyedéseit kitöltő bauxitos agyagra települő felső-eocén összlet gyakran piroklasztit- és tufitrétegekkel kezdődik. Ezek a képződmények egyidejű vulkáni tevékenységből származó szárazföldi környezetben lerakódott piroklaszt leülepedésével, és időnkénti folyóvízi átülepítésével keletkeztek.

A tufit-, konglomerátum- és homokkőpadokban triász dolomitkavicsokkal együtt megjelenő lávakőzet és tufa eredetű klasztok azonban valószínűleg nem eocén vulkanitokból származnak, hanem triász vulkanitok lepusztulásából eredeztethetők. A vulkáni eredetű kavicsok egyes típusai a Budai-hegység számos pontján megfigyelhetők, ami közös forrásterületet jelez. A vulkáni eredetű durva törmelékcszemcsék mérete a terület DDNy-i részén a legnagyobb és ÉÉK felé csökkenő tendenciát mutat. A törmelék mérete és gyenge koptatottsága azt jelzi, hogy a budaörsi terület lehetett legközelebb a forrásterülethez. Ezen a területen fúrásból ismertek középső-triász korú, a kavicsanyagban megjelenőhöz hasonló petrográfiai jellegeket mutató vulkáni kőzetek (Budaörs–1 fúrás).

Tekintettel arra, hogy az abráziós kavicsüledék helyi kőzetek nagy energiájú hullámverési övben folyó koptatódás utáni felhalmozódásával képződik, a vulkanittörmelék alig lehet abráziós üledéknek minősíteni. Budaörs környékén,

ahol az eocén idején feltehetően felszínre kerültek triász vulkáni kőzetek, létrejöhetnek ilyen felhalmozódások, bár az ott ismert vulkáni eredetű kőzetek gyenge koptatottsága miatt ez az ismert előfordulásokra nem vonatkozatható. A többi előfordulás esetében a vulkáni anyag a késő-eocén tengerelöntést megelőző szárazföldi szakaszban viszonylag nagy távolságra szállíthatott a forrásterülettől, majd a tengerelöntést követően az erős hullámverés övében együtt koptatódhatott más, feltehetően közelebből származó törmelékcszemcsékkel (elsősorban dolomittal). A törmelék szállítás tehát nem, de a törmelék koptatódása és végső felhalmozódása történhetett az abráziós zónában.

Köszönetnyilvánítás

A munka az ELTE TTK Általános és Alkalmazott Földtani Tanszékén készült. A csiszolatok a tanszék laboratóriumában készültek. A petrográfiai vizsgálatokban közreműködött az ELTE TTK Kőzettan-Geokémiai Tanszék is. Az elektronmikroszkópos vizsgálatokban nyújtott segítségért köszönettel tartozunk BENDŐ Zsoltnak. A magmás kőzetek leírásában köszönjük HARANGINÉ LUKÁCS Réka tanácsait. A két lektornak, RAUCSIKÉ VARGA Andreának és BUDAI Tamásnak, valamint SZTANÓ Orsolya főszerkesztő asszonynak köszönjük az igen részletes és konstruktív javaslatait.

Irodalom — References

- BALOGH, K. 1981: Correlation of the Hungarian Triassic. — *Acta Geologica Hungarica* **24/1**, 3–48.
- BÁLDI T. 2003: *A történeti földtan alapjai*. — Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 312 p.
- BÍRÓ T., JÓZSA S., KARÁTSZON D. & SZENTHE I. 2013: A Budai Mátyás-hegy bryozoás márga összletébe települt vulkanogén képződmény kőzettani-vulkanológiai vizsgálata. — *Földtani Közlemények* **143/3**, 239–250.
- BUDAI T., GYALOG L. 2010: *Magyarország földtani atlasza országjáróknak, 1:200 000*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadványa, Budapest.
- CHOUGH, S. K. & SOHN, Y. K. 1990: Depositional mechanics and sequences of base surges, Songaksan tuff ring, Cheju Island, Korea. — *Sedimentology* **37**, 1115–1135.
- DICKSON, J. A. D. 1966: Carbonate identification and genesis as revealed by staining. — *Journal of Sedimentary Petrology* **36**, 491–505.
- GERINCZY, A. 2009: A Budai-hegység bauxitföldtana. — *Kézirat*, Diplomamunka, ELTE TTK, Budapest, 178 p.
- HAAS, J. 1993: Magyarországi mezozoos képződmények alpi-kárpáti kapcsolatai I. Előszó. — *Általános Földtani Szemle* **26**, 279–281.
- HAAS J., KÖRÖS L., TÖRÖK Á., DOSZTÁLY L., GÓCZÁN F., HÁMORNÉ VIDÓ M., ORAVECZNÉ SCHEFFER A. & TARDINÉ FILÁCS E. 2000: Felső-triász medence- és lejtőfáciesek a Budai-hegységben — a Vérhalom téri fúrás vizsgálatának tükrében. — *Földtani Közlemények* **130/3**, 371–421.
- HARANGI, SZ., SZABÓ, CS., JÓZSA, S. & SZOLDÁN, ZS. 1996: Mesozoic Igneous Suites in Hungary: Implications for Genesis and Tectonic Setting in the Northwestern Part of Tethys. — *International Geology Review* **38**, 336–360.
- HOFMANN K. 1871: A Buda-kovácsi hegység földtani viszonyai. — *Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve* **1**, 199–273.
- HOFMANN K. 1879: Megjegyzések a trachyt anyagnak a hazai ó-harmadkori lerakódásokban való előfordulására nézve. — *Földtani Közlemények* **9**, 406–411.
- HORUSITZKY F. & VÍGH GY. 1933: Az ó-harmadkori vulkánosság újabb nyomai a Budai-hegységben. — *Földtani Közlemények* **63**, 157–164.
- HORVÁTH E. & TARI G. 1984: A Budai-hegységbeli felsőeocén alapkonglomerátum vizsgálata, különös tekintettel a vulkáni eredetű kavicsokra. — *Kézirat*, Tudományos Diákköri Dolgozat, ELTE TTK, Budapest.
- HORVÁTH, E. & TARI, G. 1987: Middle Triassic volcanism in the Buda Mountains. — *Annales Universitatis Scientiarum Budapestiensis de Rolando Eötvös Nominatae, Sect. Geol.* **27**, 3–16.
- KÖRÖS L. & KOVÁCSVÖLGYI S. 1996: Eltemetett paleogén vulkán a Budai-hegység DK-i előterében (A Wein paleovulkán rekonstrukciója). — *Földtani Közlemények* **126/2–3**, 155–175.

- KOZUR, H. & MOCK, R., 1991: New Middle Carnian and Rhaetian conodonts from Hungary and the Alps. Stratigraphic importance and tectonic implications for the Buda Mountains and adjacent areas. — *Jahrbuch Geologischen Bundesanstalt* **134**, 271–297.
- KÓSA G., MINDSZENTY A. & MOHAI R. 2003: Roncskarszt térszínre progradáló eocén törmelékkúp Budakeszin (Az Országos Orvosi Rehabilitációs Központ bővítéséhez kiadott munkagödör feltárásai). — *Földtani Közlemény* **133/2**, 271–285.
- KUBOVICS, I. 1985: Mesozoic magmatism of the Transdanubian Mid-Mountains. — *Acta Geologica Hungarica* **28**, 141–164.
- KUBOVICS, I., SZABÓ, Cs., HARANGI, SZ. & JÓZSA, S. 1990: Petrology and petrochemistry of mesozoic magmatic suites in Hungary and adjacent areas — an overview. — *Acta Geod. Geoph. Mont. Hung.* **25/3–4**, 345–371.
- MACHEL, H. G. 2004: Concepts and models of dolomitization: A critical reappraisal. — *Geological Society, London, Special Publications* **235/1**, 7–63.
- MAGYARI, Á. 1996: Eocén színszédiment tektonikai jelenségek és üledékképződésre gyakorolt hatásai a Budai-hegységben. — *Kézirat*, Doktori Értekezés, ELTE Általános és Történeti Földtani Tanszék, Budapest, 289 p.
- MCPHIE, J., DOYLE, M. & ALLEN, R. 1993: *Volcanic Textures: a Guide to the Interpretation of Textures in Volcanic Rocks*. — University of Tasmania Centre for Ore Deposit and Exploration Studies, Hobart, 198 p.
- PETTIJOHN, F. J. 1957: *Sedimentary Rocks* (2nd ed.). — Harper and Brothers, New York, 718 p.
- RADNÓTY E. 1945: Harmadidőszaki rétegek kifejlődése a Budai hegység zugligeti részén. — *Földtani Közlemény* **75–76/1**, 97–106.
- SCHOLLE, P. A. & ULMER-SCHOLLE, D. S. 2003: A Color Guide to the Petrography of Carbonate Rocks: Grains, textures, porosity, diagenesis. — The American Association of Petroleum Geologists Tulsa, Oklahoma, U.S.A. *AAPG Memoir* **77**, 474 p.
- SIBLEY, D. F. & GREGG, J. M. 1987: Classification of dolomite rock textures. — *Journal of Sedimentary Petrology* **57**, 967–975.
- STRECKEISEN, A. L. 1978: IUGS Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks. Classification and Nomenclature of Volcanic Rocks, Lamprophyres, Carbonatites and Melilitic Rocks. Recommendations and Suggestions. — *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen* **141**, 1–14.
- SZABÓ J. 1858: *Pest-Buda környékének földtani leírása*. — A Magyar Tudományos Akadémia által Nagy Károly díjjal koszorúzott pályáirat, Budapest, 58 p.
- SZÉKYNÉ FUX, V. & BARABÁS, A. 1953: A Dunántúli felső eocén vulkánosság. — *Földtani Közlemény* **83**, 217–227.
- TAGAKI, H. & KOBAYASHI, K. 1996: Composite planar fabrics of fault gouges and mylonite-compositive petrofabrics. — *Journal of Geological Society of Japan* **102**, 170–179.
- TUCKER, M. E. & WRIGHT, P. 1990: *Carbonate Sedimentology*. — Blackwell Scientific Publications, Oxford, 282 p.
- VÍGH GY. & HORUSITZKY F. 1940: Karszthidrológiai és hegyszerkezeti megfigyelések a Budai-hegységben. — *MÁFI Évi Jelentése 1933–35-ről* **4**, 1413–1440.
- WEIN GY. 1977: *A Budai-hegység tektonikája*. — Magyar Állami Földtani Intézet alkalmi kiadványa, Budapest, 76 p.
- Kézirat beérkezett: 2015. 08. 12.

A kora-miocén Pétervásárai Homokkő diagenézis-története

SZÓCS Emese¹, HIPS Kinga², JÓZSA Sándor³, BENDÓ Zsolt³

¹ELTE TTK Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék, 1117 Budapest, Pázány Péter sétány, 1/C, e-mail: (meseszocs@gmail.com)

²MTA–ELTE Geológiai, Geofizikai és Űrtudományi Kutatócsoport, 1117 Budapest, Pázmány s. 1/C

³ELTE TTK Közvetlen Geokémia Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C

Diagenetic evolution of the Lower Miocene Pétervására Sandstone Formation

Abstract

For this paper, the Eggenburgian Pétervására Sandstone — a shallow marine siliciclastic formation — was studied as a surface analogue for known reservoir rocks. Field observation in the area of Kishartyán, detailed petrography (including SEM, CL) and geochemical analysis (XRD, SEM-EDS, stable isotope analysis) were applied to find out more about the diagenetic processes, the burial history, the porosity evolution, and their relationship with the weathering forms. The composition of the fine to very coarse-grained sandstones varies between subarenite and litharenite. The most common detrital grains are mono- and polycrystalline quartz and sedimentary rock fragments (cherts, dolomites and metamorphic rock fragments). Ductile grains are represented by micas and altered volcanoclastic rock fragments. Based on the proportion of components, four lithofacies were distinguished: porous sandstone (LF1), matrix-rich sandstone (LF2), cement-rich sandstone (LF3), and matrix and cement rich sandstone (LF4). The eogenetic minerals are: glauconite, framboidal pyrite, flattened rhombohedral siderite crystals, K-feldspar overgrowth cement, kaolinite, and (supposedly) small amounts of calcite. The maximum burial temperature was likely reached at around 80 °C; this is indicated by the presence of quartz overgrowth cement, mixed layer illite/smectite, and replacive and cementing albite. These minerals were formed in the mesogenetic realm. During eogenesis and mesogenesis, the porosity of the sandstone progressively decreased due to compaction and the precipitation of authigenic minerals. Calcite is one of the latest diagenetic minerals and occurs both as a replacive phase and as cement. The distribution of calcite within the studied sandstone is heterogeneous. Calcite is present in elongated lenses where the sandstone has a very low porosity. Considering the geochemical data and the geological setting, the origin of the calcite can be explained by several genetic models. According to these models, the formation of the calcite may have taken place either in the mesogenetic realm from modified marine pore waters (buried together with the sediment), or from an exotic fluid channelled along fault zones. In the second scenario, there are two possibilities regarding the origin of the parent fluid: namely, (a) a formational fluid or (b) a deeply circulated, warmed-up meteoric fluid. The high porosity of the sandstone is the result of dissolution by meteoric water during uplift. Diagenetic evolution of the sandstone had a crucial role in the formation of the weathering morphology.

Keywords: sandstone, petrography, diagenesis, replacive and cement calcite, Miocene, Northern Hungary

Összefoglalás

Az eggenburgi korú, sekélytengeri környezetben képződött Pétervásárai Homokkő Formációt, mint ismert rezervoár kőzet felszíni analógját vizsgáltuk. A szemcseösszetétel, a diagenézistörténet és a porozitásfejlődés rekonstrukciójához terepi vizsgálatokat és petrográfiai megfigyeléseket végeztünk, melyeket geokémiai mérések egészítettek ki. A vizsgált, apró-durvaszemcsés, közettörmelékű homokkőben a komponensek mennyiségi aránya alapján négy litofációs különböztethető meg; ezek a porózus (LF1), mátrixgazdag (LF2), cementgazdag (LF3), és mátrix- és cementgazdag (LF4) homokkőtípusok. A diagenézis során, az eogenezis tartományában képződött autigén ásványok a glaukonit, a framboidális pirít, sziderit, kálföldpát továbbnövekedési cement, kaolinit és a feltételezhetően nagyon kis mennyiségű kalcit-cement. A legalább 80 °C-os hőmérsékletet elérve, a mezogenezis tartományában megjelent a kvarc továbbnövekedési cement, kevert szerkezetű illit/szmektit és albit keletkezett. Így a fokozatosan betemetődött homokkőben a porozitás folyamatosan csökkent a kompakció és a megjelenő új ásványfázisok miatt. A legnagyobb mennyiségben megjelenő, egyik legkésőbbi autigén ásványfázis a kalcit. Ez főleg ásványhelyettesítésként, kisebb részben pedig cementként, elszigetelt lencsékben van jelen. A rendelkezésre álló geokémiai adatok alapján, figyelembe véve a terület földtani felépítését, a kalcit eredete több genetikai modellel is magyarázható. Ezek szerint képződhetett egyrészt a mezogenezis

tartományában, az üledékekkel betemetődött módosult tengeri eredetű pórusfluidumból, másrészt keletkezhetett törésként a kőzettestbe áramlott egzotikus fluidumból. Ez utóbbi esetben is két változat lehetséges, vagy egy magas hőmérsékletű formációs fluidumból vált ki, vagy egy mélyre cirkulált és felmelegedett meteorikus eredetű fluidumból. A homokkő jelentős porozitással rendelkezik, főleg a kalcitot nem tartalmazó részeken. Ez a porozitás a kiemelkedés során, a felszín közelében alakulhatott ki a beszívó meteorikus vizek oldó hatása révén. A feltárásban megjelenő különleges mállási formák kialakulásában a homokkő diagenézistörténetének jelentős szerepe volt.

Tárgyszavak: homokkő, petrográfia, diagenézis, ásványhelyettesítő és cementkalcit, miocén, Észak-Magyarország

Bevezetés

A sekélytengeri törmelékes üledékes kőzetek diagenézisének története számos tanulmány tárgyát képezi, ugyanis ezek gyakran jó szénhidrogén-tároló kőzetek. Porozitásuk fejlődését számos tényező befolyásolja; úgy mint az üledékes környezet, az üledékes környezetben a pórusfluidum összetétele, a lehordási terület, a terület szerkezeti fejlődése és a hidrogeológiai viszonyok (MORAD 1998). A porozitás csökkenéséhez vezető legfontosabb tényezők a kompaktáció és az autigén ásványok megjelenése, míg növekedéséért az oldódás felelős. A homokkövekben megjelenő cementásványok nagy része általában speciális felületekhez kötődik, vagyis a kristálycsírák bizonyos összetételű vázalkotó szemcséken kezdenek növekedni, így megjelenésük előre jelezhető és modellezhető. Nem mondható el ugyanez a karbonátcementről, ami a homokkövekben gyakran a legnagyobb mennyiségben előforduló cementfázisként jelenik meg. A sekélytengeri homokkövekben gyakori jelenség a lencsés vagy konkréciószerű, esetenként összefüggő rétegekben megjelenő kalcitcementáció. Ez sok esetben fluidum-áramlási gátat képez és a rezervoár kőzettestek térbeli megosztását okozhatja (BJØRKUM & WALDERHAUG 1990, MOLENAAR 1998, VAN DEN BRIL & SWENNEN 2008). A diagenetikus folyamatok jobb megértése érdekében az ilyen képződményeket gyakran tanulmányozzák felszíni feltárásban, ugyanis ez részletesebb vizsgálatokra ad lehetőséget. Azonban a felszínen található kőzetek intenzív felszíni mállása elfedheti a korábbi diagenetikus fázisok nyomait, ezzel megnehezítve azok vizsgálatát.

Az eggenburgi korú Pétervásárai Homokkő Formáció Magyar paleogén medence egyik legfiatalabb képződménye, melynek korát, elterjedését és szedimentológiai jellemzőit a korábbi kutatásoknak köszönhetően részletesen ismerjük (BÁLDI 1983, HÁMOR 1985, SZTANÓ 1994). A Gödöllő–Tóalmás–Tura–Jászberény térségében fúrásokból ismert a Pétervásárai Homokkővel azonos képződmény, amely szénhidrogén-tároló (LAKATOS et al. 1991). A jelen tanulmány célja a homokkő betemetődés-történetének és a porozitás fejlődésének rekonstrukciója.

Földtani felépítés

A Pétervásárai Homokkő Formáció Magyarország északi és Szlovákia déli részén feltárolt képződmény. Az Északmagyarországi paleogén medence északkeleti részén keletkezett, ahol az üledékképződés a késő-eocéntől a kora-mio-

cénig tartott. A medencekitöltő üledékek összvastagsága eléri a 2500 métert (BÁLDI & BÁLDI-BEKE 1985, SZTANÓ 1994). Az eggenburgiban a slírképződés a medence központi részére korlátozódott, a medence nyugati peremén a Budafoki Homok, a keleti peremeken pedig a Pétervásárai Homokkő képződött. A sekélytengeri homokos képződmények a medence központja felé progradálva fokozatosan feltöltötték azt. A medence fejlődését lezáró esemény terméke a Gyulakeszi Riolittufa, melynek kora kb. 17,5 Ma (PÁLFY et al. 2007, LUKÁCS et al. 2014).

A Pétervásárai Homokkő Formáció vastagsága 200 és 600 m között változik, délkeletről északnyugat felé növekszik (HÁMOR 1985). Nannoplankton (BÁLDI 1983, NAGYMAROSY & BÁLDI-BEKE 1988) és a konglomerátumban található molluscák alapján kora eggenburgi (BÁLDI 1983). Feküje a Szécsényi Slír, mellyel nyugaton és északon összefogazódik, keleten a Darnó-zóna határolja (FODOR et al. 1992). A formáció egyes rétegeiben feldúsuló, viszonylag magas glaukonittartalmáról több szerző is említést tesz (BÁLDI 1983, HÁMOR 1985). A formáció zöld szemcséi közül azonban csak kevés bizonyult glaukonitnak; ezek az echinodermaták vázában kitöltésként megjelenő változatok. A zöld szemcsék nagy része — melyeknek a képződmény a „glaukonitos homokkő” nevet köszönheti — szeladonit és klorit összetételű és agyagásványok, illetve metamorf vagy vulkáni eredetű kőzettörmelék-szemcsék átalakulásával keletkeztek (FEKETE 2003).

Az Észak-magyarországi-öböl keleti határa egy meredek, tektonikusan létrejött sziklás part, a Darnó-zóna volt, a part közelében legyeződeltákkal, a medence felé haladva nagyméretű, majd kisebb, árapály áramlás formálta homokdombmezővel, a mélyebb részeken átmenettel a slír felé (SZTANÓ 1994, SZTANÓ & BOER 1995). A Pétervásárai Homokkő finom-durvaszemcsés homokkövek váltakozásából áll, amelyekben a változatos léptékű keresztretegzés adja az uralkodó üledékszerkezetet. A képződmény homok szemcseméretű anyaga déli irányból szállítódott, a hozzákeveredett kavicsanyag megegyezik a Darnói Konglomerátum anyagával. A formációban északnyugat felé egyre csökken a vulkáni eredetű kőzettörmelék-szemcsék mennyisége, a radiolaritzemcséké pedig egyre nő (SZTANÓ & JÓZSA 1996). A medence közepe felé haladva a Szécsényi Slír összefogazódik a Pétervásárai Homokkővel, melynek vastagsága Kishartyán környékén 200–400 m (HÁMOR 1985). Fúrásokból horzsakőtörmelék és biotitostufa-betelepülés ismert a formáció felső részéből, ami a homokkő képződésével egyidejű vulkanizmusra utal (BÁLDI 1997). A Mát-rától északra található területeken a képződmény gyakran

felszínen található vagy kvarter képződmények fedik. A medence mélyebb részein eggenburginak tartott folyóvízi agyagos homokos képződmény, otnangi barnakőszenes összlet, kárpáti slír, vagy kvarter üledék fedi (HÁMOR 1985). A homokkőre települő miocén rétegsor minimális vastagsága kb. 1600 m (HÁMOR 1989).

Vizsgálati módszerek

A mintavételezés kétféle módszerrel történt, 5 és 3 cm átmérőjű kézi fúróval kb. 30 cm mélységig befúrva, illetve a kőzetet felületéről kalapáccsal leütve. Összesen 23 db fúrómagból és 9 db felszíni mintából készült vékonycsiszolat. A kőzetminták csiszolás előtt vákuumban kék gyantába lettek beágyazva. A petrográfiai megfigyelések Olympus BX41 típusú polarizációs mikroszkóppal történtek. A katódlumineszcens (CL) vizsgálatokat polírozott felületű mintákon MAAS-Nuclide ELM-3 típusú hideg katódos készülékkel végeztük. Alizarin vörös és kálium-ferricianid keverékéből álló Dickson-féle oldattal (DICKSON 1966) való csiszolatfestés után mechanikus módszerrel pontszámlálás végeztünk (16 mintában, mintánként 300 pont). A földpátok mennyiségének meghatározása ImageJ szoftver segítségével történt, katódlumineszcens mikroszkópban készült felvételek használatával. A fluidzárvány mikrotermometriai vizsgálatokhoz mindkét oldalon polírozott, 80 µm vastagságú csiszolatok készültek.

A pásztázó elektronmikroszkópos (SEM) vizsgálatokat energiadiszerzív spektrométerrel (EDS) felszerelt Amray 1830i típusú berendezéssel végeztük 20 kV gyorsító feszültség és 1 nA sugáráram mellett. A mérések fókuszált

elektronsugárral történtek (átmérő ~100 nm), a mérési idő 100 sec (livetime) volt. Négy polírozott vékonycsiszolaton és három fúrómag tört felszínén végeztünk megfigyeléseket; ezek felszínét szénnel vontuk be. A megfigyeléseket és méréseket visszavert elektronsugaras (BSE), szekunder elektronsugaras (SE) és katódlumineszcens (SEM-CL) módban végeztük.

Öt minta agyagásvány-összetétele került meghatározásra röntgen-pordiffrakciós vizsgálatok segítségével (XRD). A felvételek Siemens D 5000 típusú, szcintillációs detektorral felszerelt diffraktométeren, hajlított grafit egykristály szekunder-oldali monokromátor segítségével, Θ – Θ üzemmódban, Cu-K α gerjesztő sugárzással készültek. A <2 µm frakció leválasztása a porított minták 10% ecetsav oldatban való étetésével, majd centrifugálással és ülepítéssel történt. Az így készült szuszpenzió üveglapra való felvitele és szobahőmérsékleten való szárítása után történtek a mérések.

A stabilizotóp-mérésekhez a mintavételezést kézi fúróval, 0,5 mm-es átmérőjű fúrófejjel végeztük. Ezzel a mintázási módszerrel nem volt lehetőség az egyes karbonát-fázisok elkülönítésére. 10 minta mérése, foszforsavas feltárása után (ROSENBAUM & SHEPPARD 1986, SPÖTL & VENNEMANN 2003), Finnigan Delta Plus XP tömegspektrométerrel történt. Az eredmények a V-PDB nemzetközi sztenderdhez viszonyítva %-ben lettek megadva.

Terepi megfigyelések

A Kishartyántól délre található Kőlyuk-oldal feltárásból 30 mintát vettünk (I. táblázat, I. ábra a, b). Itt a homokkő három kifejlődési típusa jelenik meg (SZTANÓ 1994):

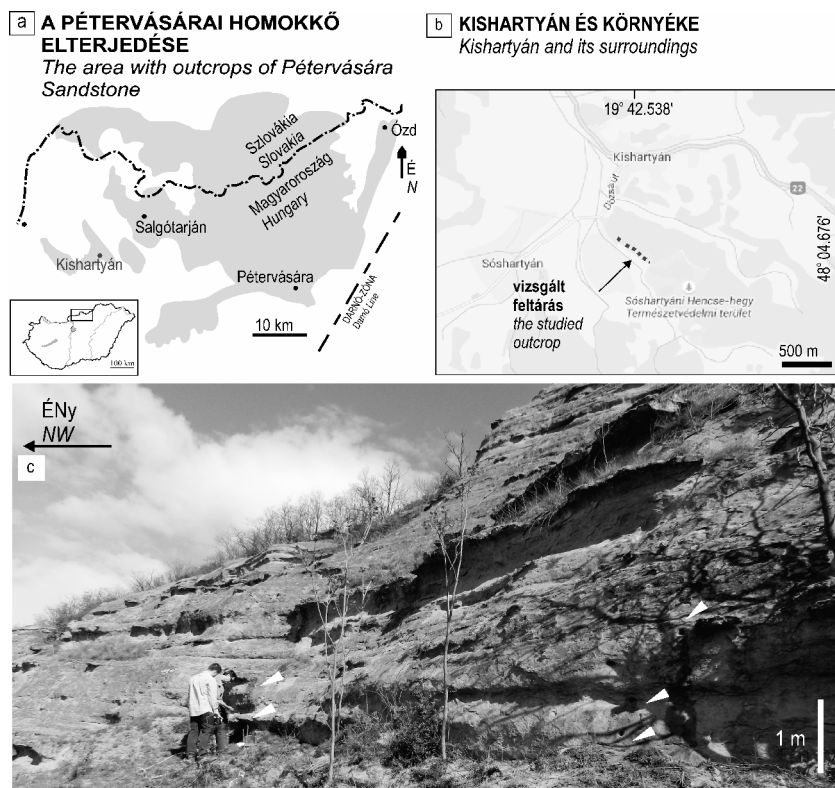
I. táblázat. A terepi észlelések és pontszámlálás alapján elkülönített litofációs típusok

Table I. Lithofacies types according to field observations and point counting

Litofációs <i>Lithofacies</i>	Üledékes bélyegek <i>Sedimentological features</i>	Mállási jellemzők <i>Weathering features</i>	Mintaszám <i>Samples</i>
LF1 porózus <i>LF1 porous</i>	Apró–középszemcsés, 10–30 cm vastag rétegek. <i>Fine to medium grained sandstone, 10–30-cm-thick beds.</i>	Egyenes falszakaszokban és a kiálló padok egyes részein jelenik meg, puha zöldesszürke morzsolható kőzet. Felszakadozó, pár cm vastag, mállási kéreg borítja. <i>It is present in flat walls and in some overhanging blocks, soft, grey or greenish colored. Friable rock covered by chipped weathering crust.</i>	B–6 [*] , B–7 ^α , B–7/c ^α , B–8 [*] , B–10-a ^α , B–11/a [*] , B–13/e, B–14, D–19, D–20
LF2 mátrixgazdag <i>LF2 matrix-rich</i>	Aprószemcsés homokkő, 5–10 cm vastag rétegekben, gyakran bioturbált. <i>Fine grained sandstone, 5–10-cm-thick beds, often bioturbated.</i>	Enyhén befelé hajló falszakaszokban jelenik meg, puha, kevésbé morzsolható kőzet. <i>It is present in curved walls. Soft, brownish but less friable rock.</i>	A–1 [°] , A–3 [°] , B–9/a [*] , B–9/b [*] , B–10/b ^α
LF3 cementgazdag <i>LF3 cement-rich</i>	Apró–durvaszemcsés homokkő, 10–50 cm vastag rétegekben jelenik meg. Néha bioturbált vagy keresztarétegzés látható. <i>Fine to very coarse grained sandstone, 10–50-cm-thick beds. It is occasionally bioturbated or cross bedding is visible.</i>	Elyűlt lencseszerű testekben jelenik meg a kiálló padokon belül. Kemény, fehér, nem pereg. <i>It is present in lens like bodies in overhanging blocks. Hard, white rock.</i>	A–4, A–5, B–10/c ^α , B–12-a, B–12/b, B–13/c, B–13/d, B–13/f, B–14/c, C–15, C–16 [*] , C–17 ^α , D–18, D–21, D–22
LF4 mátrix és cementgazdag <i>LF4 matrix- and cement-rich</i>	Apró–középszemcsés, 10–30 cm-es padokban jelenik meg, bioturbált. <i>Fine to medium grained sandstone, 10–30-cm-thick beds, bioturbated.</i>	Kiálló padokat alkot, kemény, fehér vagy barnás színű, nem morzsolható kőzet. <i>It is present in overhanging blocks. Hard, white or brownish rock.</i>	A–2 [°] , A–3, B–11/b [*]

A mintaszámok felső indexében azonos jelek jelzik az azonos rétegből, egymástól néhány méterre gyűjtött mintákat.

Identical superscript of sample numbers indicates that these samples, located a couple of metres from each others, were collected from the same beds.



1. ábra. a) A Pétervásárai Homokkő elterjedési területe (SZTANÓ1994) és a vizsgált feltárás helye. b) A kishartyáni feltárás földrajzi elhelyezkedése (forrás: Google Earth). c) A vizsgált feltárás a kishartyáni Kőlyukoldal rétegzést követő markáns mállási formákkal. A nyilak mintavételi pontokat jelölnek

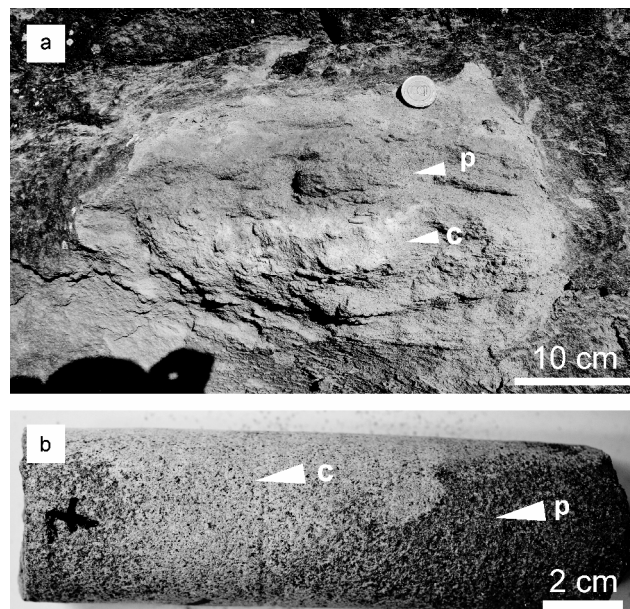
Figure 1. a) Areal distribution of the Pétervására Sandstone (after SZTANÓ 1994). The studied outcrop is marked with red. b) Geographical map of the area of Kishartyán (Google Earth). c) The studied outcrop in the Kőlyukoldal, Kishartyán, showing the weathering morphology. Arrows indicate sampling points

(1) pados, vékony aleuritós rétegekkel elválasztott, kis-léptékű kereszttrétegzett apró-középszemcsés homokkő; (2) nagyléptékű kereszttrétegzett közép–durvaszemcsés homokkő (3) kavicsos homokkő. A feltárás alsó szakaszán a kőzet felszíni mállása miatt az üledékszerkezetek csak ritkán ismerhetők fel (SZTANÓ 1994).

Markáns mállási felszínformák jellemzik a kishartyáni feltárást (1. ábra, c). A falból maximum néhány 10 m hosszúságban, egymással párhuzamosan, változatos vastagságú elnyúlt padok állnak ki. A kiálló részek kalcittal cementált lencsék tartalmazzak, melyek sem oldalirányban, sem a falban befelé nem folytonosak (2. ábra, a). Ezeket a padokat kemény, fekete mállási kéreg borítja. A köztük elhelyezkedő egyenes falszakaszokon vastag, puha, világos színű, fellevelesedő mállási kéreg jelenik meg. Ezek a részek általában kevés kalcittal cementált lencsét tartalmaznak. Az agyagos, mátrixgazdag részek általában homorú, befelé hajló falszakaszokat alkotnak, mállási kéreg nem figyelhető meg rajtuk. Itt a szemcsék könnyen kiperegnek.

Petrográfia

A vizsgált mintákat a szemcseméretük, valamint a mátrix, a kalcittartalom és a nyílt pórusok jelenléte vagy hiánya



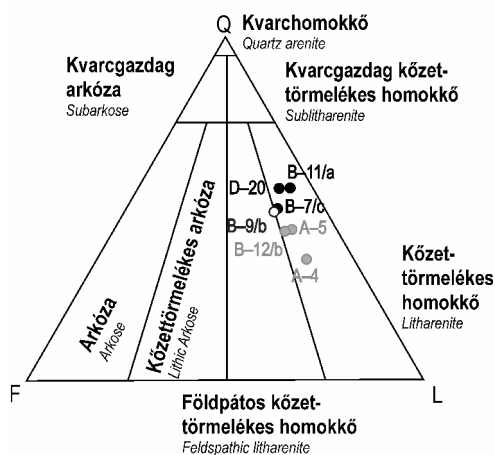
2. ábra. a) Cementált gumó (c; LF3) és az azt befogadó porózus homokkő (p; LF1) friss törési felületen, egy kiálló blokk helyén. b) Fokozatos átmenet a szürke cementgazdag (c; LF3) és a barna porózus (p; LF1) homokkő között fűrt mintában (B-13)

Figure 2. a) Cement-rich sandstone (c; LF3) hosted by porous sandstone (p; LF1) in fresh surface left by an overhanging block broken away. b) Gradual transition from cement-rich (c; LF3) to porous (p; LF1) sandstone in a core plug (B-13)

alapján négy litofácies csoportba lehet sorolni (2. ábra, a, b; I. táblázat). Ezek a feltárásban szabálytalan eloszlásban, foltszerűen fordulnak elő, határuk általában nem éles.

Üledékes komponensek

A vizsgált minták átlagos összetétele $Q_{43}F_{11}L_{46}$, ami FOLK (1974) alapján éretlen közettörmelék homokkő, illetve földpátos közettörmelék homokkő (3. ábra, II. táblázat). A leggyakoribb vázalkotó szemcse a monokristályos



3. ábra. A vizsgált minták összetétele a FOLK (1974) féle homokkő osztályozási diagramon

LF1 minták fekete színnel, LF2 minták üres kör színnel, LF3 minták világos szürke színnel ábrázolva

Figure 3. Composition of the studied samples plotted on the sandstone classification diagram after FOLK (1974)

LF1 samples with black, LF2 samples empty circle, LF3 samples with light grey

és polikristályos kvarc (Q). A káliföldpátok (Kfs) koptattak vagy sajátalakúak. A plagioklászok (Pl) ritkán sajátalakúak, leginkább félig sajátalakú vagy koptatott szemcsék formájában jelennek meg. A muszkovit (Mu) általában üde, míg a biotit gyakran kloritosodott, vagy a vas elvesztésének következtében kifakult. A glaukonit csoport ásványai (Glt) üde és mállott formában is megjelennek, az üde változatok élénkzöldek, míg a mállottak barnák vagy faközöldek.

Gyakoriak a metamorf eredetű közettörmelék-szemcsék (R met, úgymint muszkovit-, kvarc-, klorittartalmú csillámpalák és fillitek, gneiszek, kvarcitok és grafit fillitek, szerpentin), illetve ásványtörmelékek (gránát, rutil és sztaurolit). Mélységi magmás kőzetekből származó közettörmelék-szemcsék (granitoid törmelékek, kvarcmikrodioritok), kiömlési kőzetek törmelék-szemcséi (bazaltok), erősen agyagosodott vulkáni kőzetek törmelékei, hidrotermás eredetű szalagos kvarc és breccásodott kvarc is megjelenik. Cirkon, rutil, turmalin és apatit is előfordul kis mennyiségben. Üledékes eredetű közettörmelék-szemcsék közül a dolomit (Dol) a leggyakoribb. Jól koptatott, változatos méretű szemcsékként jelenik meg. A szemcsék felszínén szinte mindig vékony, barna, vas-oxid-bevonat található. Kalcit anyagú közettörmelék-szemcsék rendkívül ritkán fordulnak elő, sok mintából teljesen hiányoznak. Ritkán felismerhetőek bioklasztok (foraminiferák és molluszkák váztöredékei).

A mátrix négy típusa figyelhető meg. A leggyakoribb megjelenési formája a szemcsék közötti mátrix, amely általában agyag méretű szemcsékből áll (LF2). Szintén gyakori a maximum néhány cm átmérőjű, foltszerűen megjelenő mátrix. A szabálytalan, gyakran sorokba rendeződött foltok bioturbációs eredetűek; vagyis a homok- és agyagtartalmú részek ásással való keveredésével keletkeztek. Szintén bioturbációs eredetűek a mátrixon belül elhelyezkedő közepes méretű szemcsés homok méretű szemcsecsoportok. A rideg vázalkotó szemcsék közé képlékenyen viselkedő szemcsék keveredhetnek, pl. agyagkavicsok vagy ritkábban mállott vulkáni eredetű közettörmelék-szemcsék (pseudomátrix). Ritkán előfordul kizárólag kőzetliszt méretű szögletes szemcsékből álló mátrix is.

Diagenetikus komponensek

Szemcsék érintkezése

Jellegzetes a kvarc és egyéb rideg szemcsék benyomódása a képlékenyen viselkedő szemcsékbe, amelyek muszkovit, biotit, klorit, galukonit, mállott vulkáni klasztok és az agyagtartalmú üledék felszakított darabjai (4. ábra, a). A csillámok általában jól megtartják eredeti lemezes morfológiájukat, néha hajlítottak, ritkán kinkszerűen deformáltak. Más esetben a képlékeny szemcsék ellapulnak a rideg vázalkotó szemcsék között, pseudomátrixot hozva létre. Az egymással érintkezésben lévő kvarc és egyéb rideg szemcsék határa lehet pontszerű, de gyakoribbak a vonalmenti határok (4. ábra, b). Konkáv–konvex, enyhén hullámos határok vagy csipkézett felületek viszonylag ritkán figyelhetőek meg (4. ábra, b).

Glaukonit

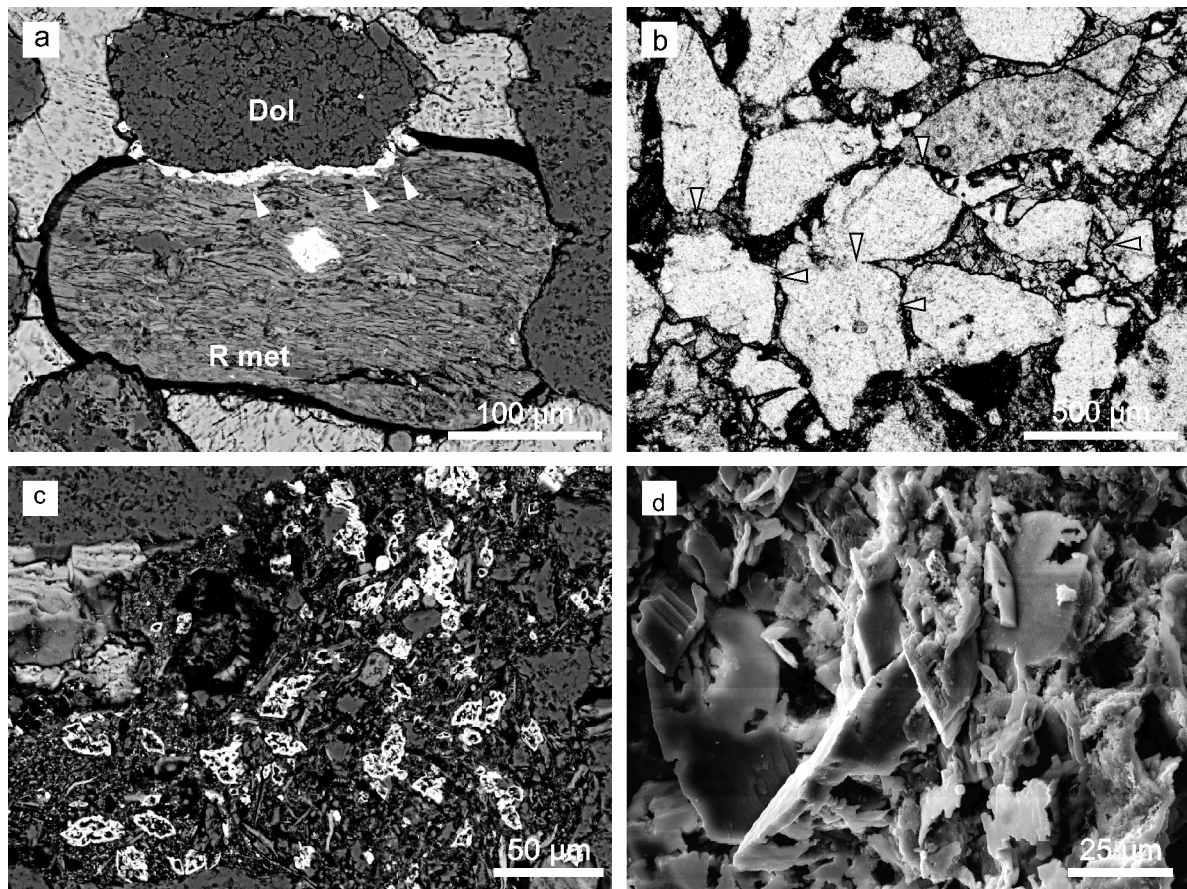
A helyben képződött és az áthalmozott glaukonit szemcsék elkülönítése csak bizonyos esetekben volt lehetséges. Az autigén glaukonit kalcit-összetételű bryozoa és echinodermata-vázak üregeiben képez kitöltéseket. Színe élénkzöld, ez elfedi az interferencia színt. Képlékeny és töréses deformáció nyomai egyaránt megfigyelhetőek rajta.

Sziderit utáni vas-oxid pseudomorfóza

Jellegzetes, lapos romboéder kristályformákat leggyakrabban törmelék dolomitszemcsék felületére ránőve láthatunk (4. ábra, a). Áteső fényű mikroszkópban barna, vörösesbarna színűek, keresztezett nikolokkal a kristályok saját színe elfedi az interferencia színt; reflexiós mikroszkópban sárgásbarna vagy élénkfehér színűek. EDS mérések alapján a kristályok vastartalmúak, egyenetlen, nem sima felületű kristálylapokkal határoltak és belsejük porózus (4. ábra, d). Ilyen kristályok néha a dolomitszemcsék repedéseiben, vagy ritkán szabálytalan elrendezésben, a mátrixban is megjelennek (4. ábra, c). A kristályok mérete általában 10–20 μm . Nyílt pórusokban, kalcittal cementált pórusokban és plasztikus szemcsékbe benyomódva egyaránt megtalálhatóak. A lapos romboéder kristályalak és a karbonátszemcsékre történő ránővedés gyakorisága miatt felté-

II. táblázat. A homokkő komponenseinek mennyiségi arányai a pontszámolás alapján
 Table II. Proportions of components of the sandstone according to the point count data

Litofácies – Lithofacies	LF1 porózus homokkő – LF1 porous sandstone										LF2 mátrix-gazdag homokkő LF2 matrix-rich sandstone				LF3 cement-gazdag homokkő LF3 cement-rich sandstone						LF4 mátrix- és cement-gazdag homokkő LF4 matrix- and cement rich sandstone		
	A-3	B-7/c	B-10/a	B-11/a	B-11/b	D-20	B-9/b	A-4	A-5	B-12/b	B-13/c	B-14/c	A-2	B-10/b	B-13/e								
Mintaszám (sample)	36	31	43	36	37	37	28	23	27	29	28	37	29	36	35								
kvarc+tüzkő (quartz+ chert)		8		6		7		9	8	9	4												
földpát (feldspar)																							
magnás+metamorf kőzetörmelek-szemese (magmatic+metamorphic rock fragment)	20	11	20	13	39	20	13	31	26	29	20	30	11	22	21								
vulkáni kőzetörmelek-szemese (volcanic rock fragment)	13	12	18	12	10	7	7	6	1	4	7	5	10	9	4								
bioklaszt (bioclast)								<1				<1	<1										
barna vasásvány (brown minerals)	3	5		4		3	5		2	<1	1	1	4	1	2								
dolomit (dolomite)	7	4	2	3	3	6	4	2	9	6	9	5	4	4	8								
Mátrix matrix	9		4	2		1	28	1		1			19	6	13								
lilára festődött kalcit (purple stained calcite)			1				1	18	12	13	14	5	11	4	10								
kékre festődött kalcit (blue stained calcite)	<1		1					5	5	3	4	2	3	3									
ásványhelyettesítő kalcit (replacive calcite)			<1					5	1	3	4	3	8	2	2								
sziđerit (siderite)	3	4	2	4	3	1	1		4	3	3	2	1	1									
szemesközi (intergranular)	8	20	8	17	8	17	3	<1	4	<1	5	8	1	8	4								
szemesén belüli (intragranular)	2	5	1	3	1	1	2		1		1	2	1	2	1								
Szemcsék (grains)	78	71	82	75	87	80	65	71	72	76	68	77	57	73	70								
Pórusok (pores)	10	25	10	20	9	18	5	<1	5	<1	6	10	1	11	5								
Mátrix (matrix)	9		4	1	<1	1	28	1	<1	1	<1	<1	19	6	13								
Cement (cement)	3	4	4	5	3	1	2	27	22	22	25	12	23	11	12								



4. ábra. Mikroszkópos fotók

a) Képlékeny metamorf közettörmelék-szemcsébe (R met) benyomódott, a fizikai kompaktió előtt képződött szideritcement (nyíl), ami dolomitszemcsére (Dol) nőtt; SEM-BSE; C-16. b) Rideg szemcsék között megjelenő vonalszerű (függőleges nyilak) és pontszerű (vízszintes nyilak) érintkezési felületek. A vázalkotó szemcsék között kékre, kékeslilára festődött vastartalmú kalcit található. 1N; festett csiszolat; A-2. c) Saját alakú, több alkristályból álló, átalakult sziderit, hintetten a mátrixban; SEM-BSE; B-12/a. d) Hajlított kristálylapokkal határolt, porózus, átalakult szideritkristályok dolomit közettörmelék-szemcsé felületén; SEM-SE; B-13

Figure 4. Photomicrographs

a) Concavo-convex contact of a dolomite grain (Dol), rimmed by pre-compactional siderite cement (arrow), and a metamorphic rock fragment (R met); SEM-BSE; C-16. b) Point contacts (vertical arrows) and linear contacts (horizontal arrows) between rigid grains. Among detrital grains ferroan calcite stained blue or purple-blue. 1N; stained thin section; A-2. c) Euhedral, altered siderite crystals scattered in the matrix; SEM-BSE; B-12/a. d) Altered and porous, flattened rhombohedral siderite crystals on the surface of a detrital dolomite clast; SEM-SE; B-13

telezhető, hogy ez a cementfázis eredetileg szideritként válhatott ki, majd később oxidálódott.

Pirit utáni vas-oxid/vas-oxid-hidroxid pszeudomorfóza

Framboid kristályhalmazokat alkotó vas-oxid (EDS mérések alapján) és feltehetően vas-oxid-hidroxid összetételű kristályok figyelhetők meg a mintákban. A mátrixgazdag részekben az egyedi framboidok mérete elérheti a 30 μm-t. Továbbá, a néhány μm-es framboid kristályhalmazok tömegesen is megjelennek a szemcsék felületén. A framboid alak alapján feltételezhető, hogy a kivált piritkristályok egy későbbi fázisban oxidálódtak.

Albit, ásványhelyettesítő és cement

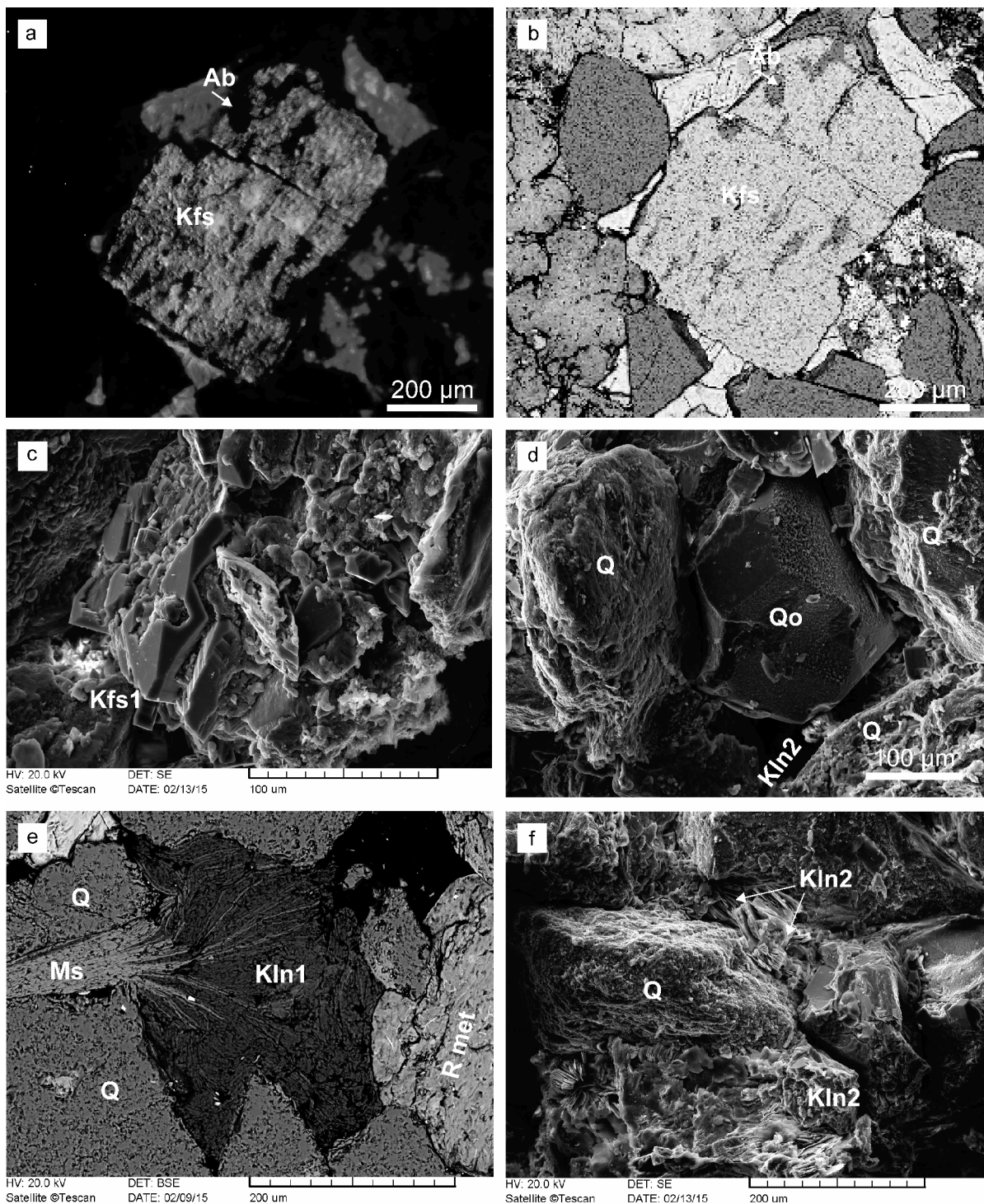
A kéken lumineszkáló törmelékes káliföldpátszemcsékben szabálytalan, nem lumineszkáló foltokként jelenik meg, gyakran hasadási nyomok vagy repedések mentén (5. ábra, a, b). Emellett táblás kristályokat alkot, amelyek ránőnek a káliföldpátszemcsék felületére. Nyílt, kalcittal és kaolinnal kitöltött pórusokban egyaránt megjelenik.

Káliföldpát továbbnövekedési cement

Nem lumineszkáló vékony peremet alkot a kéken lumineszkáló törmelékes káliföldpátszemcséken. Ritkábban a zölden lumineszkáló törmelékes plagioklászszerű szemcsék peremén is megjelenik. Egyes kristálylapok, vagy kisméretű, megnyúlt kristályok jellemzik (5. ábra, c). Habitusa lehet nyúlt prizmás, vagy táblás. Két fázisa különíthető el, a Kfs1, ami belenyomódik a képlékeny szemcsékbe (6. ábra, a) és a Kfs2, ami a törmelékes káliföldpátszemcséknek csak azon az oldalán jelenik meg, melyek nem szenvedtek kompaktiót. A kalcit, kaolinit és sziderit után ez a leggyakoribb cementtípus.

Kvarc továbbnövekedési cement

A tört kőzetfelszínen végzett SEM megfigyelésekkel ritkán olyan kvarc-szemcséket lehet megfigyelni, melyeket részben egyes kristálylapok és részben érdes, csipkézett (mikroszilolitos) felszínek határolnak (5. ábra, d). Csiszolatban igen ritkán nagyon keskeny kvarc továbbnövekedési cement zónát lehet megfigyelni SEM-CL módszerrel, ahol



5. ábra. Mikroszkópos fotók

a) b) Autigén, nem lumineszkáló albit (Ab) részben helyettesítette a kálföldspárat (Kfs) hasadási nyomvonalai mentén ásványhelyettesítő fázisként; a: CL; b: SEM-BSE; B-12/a. c) Saját alakú kálföldspát továbbnövekedési cement (Kfs1) törmeléken; SEM-SE; B-13/b. d) Egyetlen felületű, törmeléken kvarc (Q) között elhelyezkedő kvarcsemege bal oldali részén egyenes lapokkal határolt kvarc továbbnövekedési cement (Qo), a másik, jobb oldala pedig csipkés felülettel rendelkezik, ami nyomásoldódásra utal. A pórustérben, a kvarc egyenes kristálylapja mellett, kaolinitcement (Kln2) is megjelenik; SEM-SE; B-13/e. Nem irányított minta. e) Muszkovit (Ms) lemezei közé nőtt, azokat szétfeszítő, jól fejlett kaolinitcement-kristályok (Kln1), az előbbi lemezei hajlítotak, míg az utóbbiak rendezetlenül állnak; SEM-BSE; B-9. f) Szemcséközi pórustérben megjelenő, jól fejlett, könyvlepcszerű kötegeket alkotó kaolinitkristályok (Kln2), melyek lefedik a kvarcsemegek (Q) egyenes érintkezési felületét; SEM-SE; B-9

Figure 5. Photomicrographs

a) b) Authigenic, non-luminescent albite (Ab) partly replaced the K-feldspar (Kfs) displaying blue luminescence, along cleavage plains; a: CL; b: SEM-BSE; B-12/a. c) K-feldspar overgrowth cement (Kfs1) on a detrital grain; SEM-SE; B-13/b. d) A quartz grain mostly with overgrowth cement (Qo) showing straight crystal faces on left hand side and partly showing serrated, micro-stylolitic surface on the other side (the latter refers to pressure dissolution), located between detrital quartz grains (Q). Kaolinite cement (Kln2) is also present along straight crystal face of the quartz within pore space; SEM-SE; B-13/e. Non-oriented sample. e) Authigenic, pore-filling, pre-compactional kaolinite (Kln1) localized between 001 surfaces of detrital mica (Ms), separating them by expansion; SEM-BSE; B-9. f) Post-compactional, pore-filling kaolinite booklets (Kln2) which overlap the linear contact of quartz grains (Q); SEM-SE; B-9

a törmelékes szemcsé és a továbbnövekedési zóna lumineszcenciájában kis különbség van. Ez a cementtípus ritkán és csak igen kis mennyiségben jelenik meg.

Kaolinit, cement és ásványhelyettesítő

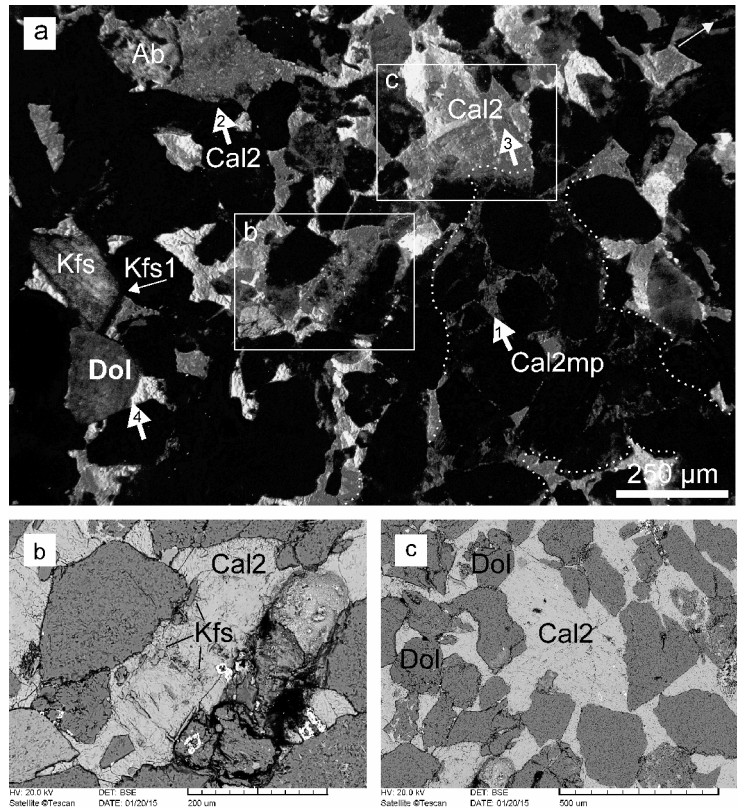
Gyakori a muszkovitkristályok lemezei közé nőtt, azokat szétfeszítő kaolinitcement (5. ábra, e). Ebben az esetben megfigyelhető, hogy a kaolinitcement nagy mennyiségben jelenik meg, és kristályai enyhén hajlítottak (Kln1). Könyvlapszerű kötegeket alkotó, jól fejlett, 50–100 µm átmérőjű lemezes kristályhalmazok (Kln2) az egymással vonalhatárokkal érintkező, rideg szemcsék közötti pórusterben jelennek meg (5. ábra, f). Plagioklász szemcséken pedig kaolinit ásványhelyettesítés (Kln3) fordul elő. A kaolinitcement a mátrixgazdag homokkövekben a leggyakoribb, de a többi változatban is előfordul.

Kalcit, ásványhelyettesítő és cement

Jelentősebb mennyiségben lencsékben fordul elő. A homokkő többi részében csak kis mennyiségben van jelen, vagy teljesen hiányzik. A kristályok szinte teljesen zárványmentesek. Leggyakoribb fázisa az ásvány- vagy kőzettörmelék-szemcséket helyettesítő mozaik pát és poikilotopos kristályok. Ez utóbbiak a törmelékes szemcsékhez hasonló méretben jelennek meg. Ilyen területeken a kalcitkristályok között, vagy a kristályba ágyazottan megfigyelhetőek különféle összetételű ásványok a vázalkotó szemcséknél kisebb méretben. Ilyen esetekben a kálföldpátok vázszerű kristálytöredékeként jelennek meg, a dolomit apró romboédere kristályok halmazaként, míg a kvarc-szemcsék szabálytalan alakban fordulnak elő. A vizsgált mintákban ritkán találhatóak ősmaradványok váz-töredékei, melyek részleges helyettesítése viszonylag gyakori. Ezek a kalcitkristályok (Cal2) tompa vörös és fényes narancs színű, foltos lumineszcenciát mutatnak. Esetenként közvetlenül a vázalkotó szemcsék felületén, az ásványhelyettesítő kalcit legkorábbi növekedési zónáját egy nem lumineszkáló néhány 10 µm-os sáv képezi (Cal1).

Szintén kőzettörmelék-szemcséket helyettesít a kalcit-mikrit mikropát méretű változata, mely sötét tompa vörös lumineszcenciát mutat (6. ábra, a). A kristályhalmazok a vázalkotó szemcsékhez hasonló méretűek. A kristályok között törmelék-szemcsék (kálföldpát, dolomit, albit, klorit, kaolinit, muszkovit, szmektit és apatit) vagy a diagenézis során keletkezett kristályok (oxidált sziderit) apró maradványai jelennek meg (6. ábra, b, c).

Az autigén kalcit ritkábban cement (Cal3) formában is megjelenik, ami vagy a törmelék-szemcsékre vagy az ásványhelyettesítő fázisra nő rá (7. ábra, a, b, c). A cement első fázisa saját alakú (Cal3a), amire optikailag folytonosan nő rá a pórusteret teljesen kitöltő második fázis (Cal3b).



6. ábra. Mikroszkópos fotók

a) Cementgazdag homokkő (LF3) CL képe foltos lumineszcenciát mutató kalcittal, ami sokszor a törmelékes szemcséknél nagyobb méretben jelenik meg és teljesen kitölti a szemcsék közötti pórusteret. Mikropát kristályok (Cal2mp, fehér szaggatott vonal által határolt területen) alkotják a kalcit legkorábbi generációját és sötét tompa vörös lumineszcenciát mutatnak (1. nyíl). Tompa vörösből és élénk narancsból álló foltos lumineszcenciát mutató kalcit (Cal2, 2. nyíl) és kissé foltos élénk narancs lumineszcenciát mutató pát-kristályok (Cal2, 3. nyíl). A kalcit kristályok vonalas érintkezési szemcsék felületére nőttek rá (például 4. nyíl). Kompakció előtti, glaukonitszemcsébe nyomódó kálföldpát továbbnövekedési cement (Kfs1, nyíl) kálföldpát-szemcsé (Kfs) felületén. Az üledéklerakódás irányát a nyíl mutatja a jobb felső sarokban; C-6. b) A vázalkotó szemcsékhez hasonló méretű kalcit kristály (Cal2) kálföldpát (Kfs) maradványokat foglal magába; SEM-BSE. c) A vázalkotó szemcséknél nagyobb méretű autigén kalcitkristályban (Cal2) nem található megelőző ásványfázis maradványa; SEM-BSE

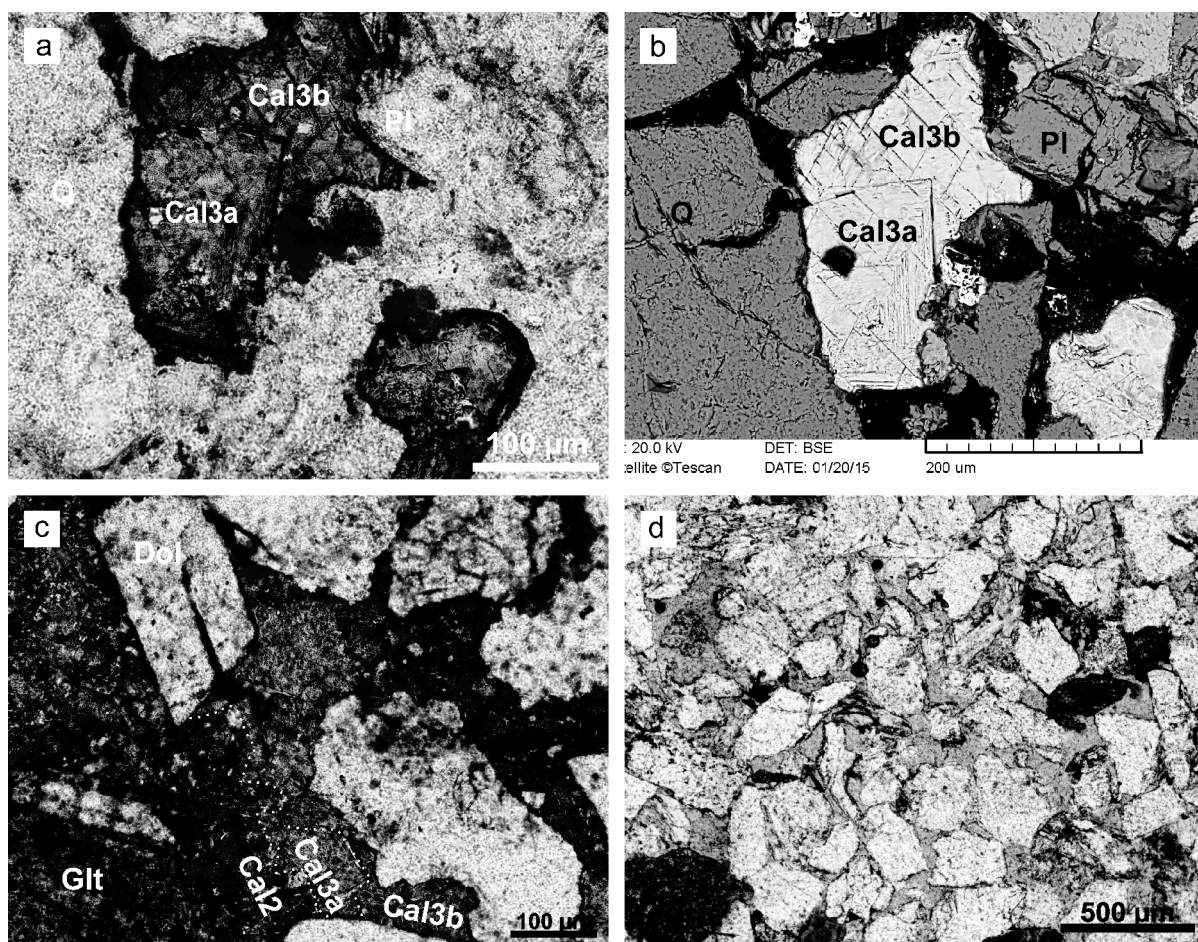
Figure 6. Photomicrographs

a) CL image of cement-rich sandstone (LF3) with calcite displaying mottled luminescence. Crystals are commonly larger than the grains and they fulfil the entire pore space between the grains. Microspars (Cal2mp, area delineated by white dashed line) were formed as the earliest generation of the calcite and exhibit dark dull red luminescence (arrow 1). Calcite showing mottled luminescence consisting of dull red and bright orange (Cal2, arrow 2), and spars showing faintly mottled bright orange luminescence (Cal2, arrow 3). Calcite crystals overlap the linear contacts of the grains (e.g. arrow 4). Pre-compactional K-feldspar overgrowth cement (Kfs1) on a K-feldspar grain (Kfs) and along linear contact with a glauconite grain. Direction of the sediment deposition is shown by the yellow arrow at the upper right corner; C-16. b) Replacive calcite, as large as the grains, includes remnants of K-feldspar (Kfs); SEM-BSE. c) Calcite crystal (Cal2), larger than grains, without remnants of precursor minerals; SEM-BSE

Mindkét fázis élénk narancsszínű foltosan lumineszkál. Az autigén kalcit az összes korábban leírt cementfázis körülveszi; emellett megfigyelhető, hogy ránc a fizikai és kémiai kompakció során létrejött szemcsehatárookra.

Másodlagos pórusok

Az elsődleges szemcséközi pórusokon kívül másodlagos pórustípusok is megjelennek a homokkőben. A földpátok esetén szembetűnő a fátyszerű megjelenés és a jelentős intragranuláris porozitás (7. ábra, d). A szemcsék szivacsos szerkezetűek, gyakran szabálytalan, vázszerű felépítésűek és jelentős mikroporozitásuk van. A porózus litofaciesben (LF1) a vázalkotó szemcsékhez hasonló mére-



7. ábra. Mikroszkópos fotók

a) b) Kalcitcement két generációja, az első fázis saját alakú és lilára festődik (Cal3a), a második generáció kékre festődik (Cal3b); a: 1N, b: SEM-BSE; B-13/e. c) Lilára festődő ásványhelyettesítő kalcit (Cal2, pontozott vonallal kiemelve) a megelőző ásványfázis (Glt) barna színű, apró maradványaival. A kalcit cement első fázisának (Cal3a) gyakran egyenes kristály lapjai vannak (pontozott vonal), második fázisa (Cal3b) pedig kitölti a pórusteret; B-13/e. d) Kék gyantába ágyazott porózus homokkő (LF1). A földpátszemcsék maradványai fátyolszerűek, a vázalkotó szemcsék érintkezési felülete gyakran vonalszerű; B-10/a

Figure 7. Photomicrographs

a) b) Two generations of calcite cement: the first phase is euhedral, purple stained (Cal3a) and the second phase is blue stained (Cal3b); a: 1N; b: SEM-BSE; B13-e. c) Purple stained replacive calcite (Cal2, delineated by dotted line) with scattered, tiny remnants of brownish precursor minerals (Glt). The first phase of cement crystals (Cal3a) has straight crystal face (dotted line), whereas the second phase (Cal3b) fills the pore space; B-13/e. d) Porous sandstone (LF1) with blue epoxy. Filmy appearance of partly dissolved feldspars is common; note linear grain contacts; B-10/a

tű, vagy akár nagyobb pórusok is megjelennek. Más esetekben az ilyen pórusokban kisméretű, egyenetlen felülettel határolt szemcsék találhatóak, melyeknek látszólag egyik oldala sem érintkezik a szomszédos szemcsékkel. A nyílt pórusokban, továbbá a cementált foltok határán a kalcitkristályok felszíne egyenetlen — ez legtöbbször a cementgazdag (LF3) és a porózus (LF1) litofáciesek határán figyelhető meg. A kalcit mikropáttal cementált területek jelentős mikroporozitással rendelkeznek.

Agyagásvány vizsgálatok

A vizsgált minták <2 μm frakciójának röntgen-por-diffrakciós elemzése azt mutatta, hogy minden mintában ugyanazok az agyagásványok fordulnak elő, mennyiségük azonban különbözhet. A kaolinit és a kevert szerkezetű illit/szmektit dominál és viszonylag gyakori a klorit is, kis mennyiségben szmektit jelenik meg. A 10 Å-nél

található reflexió az illit vagy glaukonit jelenlétét mutatja. A kevert szerkezetű illit/szmektit és a kaolinit a mátrixgazdag homokkő (LF2) mintában a leggyakoribb.

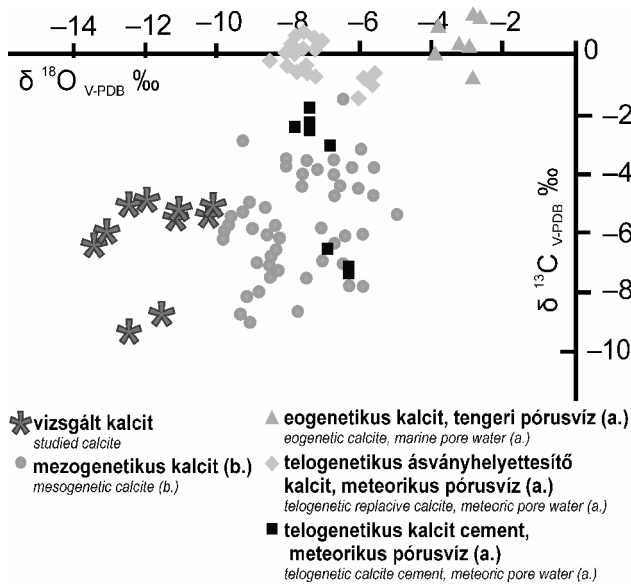
A cementgazdag (LF3) mintákban a kaolinit dominál. A kaolinit póruskitöltő cementet képez és a földpátok részleges helyettesítésével is keletkezett.

Hatszöges kristályokból álló könnyvlapszerű kötegei jól megfigyelhetők a pásztázó elektronmikroszkópos felvételeken. Ezzel szemben a szmektit és a kevert szerkezetű illit/szmektit ásványok csak kevés esetben figyelhetőek meg, kis méretük miatt EDS kémiai elemzésük nem volt lehetséges. Általában póruskitöltő cementet képeznek, hajladozó, szálas kristályokból állnak.

Geokémiai paraméterek

Az autigén kalcit változó mennyiségben (0–2%) FeCO₃-t és MnCO₃-t tartalmaz (EDS). Azok a változatok, melyek-

ben a Fe^{2+} mennyisége meghaladja a Mn^{2+} mennyiségét általában kék színűre festődnek. Fordított arány esetén kékeslila vagy lila szín figyelhető meg. A kalcitkristályok egy része 0,5–1,5% mennyiségben MgCO_3 -t is tartalmaz, vagyis kis Mg-tartalmúak. A stabilizotóp mérések során kapott stabil szén- és oxigénizotópos összetételek a kalcitfázisok együttes értékeit reprezentálják. A $\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}}$ értékei 5,1 és 9,9‰ között vannak, a $\delta^{18}\text{O}_{\text{V-PDB}}$ értékek 9,9 és 13,1‰ közöttiek (8. ábra). A homokkőmintákban hematit és a goethit is előfordul (XRD).



8. ábra. A vizsgált kalcit stabilizotóp értékei és összehasonlító adatok más homokkövekből (a: VAN DEN BRIL & SWENNEN 2008; b: LYNCH & LAND 1996)
 Figure 8. Cross plot of the stable isotope values of the studied calcite and data from other sandstones for comparison (a: VAN DEN BRIL & SWENNEN 2008; b: LYNCH & LAND 1996)

Diskusszió

Paragenetikai sorrend és a diagenézis tartományai

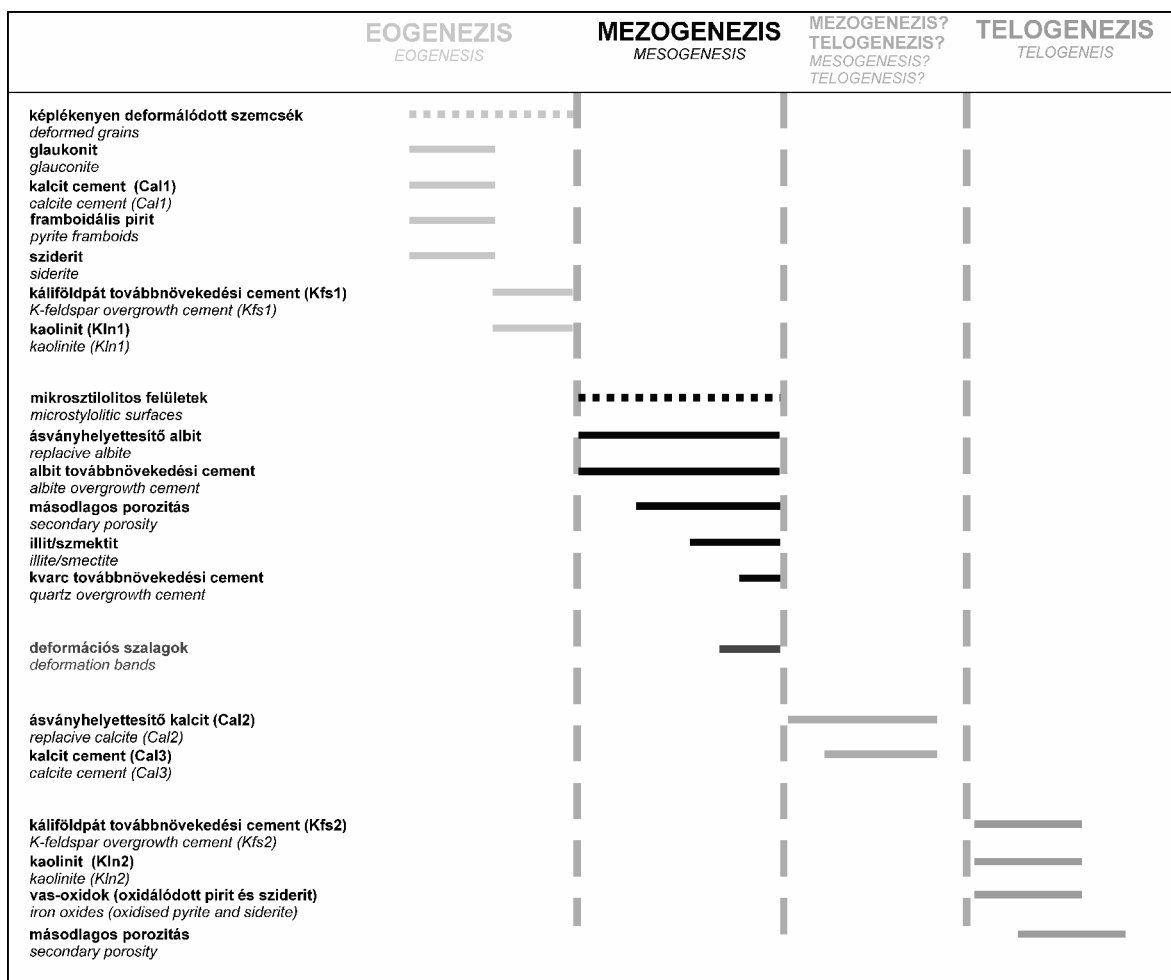
A petrográfiai megfigyelések és az ezeket kiegészítő geokémiai vizsgálatok alapján felállítható a diagenetikus komponensek lehetséges képződési sorrendje (9. ábra) és a képződmény porozitásának fejlődése az eltemetődés folyamán (10. ábra). A diagenézis homokkövekre alkalmazott tartományait MORAD et al. (2000) definíciója szerint használjuk. Ez annyi módosítást tartalmaz FAIRBRIDGE (1967), illetve CHOQUETTE & PRAY (1970) rendszereihez képest, hogy nem csak a szervesanyag érettségét és az agyagásvány átalakulási reakciókat veszi figyelembe, hanem olyan diagenetikus átalakulási folyamatokat is, amik homokkőben gyakoriak.

Az eogenézis (sekély diagenézis) tartományában többnyire a dolomit közettörmelék-szemcsék felületén szideritcement vált ki. Emellett a mátrixgazdag részekben framboidális pirit keletkezett, agyagos üledékből pedig glaukonit képződött (pl. bioklasztok üregeiben). Ezek az ásványok

a fizikai kompaktió előtt és közben is képződtek, ugyanis sokszor megfigyelhető rajtuk a kompaktió nyoma. A pirit és a sziderit esetében feltételezhető az eogenetikus eredet; a pirit a szervesanyag átalakulásához köthető szulfátredukció zónájában, míg a sziderit az azt követő fázisban képződhetett (vö. PYE et al. 1990, EL-GHALI et al. 2006, HESSE & ABID 2009). Autigén káliföldpát továbbnövekedés általában kis mélységben, az eogenézis tartományában megy végbe (MORAD et al. 1989), de a jelenséget leírták 3000 m mélységből is. A vizsgált mintákban a káliföldpát továbbnövekedési cement (Kfs1) biztosan eogenetikus eredetű, mivel kompaktió előtti. A póruskitöltő kaolinitcement egy része szintén a fizikai kompaktiót megelőzően keletkezett (Kln1).

A mezogenézis, vagyis a mélyeltemetődési diagenézis tartományba való átlépést a kémiai kompaktió megjelenése mutatja. Ezt a tartományt elérve, nyomási oldódás hatására alakultak ki a rideg szemcsék között található egyenetlen vonalszerű, illetve konkáv-konvex határok. Ebben a zónában keletkezett a nagyon kis mennyiségben megjelenő kvarc továbbnövekedési cement. Átlagos geotermikus gradiens esetében a kvarccement megjelenéséhez szükséges 80 °C hőmérséklet legalább 2 km betemetődési mélységnek felel meg (WORDEN & BURLEY 2003, MILLIKEN 2003). BEKE & FODOR (2015) betemetődési modellje alapján a Pétervásárai Homokkő kb. 8 millió éve érte el a maximális betemetődési mélységét, majd az elmúlt 5 millió év során a képződmény kiemelkedett. A kvarc továbbnövekedési cement kis mennyisége valószínűleg azzal magyarázható, hogy a képződmény elérte ugyan a képződéshez szükséges hőmérsékletet, ám nem sokkal utána kiemelkedett. A Pannon-medence területén végzett hőáramszámítások alapján a miocén riftesedéshez kapcsolódóan megemelkedett hőárammal számolhatunk (HORVÁTH 2007). Eszerint a kvarccement kialakulásához szükséges 80 °C hőmérséklet kb. 1,5 km eltemetődési mélységnek felel meg.

A mintákban jelentős mennyiségű kevert szerkezetű illit/szmektit ásványfázis jelenléte volt kimutatható; továbbá néhány esetben sikerült igazolni az autigén illit jelenlétét is. A törmelékes eredetű szmektit sekélytengeri homokrétegekbe általában bioturbációval kerül, a közberetegződő agyagos részekből. A dioktaédres szmektit a fokozatos eltemetődéssel kevert szerkezetű illit/szmektitté alakul, ami kb. 65 °C-on megkezdődik (MCKINLEY et al. 2003). Az illitesedés nem izokémikus reakció, vagyis Si- és Ca-ionok felszabadulásával jár, így kvarc- és karbonátcementáció is kötődhet hozzá (MCKINLEY et al. 2003, MILLIKEN 2005). A mezogenézis tartományához köthető a plagiokász- és a káliföldpát szemcsék oldódása (MILLIKEN 2005). A mezogenézis tartományában (65 és 125 °C között) ment végbe a káliföldpát szemcsék albitosodása és az albit továbbnövekedési cement megjelenése. A reakció feltétele az egyidőben történő K „elnyelő” reakció, ami például a szmektitek illitesedése lehet. A káliföldpát oldódása 145 °C alatt mindig gyorsabban megy végbe, mint az albit kiválása, így a folyamat jelentős másodlagos porozitás képződésével jár.



9. ábra. Paragenetikai sorrend

Figure 9. Paragenetic sequence

Kompakció utáni kaolinit az autigén kvarccal együtt jelenik meg a pórusokban (Kln2), illetve törmelékes kálföldpátszemcséken észlelhető másodlagos pórusokban (Kln3). MILLIKEN (2003) szerint a földpátok belsejében megjelenő kaolinit, azok részleges oldódása után, a mezogenézis, vagy később, a kiemelkedés folyamán, a telogenézis tartományában is keletkezhet. Az észlelt petrográfiai különbségek miatt valószínűsíthető, hogy a Kln2 a mezogenézis, míg a Kln3 a telogenézis tartományában képződött (vö. EMERY et al. 1990, VAN DEN BRIL & SWENNEN 2008).

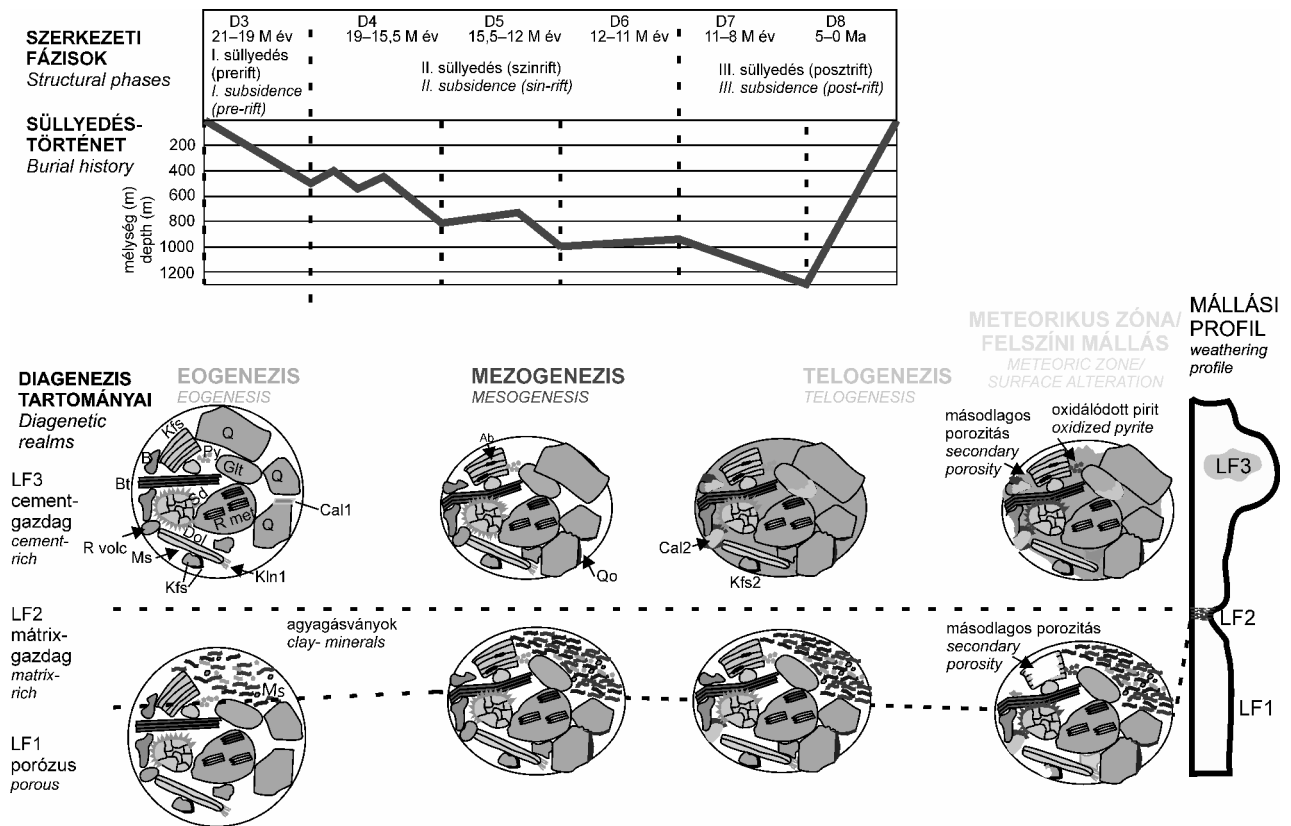
A kalcit képződése a metastabil és az instabil szemcsék helyettesítésével kezdődött, amit kevés cement kicsapódása követett. Mivel a kalcitkristályok rázónek a fentebb felsorolt mezogenetikai ásványokra és a kémiai kompakció által létrehozott szemcsehatárookra, egészen biztos, hogy a paragenetikai sorrendben egy nagyon késői fázist képviselnek. A nagyobb vastartalmú, sötét tompa vörös színnel lumineszkáló Cal2mp mikropátok (6. ábra) és a pátkristályok első, nem lumineszkáló Cal1 növekedési zónája feltételezhetően kompakció előtti, eogenetikai karbonátcement-fázist, vagy fázisokat helyettesített vagy átkristályosított. Ez lehetett a szideritcement és egy feltételezhető eogenetikai kalcitcement is. A sziderit helyettesítését támasztja alá, hogy egyes foltokban, hintetten sok apró kristályroncs látható, amiken

nem figyelhetők meg egyenes kristálylapok. Továbbá, a Cal2mp mikropátok a vázalkotó szemcsékhez hasonló méretű halmazokban jelennek meg, vagyis sok kristálycsíra képződött ezeken a területeken. Így feltételezhető, hogy a sok kristálycsíra, a kristályrács hasonlósága miatt, kis szideritkristályok felületén jött létre.

A diagenézistörténet utolsó fázisaként jelentős oldódás ment végbe a homokkő testben, ami a másodlagos porozitás kialakulását eredményezte valószínűleg már a felszínközeli telogenézis tartományában és/vagy a felszíni mállás során (vö. EMERY et al. 1990). Ez az oldódás leginkább a kalcitkristályokat és a földpátszemcséket érintette. A pirit és a sziderit oxidációja szintén ebben a tartományban mehetett végbe.

A kalcit eredete és képződésének tartománya

A petrográfiai megfigyelések szerint, a vizsgált mintákban kevés kalcit anyagú bioklaszt és kőzettörmelék-szemcse, de viszonylag sok autigén kalcit található. Ez alapján feltételezhetjük, hogy az autigén kalcit részben a törmelékes karbonát-szemcsék helyettesítéséből, részben külső forrásból, a képződésén átáramló fluidumból származik. A kalcit képződésének tartományára a geokémiai paraméterek alapján



10. ábra. A képződmény betemetődés történetének rekonstrukciója (BEKE & FODOR 2015) és a porozitás fejlődésének története a különböző litofaciesekben (csak a főbb diagenetikus komponensekkel)

Kfs=kálicföldpát, B=bioklaszt, Bt=biotit, L volc vulkáni közettörmelék szemcse, Mu muszkovit, R met metamorf közettörmelék szemcse, Glt glaukonit, Dol dolomit, Qm=monokristályos kvarc, Py=pirit, Sd=sziderit, Kln1=pre-kompakciós kaolinit, Ab=ásványhelyettesítő albit, Qo=kvarc továbbnövekedési cement, Cal2= ásványhelyettesítő kalcit, Cal3=kalcicement, Kfs2=posztkompakciós kálicföldpát továbbnövekedési cement

Figure 10. Burial history of Pétervárasa Sandstone (BEKE & FODOR 2015), along with the reconstruction of porosity evolution of the different lithofacies (showing only the main diagenetic components)

Kfs=K-feldspar, B=bioclast, Bt=biotite, L volc volcanic rock fragment, Mu=muscovite, R=met metamorphic rock fragment, Glt=glauconite, Dol=dolomite, Qm=monocrystalline quartz, Py=pyrite, Sd=siderite, Kln1=pre-compactional kaolinite, Ab=replace albite, Qo=quartz overgrowth cement, Cal2=replace calcite, Cal3=calcite cement, Kfs2=post-compactional K-feldspar overgrowth cement

következtethetünk. A stabil oxigén- és szénizotóp-arányok utalnak a fluidum eredetére, melyből a kristály képződött.

A vizsgált képződmény árapály uralta sekélytengeri környezetben keletkezett (SZTANÓ 1994). A formáció rétegsorából nem ismert szárazra kerülési periódus során képződött réteg. Így feltételezhetjük, hogy az üledék normál sótartalmú tengeri eredetű pórúsvízzel temetődött be. Ezt támasztják alá az eoenezis tartományában képződött diagenetikus ásványok is, pl. a glaukonit. Az eogenetikus kaolinit esetében legtöbbször meteorikus pórúsvízből való keletkezést figyeltek meg, de ismert normál sótartalmú tengervízből való keletkezése is (MORAD 1990). Tehát, a Kln1 képződése nincs ellentmondásban a fenti feltételezéssel. Ha a kalcit módosult összetételű, tengeri eredetű fluidumból ($\delta^{18}O = 0 \text{ ‰ SMOW}$) a mélyeltemetődés során válik ki, a mintákon mért oxigénizotóp-értékek 75–100 °C közötti hőmérsékletet jeleznek a DICKSON (1990) diagramján alapuló kalkuláció szerint. Ez esetben a kalcit a mezogenezis tartományában képződött utolsó ásványfázist képviseli. Karbonátokban, ásványhelyettesítés és átkristályosodás esetében a szénizotóparányt a megelőző fázis határozza meg (BANNER & HANSON 1990, VAN DEN BRILL & SWENNEN 2008). A homokkő kalcitjain mért értékek azonban nega-

tívbabak a tengervízből kivált kalcitok esetében várható értékeknél (8. ábra; vö. VAN DEN BRILL & SWENNEN 2008). Hasonlóan negatív szénizotóparányt szervesanyagdús homokkő kalcicementjében figyeltek meg LYNCH & LAND (1996). A homokkőből BEKE & FODOR (2015) deformációs szalagokat írtak le, melyeknek képződési feltétele, hogy a kőzet vagy annak bizonyos zónái porózusak legyenek. Tehát a kalcit kiválását megelőzte a területet ért szerkezetfejlődési fázis, ami a legmélyebb eltemetődés idejére tehető (11–8 Ma posztrift fázis; FODOR 2010; BEKE B. szóbeli közlés). A mélybetemetődés tartományába került kőzettestekben hatékony fluidumáramlás tektonikus mozgások során létrejött, nagy porozitású és permeabilitású vetőzónák mentén valószínűsíthető. Amennyiben külső forrásból származó, a kőzettesttel nem egyensúlyban lévő fluidumból keletkezett a kalcit, akkor a negatív szénizotóparány a fluidum bikarbonát tartalmából eredeztethető, vagyis, szervesanyag-tartalmú összletből származó, könnyű szénizotópban dúsult fluidum pórúsvívdumhoz való hozzákeveredése valószínűsíthető. A kalcit geokémiai értékei és a terület földtani felépítése alapján többféle képződési modell is lehetséges.

A negatív $\delta^{18}O$ értékek egyik lehetséges magyarázata az lehet, hogy a kalcit egy, a befogadó kőzetnél magasabb hő-

mérsékletű, hidrotermás fluidumból vált ki. Mivel a feltárás környezetében nem találhatók vulkáni tevékenységre utaló nyomok, a vulkáni hidrotermás fluidum lehetősége kizárható. A formációs fluidumok szintén magas hőmérséklettel rendelkeznek. A könnyű szénizotóp egy lehetséges eredete a szénhidrogén-tartalmú összleten átszivárgó, vagy ilyen rétegvízzel keveredő, magas hőmérsékletű (75–100 °C), formációs fluidum beáramlása a homokkő pórusaiba (vö. ANDERSON & ARTHUR 1983).

A negatív $\delta^{18}\text{O}$ értékek csapadékvíz eredetű fluidummal való kölcsönhatással is magyarázhatóak (CRAIG 1961, MORSE & MACKENZIE 1990). Könnyű szénizotóp csapadék eredetű fluidumban is dúsulhat, amennyiben azok szervesanyaggazdag összleten (talajon, széntelepes összleten) szivárognak át (pl. MARTIN et al. 1968). A vizsgált homokkőtestbe meteorikus eredetű fluidum beáramlása a terület kiemelkedésének kezdetétől valószínűsíthető (posztrift fázis, 5–0 Ma; FODOR 2010). Kalcitizotóp-adatok ismertek a vizsgált terület környezetéből, például a Budai-hegyek barlangjaiban található középső-pleisztocén és felső-pleisztocén–holocén cseppkövekből. Ezek a Pétervásárai Homokkőben mért kalcitokhoz hasonló $\delta^{13}\text{C}$ és kevésbé negatív $\delta^{18}\text{O}$ aránnyal jellemezhetőek (vö. VIRÁG et al. 2013). Szintén hasonló értékek jellemzik a Gerecsében található keselő-hegyi késői kalcitgenerációt, amely a Dachsteini Mész-kő meteorikus eredetű érkitöltéseként jelenik meg (GYÖRI 2014). Kevésbé negatív értékek jellemzőek más homokkőben mért meteorikus fluidumból keletkezett kalcitokra (pl. MARTIN 1986, VAN DEN BRIL & SWENNER 2008).

DICKSON (1990) diagramján alapuló elméleti számítások szerint a homokkő pórusaiba beáramló csapadékvíz 20–30 °C hőmérsékletű lehetett a kalcit képződésének idején, amennyiben VIRÁG et al. (2013) mérési adataiból ismert oxigénizotóp-aránnyal és a barlangi környezet miatt 10–12 °C fluidum-hőmérséklettel kalkulálunk. Ha figyelembe vesszük, hogy meteorikus fluidumok akár jelentős mélységbe is lecirkulálhatnak és a formációs fluidumokkal való keveredés során felmelegednek (vö. EMERY et al. 1990, DUTTON et al. 2002), akkor ez esetben nem valószínű, hogy a vizsgált kalcitokba beépült könnyű szénizotóp a talajzónából származtatható. A szénizotóparány esetében tapasztalt negatív értékeket leginkább a fedő széntelepes összlet rétegvizével való keveredéssel lehetne magyarázni.

Figyelembe véve a terület földtani felépítését, miszerint a Pétervásárai Homokkő fedőjében széntelepes képződmény, fekéjében pedig szénhidrogén-tartalmú képződmények vannak, a felvázolt modellek mindegyike lehetséges. A jelenleg rendelkezésre álló adatok alapján, nem zárható ki az sem, hogy a Pétervásárai Homokkőben található kalcit, jelentősebb kiemelkedést követően, a talajzóna közelében csapadék eredetű talajvízből vált ki. A mért kalcitértékeket összevetve pleisztocén–holocén barlangi cseppkövek oxigénizotóp-aadataival (SIKLÓSY et al. 2011, VIRÁG et al. 2013) szignifikáns különbség tapasztalható, ezért ez az eshetőség kevésbé valószínű.

Felszíni mállás hatása

Összefüggés állapítható meg a feltárásban megfigyelt mállási formák és az egyes litofációs-típusok között. Amikor a homokkő kiemelkedése során elérte a sekély meteorikus zónát, kalcittal cementált részei (LF3) minimális porozitással rendelkeztek. A felszín alatti víz csak a porózus zónákban tudott hatékonyan áramlani, így a cementált lencsékben a vázalkotó szemcsék, illetve a cementásványok oldódása a felszín közelében nem volt jelentős. Ez a litofációs (LF3) kemény és a mállásnak jobban ellenálló kőzet maradt. Ezzel szemben a porózus homokkő részekben (LF1) voltak nyílt szemcséközi pórusok, így a meteorikus víz cirkulációjának köszönhetően az instabil szemcsék kioldódtak. A jelenleg akár 25–30%-ot is elérő porozitású kőzet ennek köszönhetően törékeny és morzsolható lett. A feltárásban egyenes felszínű padokat alkot ez a fázis. Valószínű, hogy a porozitás legnagyobb része a felszínközeli oldódás következtében jött létre, de nem zárható ki, hogy a földpátok vagy karbonátlitoklasztok oldódása már a mezogenezis tartományában megindult. A nagy mennyiségű agyagfrakciót tartalmazó mátrixgazdag homokkő (LF2) már a korai kompaktió folyamán elvesztette porozitását, így kevés cement vált ki benne. Ennek köszönhetően ez a litofációs is könnyen morzsolódó és porlódó kőzetet alkot, jelenleg a feltárásban befelé hajló felszínű rétegeket képez. A jelenlegi mállási formák kialakulásában tehát a homokkő összetételének, üledékes szerkezetének, és a diagenetikus folyamatoknak együttesen volt szerepe.

Konklúzió

A Pétervásárai Homokkő petrográfiai vizsgálatával megállapítható volt, hogy az eltemetődés során, a kompaktió következtében a képződmény elsődleges porozitása fokozatosan csökkent. Az eogenezis tartományában a szemcséközi pórustérben kiváló sziderit, kaolinit és az esetleges korai kálföldpátcement kis mértékben tovább csökkentette a porozitást. A mezogenezis tartományában a kémiai kompaktió (nyomásoldódás), valamint az ahhoz kapcsolódó kvarccement kiválása további porozitáscsökkenéssel járt. Az ebben a zónában instabil szemcsék, pl. földpátok oldódása másodlagos pórusok kialakulásához vezetett. Más esetekben ezek a szemcsék ásványhelyettesítéssel alakultak át, amely nem változtatta meg a homokkő porozitását, viszont a felszabaduló elemek felhasználódtak más reakciókban. Például a kálföldpát albitosodása során felszabadult K és Si a szmektit illitesedéséhez járulhatott hozzá, illetve a kvarccement alapanyagául szolgálhatott. Ezeket a reakciókat a szedimentológiai bélyegek, vagyis az instabil szemcsék képződményen belüli eloszlása befolyásolta. A kalcit nem csak cement, hanem jelentős része ásványhelyettesítő fázis, ezért nem lehetséges a kalcit mennyisége alapján az egykori porozitáscsökkenés mértékét kiszámítani.

Az autigén kalcit, illetve a kálföldpátcement és a kaolinit egy része bizonyos mezogenetikus ásványfázisok létrejöttét követően képződött. A kalcit esetében a rendelkezésünkre

áll adatok alapján nem tudjuk biztosan megállapítani, hogy az az üledékkel betemetődött, módosult tengeri eredetű pórusvízből, vagy esetleg külső forrásból származó, formációs, illetve módosult összetételű meteorikus fluidumból vált-e ki a homokkő megfelelő porozitással és permeabilitással rendelkező, instabil szemcsékben gazdag részein. A cementként megjelenő kalcit az ásványhelyettesítő kalcitra nő rá, így feltételezhető, hogy kiválását az előbbi határozta meg. A lencsékben megjelenő kalcit és a foltos eloszlású kaolinit az érintett részekben szinte minimálisra csökkentették a képződmény porozitását, így ebben a fázisban a közzettest porozitásának eloszlása erősen heterogén lett.

A kiemelkedés során / felszín közelben a csapadék eredetű fluidum hatására végbemenő oldódás a porozitás növekedéshez vezetett, melynek mértékét nem lehet megbecsülni.

Köszönetnyilvánítás

A cikk Szócs Emese MSc szakdolgozatának eredményeit tartalmazza. Köszönettel tartozunk DEMÉNY Attilának (MTA CSFK Földtani és Geokémiai Intézet) a stabilizotópos mérések és NÉMETH Tibornak (MTA CSFK Földtani és Geokémiai Intézet, ELTE) az agyagásványok röntgen-pordiffrakciós méréseinek elvégzéséért. SZTANÓ Orsolyának köszönjük a terepi észlelésben nyújtott segítséget. Hálásak vagyunk SURÁNYI Gergelynek, SZINGER Balázsnak, VARGA Miklósnak, GYÓRI Orsolyának, BEKE Barbarának, LEÉL-ŐSSY Szabolcsnak, TÓTH Erzsébetnek, GATTER Istvánnak, SZABÓ Csabának, FODOR Lászlónak, VIRÁG Magdolnának szakmai tanácsaikért és segítségükért. MINDSZENTY Andrea és POROS Zsófia lektoroknak, valamint SZTANÓ Orsolya szerkesztőnek köszönjük alapos munkájukat és építő jellegű javaslataikat. Köszönjük az MTA–ELTE Geológiai, Geofizikai és Űrtudományi Kutatócsoport anyagi támogatását.

Irodalom — References

- ANDERSON, T. & ARTHUR, M. 1983: Stable isotopes of oxygen and carbon and their application to sedimentologic and paleoenvironmental problems. — In: ARTHUR, M. (ed.): *Stable isotopes in sedimentary geology, SEPM Short Course 1.1–1.151*.
- BÁLDI T. 1983: *Magyarországi oligocén és alsómiocén formációk*. — Budapest, Akadémiai Kiadó, 293 p.
- BÁLDI T. 1997: Az Észak-magyarországi alsó-miocén kőzettrétegtani tagolódása. — In: HAAS J. (ed.): *FÜLÖP József — emlékkönyv*. Budapest, Akadémiai Kiadó, 215–230.
- BÁLDI, T. & BÁLDI-BEKE, M. 1985: The evolution of the Hungarian Paleogene basins. — *Acta Geologica Hungarica* **28**, 5–28.
- BANNER, J. & HANSON, G. 1990: Calculation of simultaneous isotopic and trace element variations during water-rock interaction with applications to carbonate diagenesis. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **54/11**, 3123–3137.
- BEKE, B. & FODOR, L. 2015: Separating Cenozoic deformation events in NE-Hungary based on combination of deformation band evolution and fault slip data. — *Tectonic Studies Group Annual Meeting: Programme & Abstract Volume 22*.
- BJØRKUM, P. & WALDERHAUG, O. 1990: Geometrical arrangement of calcite cementation within shallow marine sandstones. — *Earth-Science Reviews* **29**, 145–161.
- CHOQUETTE, P. & PRAY, L. 1970: Geologic nomenclature and classification of porosity in sedimentary carbonates. — *AAPG Bulletin* **54/2**, 207–250.
- CRAIG, H. 1961: Isotopic variations in meteoric waters. — *Science* **133**, 1702–1703.
- DICKSON, J. 1966: Carbonate identification and genesis as revealed by staining. — *Journal of Sedimentary Petrology* **36**, 491–505.
- DICKSON, T. 1990: Carbonate mineralogy and chemistry. — In: TUCKER, M. (ed.): *Carbonate sedimentology*. 284–312.
- DUTTON, S. P., WHITE, C. D., WILLIS, B. J. & NOVAKOVIC, D. 2002: Calcite cement distribution and its effect on fluid flow in a deltaic sandstone, Frontier Formation, Wyoming. — *AAPG Bulletin* **86/12**, 2007–2021.
- EL-GHALI, M. A. K., TAJORI, K. G., MANSURBEG, H., OGLE, N. & KALIN, R. M. 2006: Origin and timing of siderite cementation in Upper Ordovician glaciogenic sandstones from the Murzuq basin, SW Libya. — *Marine and Petroleum Geology* **23/4**, 459–471.
- EMERY, D., MYERS, K. & YOUNG, R. 1990: Ancient subaerial exposure and freshwater leaching in sandstones. — *Geology* **18**, 1178–1181.
- FAIRBRIDGE, R. 1967: Phases of diagenesis and authigenesis. — In: LARSEN, G. (ed.): *Developments in sedimentology 8 Diagenesis in Sediments*. 19–90.
- FEKETE J. 2003: Felső-oligocén és alsó-miocén glaukonitos képződmények ásványtani vizsgálata. — Diplomamunka. ELTE Ásványtani Tanszék, 128 p.
- FODOR L. 2010: Mezozoos-kainozoos feszültségmezők és törérendszerek a Pannon-medence ÉNy-i részén — módszertan és szerkezeti elemzés. — Akadémiai doktori értekezés. Budapest, 135 p.
- FODOR, L., MAGYARI, A., KÁZMÉR, M. & FOGARASI, A. 1992: Gravity-flow dominated sedimentation on the Buda paleoslope (Hungary): Record of Late Eocene continental escape of the Bakony unit. — *Geologische Rundschau* **8/13**, 695–716.
- FOLK, R. L. 1974: *Petrology of sedimentary rocks*. — Hemphill Publishing Company. Austin, Texas, 190 p.
- GYÓRI O. 2014: Paleofluidum-áramlási események nyomozása dunántúli-középhegységi mezozoos karbonátokban. — Doktori értekezés. Budapest: ELTE Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék, 147 p.
- HÁMOR, G. 1985: Geology of the Nógrád–Cserhát area. — *Geologica Hungarica series Geologica* **22**, 307 p.
- HÁMOR, G. 1989: Neogene palaeogeographic Atlas of Central and Eastern Europe, 1:3,000,000. Maps 1–7. — Budapest, Hungarian Geological Institute.

- HESSE, R. & ABID, L. 1998: Carbonate cementation—the key to reservoir properties of four sandstone levels (Cretaceous) in the Hibernia Oil field, Jeanne d'Arc Basin, Newfoundland, Canada. — In: MORAD, S. (ed.): *Carbonate Cementation in Sandstones*. International Association of Sedimentologists 363–393.
- HORVÁTH F. 2007: A Pannon-medence geodinamikája: Eszmetörténeti tanulmány és geofizikai szintézis. — ELTE Földrajz- és Földtudományi Intézet, Geofizikai Tanszék Akadémiai. Budapest.
- LAKATOS, L., VÁRADI, M., POGÁCSÁS, G., NAGYMAROSY, A., KIS, B. & BARVITZ, A. 1991: A zagyvaárok paleogén kepződmenyeinek szekvencia sztratigráfiai viszonyai. — *Magyar Geofizika* **32**, 20–37.
- LUKÁCS, R., HARANGI, S., GUILLONG, M., BACHMANN, O., DUNKL, I., SOÓS, I., GERDES, A. & FODOR, L. 2014: Prolonged crystallization history revealed by LA-ICP-MS zircon age dating of the Bogács Unit, Bükkalja Volcanic field, Carpathian-Pannonian Region, North Hungary. — *SDGG*, **85**, 414 p.
- LYNCH, F. & LAND, L. 1996: Diagenesis of calcite cement in Frio Formation sandstones and its relationship to formation water chemistry. — *Journal of Sedimentary Research* **66**, 439–446.
- MARTIN, G., WILKINSON, B. H., LOHMANN & K. C. 1968: The role of skeletal porosity in aragonite neomorphism—Strombus and Montastrea from the Pleistocene Key Largo Limestone, Florida. — *Journal of Sedimentary Petrology* **56**, 149–203.
- MCKINLEY, J. M., WORDEN, R. H. & RUFFELL, A. H. 2003: Smectite in sandstones: a review of the controls on occurrence and behaviour during diagenesis. — In: WORDEN, R. H. & MORAD, S. (eds): *Clay Mineral Cements in Sandstones*. Special P, International Association of Sedimentologists. 109–128.
- MILLIKEN, K. 2003: Microscale distribution of kaolinite in Breathitt Formation sandstones (middle Pennsylvanian): implications for mass balance. — In: WORDEN, R. H. & MORAD, S. (eds): *Clay Mineral Cements in Sandstones*. Special P, International Association of Sedimentologists. 343–360.
- MILLIKEN, K. 2005: Late diagenesis and mass transfer in sandstone shale sequences. — In: MACKENZIE, F. T. (ed.): *Sediments, Diagenesis, and Sedimentary Rocks*. Elsevier 159–190.
- MOLENAAR, N. 1998: Origin of low-permeability calcite-cemented lenses in shallow marine sandstones and CaCO₃ cementation mechanisms: an example from the Lower Jurassic Luxemburg San. — In: MORAD, S. (ed.): *Carbonate Cementation in Sandstones: Distribution Patterns and Geochemical Evolution*, International Association of Sedimentologists 193–211.
- MORAD, S. 1990: Mica alteration reactions in Jurassic reservoir sandstones from the Haltenbanken area, offshore Norway. — *Clays and Clay Minerals* **38/6**, 584–590.
- MORAD, S. 1998: Carbonate Cementation in Sandstones: Distribution Patterns and Geochemical Evolution. — In: MORAD, S. (ed.): *Carbonate Cementation in Sandstones: Distribution Patterns and Geochemical Evolution (Special Publication 26 of the IAS)* Blackwell., 1–26.
- MORAD, S., KETZER, J. M. & DE ROS, L. F. 2000: Spatial and temporal distribution of diagenetic alterations in siliciclastic rocks: Implications for mass transfer in sedimentary basins. — *Sedimentology* **47**, 95–120.
- MORAD, S., MÁRFIL, R. & PEÑA, J. 1989: Diagenetic K-feldspar pseudomorphs in the Triassic Buntsandstein sandstones of the Iberian Range, Spain. — *Sedimentology* **36/4**, 635–650.
- MORSE, J. & MACKENZIE, F. 1990: Early Non-Marine Diagenesis of Sedimentary Carbonates. — In: MORSE, J. & MACKENZIE, F. (eds): *Geochemistry of sedimentary carbonates*. 277–372, Elsevier Science, Amsterdam.
- NAGYMAROSY, A. & BÁLDI-BEKE, M. 1988: The position of the Paleogene formations of Hungary in the standard nannoplankton zonation. — *Annales Univ. Sci. Eotvos, Sect., Geol.* **28**, 3–25.
- PÁLFY, J., MUNDIL, R., RENNE, P., BERNOR, R., KORDOS, L. & GASPARIK, M. 2007: U–Pb and ⁴⁰Ar/³⁹Ar dating of the Miocene fossil track site at Ipolytarnóc (Hungary) and its implications. — *Earth and Planetary Science Letters* **258**, 160–174.
- PYE, K., DICKSON, J., SCHIAVON, N., COLEMAN, M. L. & COX, M. 1990: Formation of siderite-Mg-calcite-iron sulphide concretions in intertidal marsh and sandflat sediments, north Norfolk, England. — *Sedimentology* **37**, 325–343.
- ROSENBAUM, J. & SHEPPARD, S. 1986: An isotopic study of siderites, dolomites and ankerites at high temperatures. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **50**, 1147–1150.
- SIKLÓSY Z., DEMÉNY A., LEÉL-ŐSSY S., SZENTHE I., LAURITZEN, S.-E. & SHEN, C. 2011: A cseppkövek kormeghatározása és azok paleoklimatológiai jelentősége. — *Földtani Közöny* **141/1**, 73–88.
- SPÖTL, C. & VENNEMANN, T. 2003: Continuous flow isotope ratio mass spectrometric analysis of carbonate minerals. — *Rapid Communications in Mass Spectrometry* **17**, 1004–1006.
- SZTANÓ, O. 1994: The tide-influenced Pétervására Sandstone, early Miocene, northern Hungary: sedimentology, palaeogeography and basin development. — *Geologica Ultraiectina* **120**, 155 p.
- SZTANÓ, O. & BOER, P. 1995: Basin dimensions and morphology as controls on amplification of tidal motions (the Early Miocene North Hungarian Bay). — *Sedimentology* **42/2**, 665–682.
- SZTANÓ, O. & JÓZSA, S. 1996: Interaction of basin-margin faults and tidal currents on nearshore sedimentary architecture and composition: a case study from the Early Miocene of northern Hungary. — *Tectonophysics* **266**, 319–341.
- VAN DEN BRIL, K. & SWENNEN, R. 2008: Sedimentological control on carbonate cementation in the Luxembourg Sandstone Formation. — *Geologica Belgica* **12/1–2**, 3–23.
- VIRÁG M., MINDSZENTY A., SURÁNYI G., MOLNÁR M. & LEÉL-ŐSSY, S. 2013: A Búboskemence cseppkőlefolys. — In: MINDSZENTY, A. (szerk.): *Budapest földtani értékek és az ember. Városgeológiai tanulmányok*. Budapest, ELTE Eötvös Kiadó, 245–248.
- WORDEN, R. H. & BURLEY, S. D. 2003: Sandstone Diagenesis — The Evolution of Sand to Stone. — In: WORDEN, R. H. & BURLEY, S. D. (eds): *Sandstone Diagenesis: Recent and Ancient (Reprint Series 4 of the IAS)* Wiley-Blackwell, 3–46.

A Visegrádi-szoros kiemelt helyzetű kavicsos üledékeinek vizsgálata Zebegény térségében, és jelentősége a magas dunai teraszok morfosztratigráfiai besorolásakor

SZEBERÉNYI József¹, JÓZSA Sándor², SIMON István², KISS Klaudia¹, BRADÁK Balázs¹, VICZIÁN István¹

¹MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, 1112 Budapest, Budaörsi út 45.

²Eötvös Loránd Tudományegyetem, Közéttan-Geokémiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C

An examination of the pebbly sediments of the Visegrád Gorge area, with special attention to their significance for the division of the morphostratigraphy of the Danube terrace systems

Abstract

The morphostratigraphical subdivision of the Danube terrace system of the Visegrád Gorge was presented by PÉCSI (1959). However, in recent decades new studies have revealed some problems with this earlier model. The appearance of the gravel sediments in the high level terraces (V–VIII) is not continuous, and thus the morphostratigraphical position of the terrace level cannot be followed clearly. Consequently, for the correlation of the terrace levels a detailed analysis of the overlying bed of the gravel horizon is necessary in order to reach more convincing conclusions. A lithostratigraphical description of the overlying sequences and the identification of the lithologically unique, or rare gravel components of the marker sediments, could provide more accurate information about the separation and correlation of the different terrace levels. During the investigation which is the subject of this paper, an interpretation of the geomorphological features of the area using field and digital elevation methods was carried out. Furthermore, the stratigraphic description of overlying sediments and the fine-grained pebble examination (FPE) method were applied to get more information about the morphostratigraphical position of the high level terrace systems.

Keywords: Visegrád Gorge, Danube, Pebbles, Terraces, Miocene.

Összefoglalás

A Visegrádi-szoros teraszainak jelenleg elfogadott morfosztratigráfiai beosztása PÉCSI (1959) elmélete alapján határozható meg, de ez az utóbbi évtizedek kutatási eredményei alapján számos ponton kérdésessé vált. A magas morfológiai helyzetű teraszokon foltszerűen megjelenő kavicsok részletes vizsgálataáak hiányában a geomorfológiai szinteket nem lehet értelmezni, elkülöníteni és rendszerezni. Az egyes kavics-előfordulások pontos litológiai leírása, illetve a negyedidőszaki és korábbi üledékekkel való összehasonlítása segíthet meghatározni és párhuzamosítani az egyes geomorfológiai szintekben megjelenő felszíneket.

Kutatásunk során petrográfiai módszerekkel, digitális domborzatábrázolással és geomorfológiai elemzéssel határoztuk meg a Visegrádi-szoros Zebegény-környéki magas teraszainak morfosztratigráfiai helyzetét. A kutatási eredmények alapján arra következtethetünk, hogy a magas teraszokként ismert felszínnek nem a Duna által kialakított geomorfológiai szintek, hanem egy korábbi domborzat kiemelt helyzetű, miocén és annál fiatalabb maradványfelszínei.

Kulcsszavak: Visegrádi-szoros, Duna, kavicsok, terasz, miocén

Bevezetés

A Visegrádi-szoros domborzata viszonylag hosszú szakaszon ad lehetőséget a geomorfológiai szintek rendszerszerű vizsgálatára. Kutatásunk során a Visegrádi-szoros kavicsos üledékeit vizsgálatuk a Dunát kíséző teraszokkal és geomorfológiai szintekkel összefüggésben. A kutatás különösen fontos a Kárpát-medence pliocén és negyedidőszaki felszínfejlődésének megismeréséhez, a Visegrádi-szoros kialakulásának és a Duna felszínformáló hatásainak időbeli értelmezéséhez.

A Visegrádi-szoros magas helyzetű terasz kavicsüledékeinek eredetére két alapvető felfogás létezett:

Az egyik szerint ezek a tektonikusan kiemelt helyzetű Lajtai Mészkö Formáció Rákosi Mészkö Tagozatának kavicsos részéből mállottak ki (BÖCKH 1899, LÁNG 1952), amelyből a kavicsok miocén eredetére lehet következtetni.

A másik felfogás a Visegrádi-szoros teraszainak vizsgálata során alakult ki. PÉCSI (1959) a korábbi kutatások eredményeit felhasználva (pl.: CHOLNOKY 1910; KÉZ 1934, 1942, BULLA 1941) nyolc geomorfológiai szintet mutatott ki, amelyeket „*alacsony*”, illetve „*magas*” teraszokként cso-

portosított. Határukát a IV–V. szintek között húzta meg. A magas teraszokat a Remete-keresztbérc környezetében (VI. és VII. szint) települt kavicsok alapján dunai eredetűnek értelmezte (főként PÉCSIÉ DONÁTH 1958 görgetettségi- és PÉCSI 1959 kőzetösszetétel alapján elvégzett vizsgálatainak eredményeit felhasználva).

A geomorfológia területén PÉCSI teraszelmélete napjainkig elfogadott, de ezt az utóbbi évtizedek kutatási eredményei és az azokból levonható következtetések több helyen is megkérdőjelezték. A kronosztratigráfiai bizonytalanságok (HAHN 1989; GÁBRIS 1997, 2006, 2007, 2013; GÁBRIS & NÁDOR A. 2007; RUSZKICZAY-RÜDIGER et al. 2005; HORVÁTH 2001) mellett probléma vetődik fel a magas teraszok morfostratigráfiai helyzetével kapcsolatban is. Ez utóbbira a Gerecse és Budai-hegységben végzett korábbi kutatások eredményei is rávilágítanak (SCHEUER & SCHWEITZER 1988); az ezekből származtatott elmélet SCHWEITZER (2009, 2013, 2014, 2015) munkáiban került publikálásra. A legidősebb szintek dunai eredetűre nézve később már PÉCSI (1991) is kétségét fejezte ki, azokat „völgyi hegyláb felszínek” és „völgyi pedimentek” maradványaiként határozta meg.

Visegrádi-szoros magas teraszainak vizsgálata szempontjából legtöbb nehézséget a következő két tény okozza:

PÉCSI a Visegrádi-szoros bal partján 31 darab magas teraszfelszín azonosított, amelyek közül mindössze két helyen fordul elő kavics. A Remete-keresztbérc környezetében vizsgálható mennyiségben található, a zebegényi Malom-hegy tetőfelszínein csak szórványként jelenik meg. Ez alapján nem jelenthető ki nagy biztonsággal a magas teraszok dunai eredete.

A malom-hegyi és a remete-keresztbérci kavicsok környezetében egyaránt megtalálhatók a Lajtai Mészke Formáció kavicsos kifejlődésű szállkőzetei (KORPÁS & CSILLAGNÉ

1999), amely felveti annak gyanúját, hogy a magas helyzetű kavicsok inkább miocén eredetre vezethetők vissza, semmint dunai felhalmozódásra.

Véleményünk szerint úgy közelíthetünk a megoldáshoz legjobban, ha azonos módszerrel vizsgáljuk meg a dunai kavicsok és a Lajtai Mészke kavicsainak ásvány-kőzettani összetételét, majd ezekkel összehasonlítva határozzuk meg a magas teraszok szintjében található kavicsok felhalmozódási körülményeit (1. ábra). Ezek alapján már biztosabb következtetés vonható le a magas teraszok kavicsok eredetét illetően.

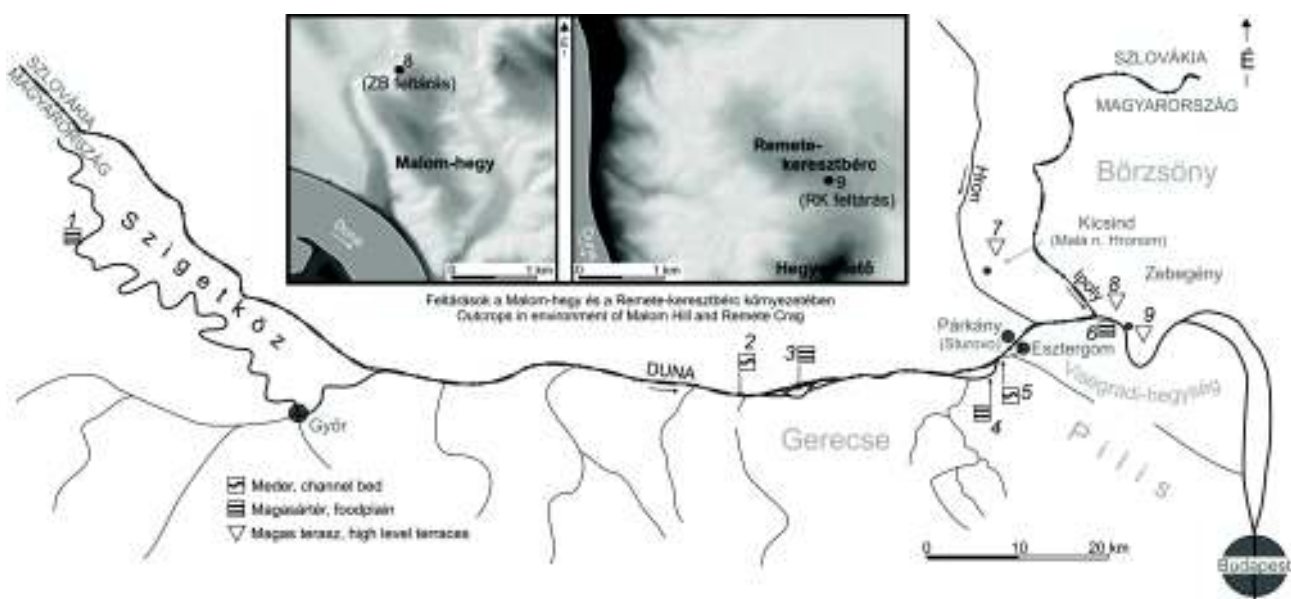
Jelen kutatásunk során tehát alapvető célunk a Remete-keresztbérc (PÉCSI szerint VI. és VII. terasz) környezetében, illetve a Malom-hegy (PÉCSI szerint IV–V. terasz) környezetében lévő magas helyzetű „terasz kavicsok” miocén vagy dunai felhalmozódásának meghatározása.

A kutatási terület és földtani felépítése

A kutatási területet úgy választottuk meg, hogy magában foglalja mindkét kavics-előfordulás közvetlen környezetét. Ennek határait nyugatról a Bőszobi-patak, északról a Köves-hegy, keletről Törökmező és annak dél felé folytatásában az Eszperantó-hegy–Hegyes-tető gerincvonulat mentén lehet meghúzni. Délről és délnyugatról a Duna vonala adja a határt (2. ábra).

A terület földtani alapja 7 féle miocén vulkáni kőzetből épül fel. A Visegrádi-hegységi vulkanizmushoz (16,5–15,3 M év) kapcsolható kőzetek a Szent Mihály-hegy, és a Hegyes-tető környezetében KARÁTSON et al. (2006), a börsönyi vulkanizmushoz kapcsolható kőzetek (16,5–13 M év) a Malom-hegy környezetében találhatók (KARÁTSON (2007).

A vulkáni kőzetek fedőjében a Lajtai Mészke Formáció

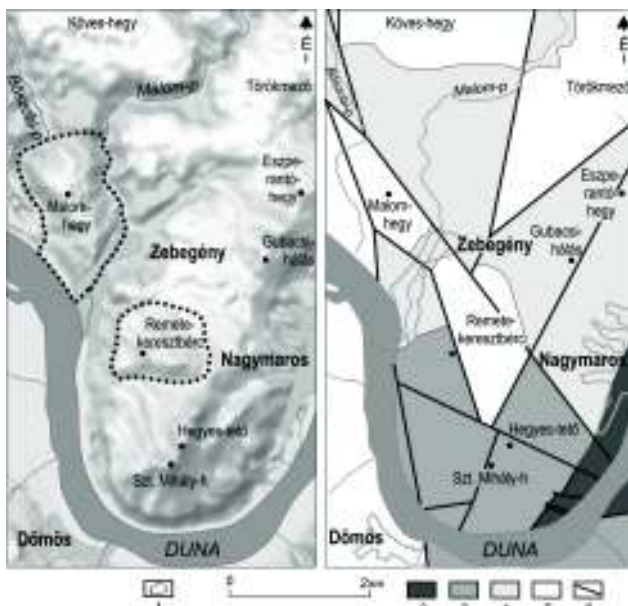


1. ábra. A kutatási terület vázlatos térképe a mintavételi helyek feltüntetésével

Jelmagyarázat: 1 – Mosonmagyaróvár; 2 – Dunaalmás; 3 – Neszmély; 4 – Tát; 5 – Esztergom-Kertváros; 6 – Pilismarót; 7 – Kicsind, Köves-tető (Malá nad Hronom, Kamenica Hill); 8 – Zebegény, Malom-hegy; 9 – Remete-keresztbérc

Figure 1. Sketch of research area and sampling points

Legend: 1 – Mosonmagyaróvár; 2 – Dunaalmás; 3 – Neszmély; 4 – Tát; 5 – Esztergom-Kertváros; 6 – Pilismarót; 7 – Malá nad Hronom, Kamenica Hill; 8 – Malom Hill, Zebegény; 9 – Remete Crag



2. ábra. A kutatási terület topográfiai térképe és fedetlen földtani vázlatja KÖRPÁS & CSILLAGNÉ (1998), KARÁTSON et al. (2006) és KARÁTSON (2007) alapján
Jelmagyarázat: 1 – Kutatási terület; 2 – Alsó-miocén kőzetek; 3 – Visegrádi-hegységi vulkanizmus kőzetei; 4 – Börzsönyi vulkanizmus kőzetei; 5 – Rákosi Mészko Tagozat; 6 – Vetők

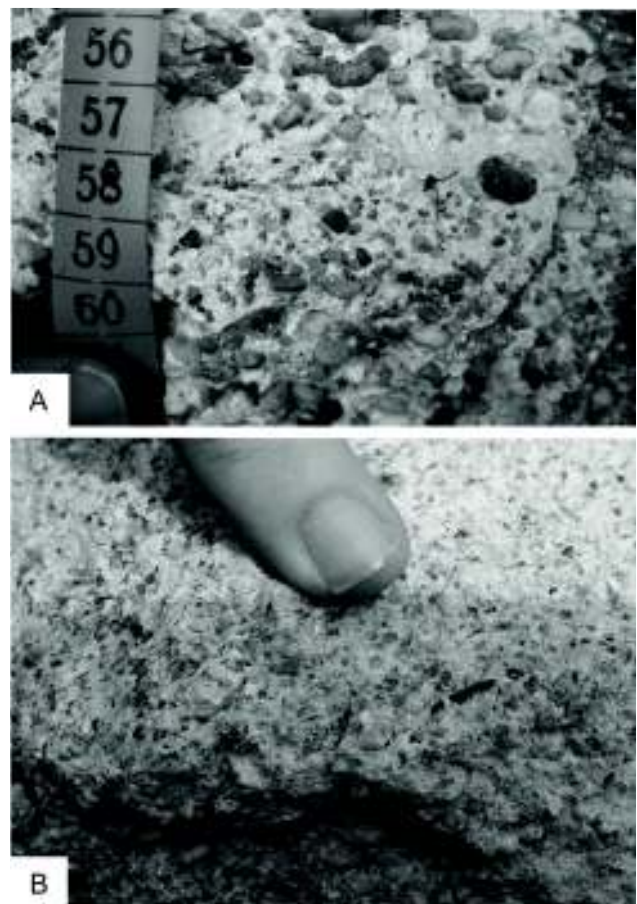
Figure 2. Topographical and geological map of research area. Based on KÖRPÁS & CSILLAGNÉ (1998), KARÁTSON et al. (2006) és KARÁTSON (2007).

Legend: 1 – Research area; 2 – Lower Miocene rocks; 3 – Visegrad Hills volcanic rocks; 4 – Börzsöny Hills volcanic rocks; 5 – Rákosi Limestone Member; 6 – Fault

Rákosi Mészko Tagozata (16–13 M év) települ KÖRPÁS & CSILLAGNÉ (1999). Ennek kőzetei a Déli-Börzsöny nagy területeire kiterjedve, általában szerkezeti vonalak által határolva jelennek meg. Ipolydamásd és Nagymaros között szinte megszakítatlanul húzódik egy 10 km hosszú és 2–4 km széles pászta, illetve a Kőves-hegy és Törökmező környezetében egy kb. 4×4 km-es foltban fedezhető fel. A fekvő képező vulkáni kőzeteken diszkordánsan, gyakran alapkonglomerátummal települ (KÖRPÁS szerk. 1998). A tagozat felső részében partszegélyi kifejlődésű kőzeteiben behordódott teresztrikus üledékek (pl.: homok, homokkő, kavicsok) található, amelyeket KÖRPÁS L. helyben lepusztult, idősebb kőzetekből származtat. Ezek felszín alatti előfordulásait az Ipolydamásd–1 és a Szob–1 fúrások harántolták. Az Ipolydamásd–1 fúrásban a mindössze 1 méter vastag kavicsosmészko-réteget 18 méter vastag kavicsos agyag fedi; a Szob–1 fúrás esetében a 7 méter vastag lithothamniumos mészko fedőjében már csak a kimállott, mészko-törmelékes kavicsanyag található meg.

A feltárások és a kézipéldányok alapján makroszkóposan megfigyelve a kavicsos mészko alapvetően mátrixvázú, melyben helyenként, véletlenszerű csomókba rendeződve, kisebb-nagyobb szemcsevázú részek is felismerhetők (1. kép, A). A kőzet tömör, a befoglalt kavicsok könnyen kimozdulnak, kiperegnek a helyükről, nincsenek erősen a mátrixhoz kötve.

A mátrix fehér, átlátszatlan igen finomszemcsés (szabad szemmel nem látható méretű ásvány szemcsékből áll) kalcit anyagú, de szöveteileg nem teljesen homogén. Főleg az oldott

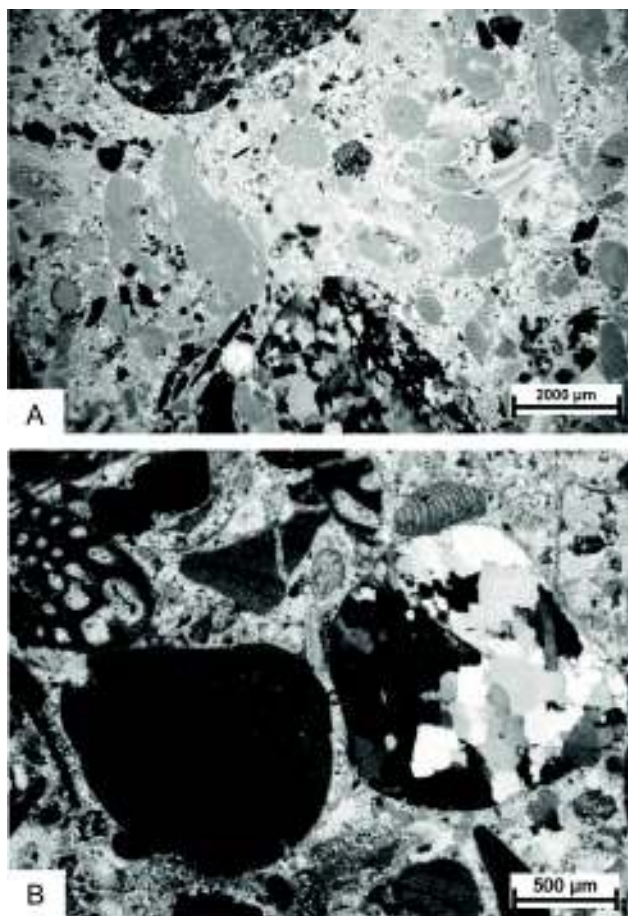


1. kép. A Lajtai Mészko kavicsos kifejlődésének makroszkópos képe. A – Osztályozatlan szemcsék (zebegényi mészko bányája), B – Jól osztályozott szemcsevázú kőzet rész (Kicsind, Kőves-tető - Malá nad Hronom, Kamence).

Picture 1. Gravelly layer of Lajtai Formation. A – Unsorted, matrix-supported part (limestone mine at Zebegény) B – Good sorted, grain-supported part (Kamence Hill, Malá nad Hronom).

felületen 0,2–3 mm-es közepesen-gyengén koptatott kissé kiemelkedő, átlátszatlan, igen finomszemcsés felépítésű (szabad szemmel nem megkülönböztethető ásvány szemcsékből álló) mészanyag szemcsék láthatók, esetenként megfigyelhető finom, ritmikusan sávos szerkezettel (lithothamnium). Ezek a szemcsék egymással érintkeznek. Közöttük mélyebben, jobban kioldott állapotban fehér mészanyag tölti ki a maradék teret.

A szilikátanyagú kavicsok jól koptatottak, épek, nem töredékesek, viszonylag fényes felületűek, 2–12 mm átmérőjűek, közepesen osztályozottak és kétmaximumos méreteloszlást (legtöbbjük 2–4 mm-es és 6–8 mm) mutatnak. Ugyanakkor szembetűnő, hogy feltáráson belül lokálisan jól osztályozott darakavics mérettartományú, szemcsevázú részek (1. kép, B) jelentős kiterjedésű foltokat is alkothatnak. Zömük világosszürke, fehéresszürke vagy sötétszürke. Legtöbb esetben, főleg a világosabb példányok gyengén áttetszőek. Szabad szemmel meghatározva uralkodóan kvarc-kvarcit anyagúak, tehát a kavicsanyag monomikt. A kavicsok kissé lapítottak, nyúltak, sok helyen gyenge irányítottságuk figyelhető meg. A kavicsos réteg kialakulása KÖRPÁS szerk. (1998) által felvázolt körülmények között, partszegélyen,



2. kép. A Lajtai Mésző kavicsos kifejlődésének polarizációs mikroszkópi, vékonycsiszolatos képe. A – Szöveti kép szürke, kvarcgazdag (kvarcit és metahomokkő), jól koptatott, nagyméretű kavicsokkal (Remete-keresztbérc, +N); B – Sokkamrás foraminifera, lithothamnium és kvarcitszemcsék mikropátit, pátit kötőanyagban (Remete-keresztbérc, +N)

Picture 2. Thin section of gravelly layer of Lajtai Formation. A – Texture with grey, good rounded, large size, quartzite and metasandstone pebbles (Remete Crag, +N); B – Foraminifer, lithothamnium and quartzite grains in sparite, microsparite groundmass (Remete Crag, +N)

folyamatos felszíni lehordódással és állandó vízmozgás mellett történő felhalmozódással magyarázható.

Vékonycsiszolatát polarizációs mikroszkópban vizsgálva látható, hogy a mikropátit–pátit kötőanyagú kőzetben uralkodnak a nem távolról beszállított, hanem közel helyben képződött, de viszonylag jól koptatott lithothamnium szemcsék (teljes kőzetben kb. 60 tf%) és a nagyon kis mértékben sérült miocén sokkamrás foraminiferák (10%). E mellett kb. 20%-ot tesznek ki a sziliciklasztok (2. kép). A kőzetben mezozoos mészkőkavicsokat vagy azokból származtatható törmelékét egyáltalán nem találtunk.

A kutatás módszerei, mintavételi helyek, feltárások

Vizsgálatunk során a kérdéses területek eredet-meghatározásához a geomorfológiai-geoinformatikai és a petrográfiai módszereket együttesen alkalmaztuk. A kutatási terület fel-

színén és a fedőüledékben található kérdéses hovatartozású kavicsok felhalmozódási körülményeinek petrográfiai meghatározása összehasonlításos módszerrel történt. Első lépésben referencia-kavicsmintákat vettünk a két lehetséges rokon kifejlődésű kőzetösszetétel különböző lelőhelyeiről. Ennek során „dunai” (6 lelőhely 20 vékonycsiszolat) és „miocén” (3 lelőhely 9 vékonycsiszolat) csoportokat hozunk létre. Ezek között egyrészt általános ásvány–kőzetösszetétel, másrészt az egyes csoportokra jellemző ásvány- és kőzettípusok részletes vizsgálata (pl. szöveti jellegzetességek) alapján tettünk különbséget, megállapítva ezzel az egyes csoportok jellemző paramétereit. Második lépésben a geomorfológiai szintekhez köthető felszíni és fedőüledékekben feltárt kérdéses hovatartozású kavicsgyűteseket egyik vagy másik csoportba soroltuk, hogy meghatározzuk azok felhalmozódási körülményeit. A kavicsanyag forrásterületének meghatározása nem volt célunk, mert ehhez a lehetséges forrásterületek hasonló kőzeteinek részletes kőzettani–geokémiai megismerése elengedhetetlen, sőt a petrográfia mellett sok esetben részletes ásvány–kőzettani és geokémiai vizsgálatok is szükségesek lehetnek.

Jogosan vetődik fel a kérdés, hogy a Duna fiatal és idős teraszaihoz köthető kavicsok között van-e számottevő különbség. Mivel a Visegrádi-szorosban csak a Remete-keresztbércen van vizsgálható kavicsanyag a magas teraszok szintjében, ezért nincs információnk ennek összetételével kapcsolatban sem. Módszerünk alkalmazása során, jobb híján a Duna fiatal kavicsait választottuk a vizsgálat alapjául. Amennyiben az ismeretlen eredetű kavicsok egyértelmű egyezést mutatnak valamely csoporttal, úgy a felhalmozódás ideje és körülményei meghatározottnak vehető. Ha egyik csoporttal sem mutat egyezőséget, akkor felmerül annak lehetősége, hogy a Duna magas és alacsony helyzetű teraszain lerakódott kavicsok különböző összetételűek is lehetnek.

Geomorfológiai-geoinformatikai módszerek

A vizsgálat célja a PÉCSI (1959) által meghatározott magas teraszok és a kavics-előfordulások helyzetének felderítése, illetve ezek egymáshoz való viszonyának megismerése volt. Ennek alapján az egyes felszíneken felhalmozódott kavicsok eredetére és települési körülményeire vontunk le következtetéseket.

A terület digitális domborzatmodelljét HD 72 1: 10 000 térképlapok alapján ARC GIS 10 szoftverrel készítettük, az ábrázoláshoz a Surfer 8 szoftvert alkalmaztunk. Digitalizálás előtt a terület kulcspontjait és a térkép nem egyértelmű részeit terepbejárás során GPS készülék (Mobile Mapper CX) segítségével pontosítottuk. A kutatási területet a domborzat alapján kisebb egységekre osztottuk.

Petrográfiai módszer

A kavicsüledékek összetételének legfontosabb, (illetve jellegzetes) ásvány- és kőzettípusait a korábbi vizsgálatok során (BRADÁK et al. 2014, SZEBERÉNYI et al. 2014) már tesztelt

darakavics-vizsgálattal határoztuk meg. A darakavics módszer előnye, hogy egy csiszolat készítésével akár 200–300 szemcse is tanulmányozható egyszerre. Vizsgálatunk az összehasonlítás alapján történő csoportosítást követi, így először az alapot képező dunai és miocén csoportokra jellemző tulajdonságokat kell ismert minták alapján meghatározni.

A miocén mészkőbe települt kavicsokat elő kellett készíteni a vizsgálathoz. A szálkőzetből vett minták egy részéből vékonycsiszolatot készítettünk, a többi mintában pedig sósavas feltárást követően különítettük el a kavicsszemcséket. (Megjegyzendő, hogy a savazás az esetlegesen jelen lévő idegen mészkőzetek, mészkő extraktok elvesztésével is járhat, ezért az ezekre vonatkozó információkat az értékelés során, a Lajtai Mészkő szálkőzet vékonycsiszolatainak vizsgálatával ellenőriztük).

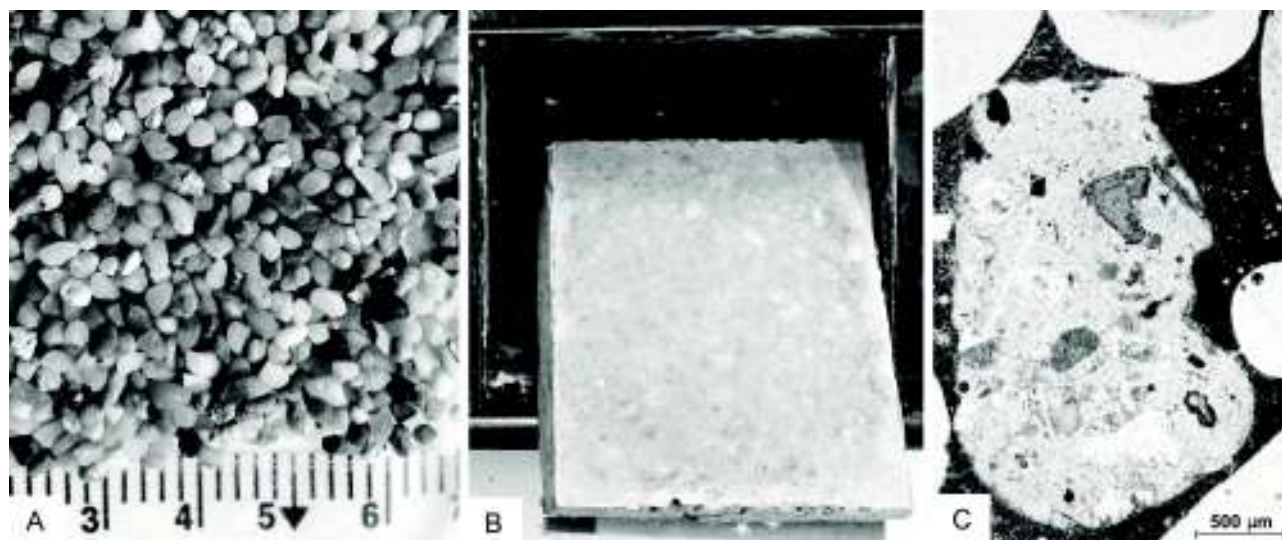
A kavicsanyagot száraz, majd nedves, végül megint száraz módszerrel 2–3 mm-es mérettartományra szitáltuk le. A kavicsokból portland cement segítségével mesterséges, szemcsevázú konglomerátum-betontéglákat hoztunk létre. Ennek elkészítéséhez 20 ml-es edénybe kimértük a

kavicsokat, majd a kavicshoz 15 ml cementet, 5,5 ml vizet, 10 csepp gyorsítót adagoltunk. Tejfélszerű állagig kevertük, végül kb. 5,0×4,5×1,5 cm-es téglalap alakú tégelyekbe töltöttük, 2–3 napig locsolás mellett száradni hagytuk. A betontéglákból 5×5 cm-es tárgylemezen vékonycsiszolatokat készítettünk, végül polarizációs mikroszkóp segítségével kiértékelhettük a mintákat (3. kép).

Mintavételi helyek kijelölése

A kavicsos mészkő felszíni kibukkanásait az általunk ismert három helyről, szálkőzetből mintáztuk meg. Kettő a Visegrádi-szoros területéről (zebegényi mészkőbánya, Remete-keresztbérc), egy pedig a szoroson kívüli területről, a Kicsind (Malá nad Hronom) település felett magasodó Köves-tető (Kamenica) oldalán Bajtai Formáció (Bajtavské Súvrstvie) (a Lajtai Mészkő Formáció szlovákiai megfelelője) szálkőzeteiből származik (1. táblázat, 3. ábra).

A PÉCSI által folyóvízi teraszokként értelmezett geomorfológiai szinteken települő, illetve azokhoz köthető

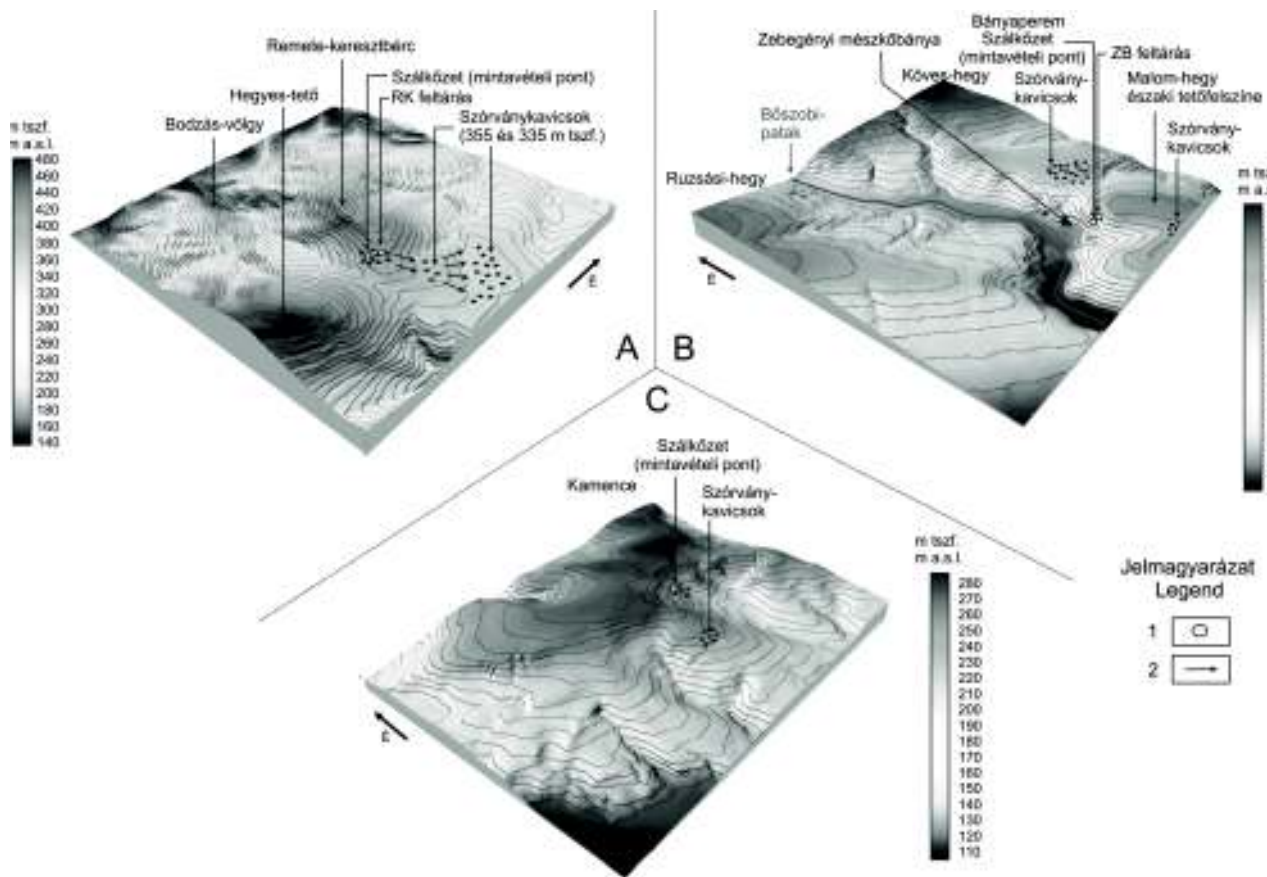


3. kép. Darakavics módszer fontosabb fázisai. A – leszitált kavicsok, B – Mesterséges konglomerátum, C – Vékonycsiszolat
 Picture 3. Most important phases of fine grained pebble examination. A – Separated pebbles, B – Artificial conglomerate, C – Thin section

I. táblázat. A mintavételi pontok legfontosabb paraméterei

Table I. Most important parameters of sample points

Mintavétel helye	Helyzete	Tszfm. (m)	EOV	Minta típusa
Mosonmagyaróvár	Ártér	107	519634;283801	Dunai üledék
Dunaalmás	Meder	104	594590; 265455	Dunai üledék
Neszmély	Ártér	107	599407; 266511	Dunai üledék
Tát	Ártér	103	623930; 269114	Dunai üledék
Esztergom-Kertváros	Meder	101	624693; 271340	Dunai üledék
Pilismarót	Ártér	105	636724; 272923	Dunai üledék
Kicsind (Malá n. Hronom)	Hegyoldal	253	623890; 280330	Kavicsos mészkő (Szálkőzet)
Zebegény (mészkőbánya)	ZB feltárás	195	639319; 275402	Kavicsos mészkő (Szálkőzet) és talajban felhalmozódott kavicsok
Zebegény (mészkőbánya)	Bányaperem	190	639223, 275373	Kavicsos mészkő (Szálkőzet)
Remete-keresztbérc	RK feltárás	380	641426; 271760	Talajban felhalmozódott kavicsok
Remete-keresztbérc	Völgyoldal	375	641385; 271727	Kavicsos mészkő (Szálkőzet)



3. ábra. Az ismeretlen eredetű kavicsok és a Lajtai Mészke szálkőzeteinek mintavételi helyei. A – Remete-keresztbérc, B – Zebegényi mészkőbánya, C – Kicsind, Kőves-tető (Malá nad Hronom, Kamence Hill) oldala
Jelmagyarázat: 1 – Mintavételi pontok, 2 – Kavicsok áthalmozási iránya

Figure 3. Sample points of gravels and Lajtai Formation. A – Remete Crag, B – Limestone mine at Zebegény, C – Side of Kamence at Malá nad Hronom
Legend: 1 – Sample points, 2 – Reworking direction of gravels.

II. táblázat. A kutatási területszórványkavics-előfordulásainak legfontosabb paraméterei

Table II. Most important parameters of gravels of research area

Kavicselőfordulás helye	Helyzete	Tszfm. (m)	EOV	Kavicselőfordulás típusa
Kicsind (Malá n. Hronom)	Lejtőpihenő	261	623613;280185	Szórványkavicsok
Zebegény (Malom-hegy)	Tetőfelszín	195	639559; 275715	Szórványkavicsok
Zebegény (Malom-hegy)	Tetőfelszín	211	639494; 274973	Szórványkavicsok
Remete-keresztbérc	Lejtőpihenő	355	642157; 272031	Szórványkavicsok
Remete-keresztbérc	Lejtőpihenő	335	641704; 271835	Szórványkavicsok

kavicsok a Remete-keresztbérc és a zebegényi bánya feltárásaiból kerültek begyűjtésre. Az általunk vizsgált szórványkavicsok előfordulásait a II. táblázat mutatja.

Feltárások, mintavételezés

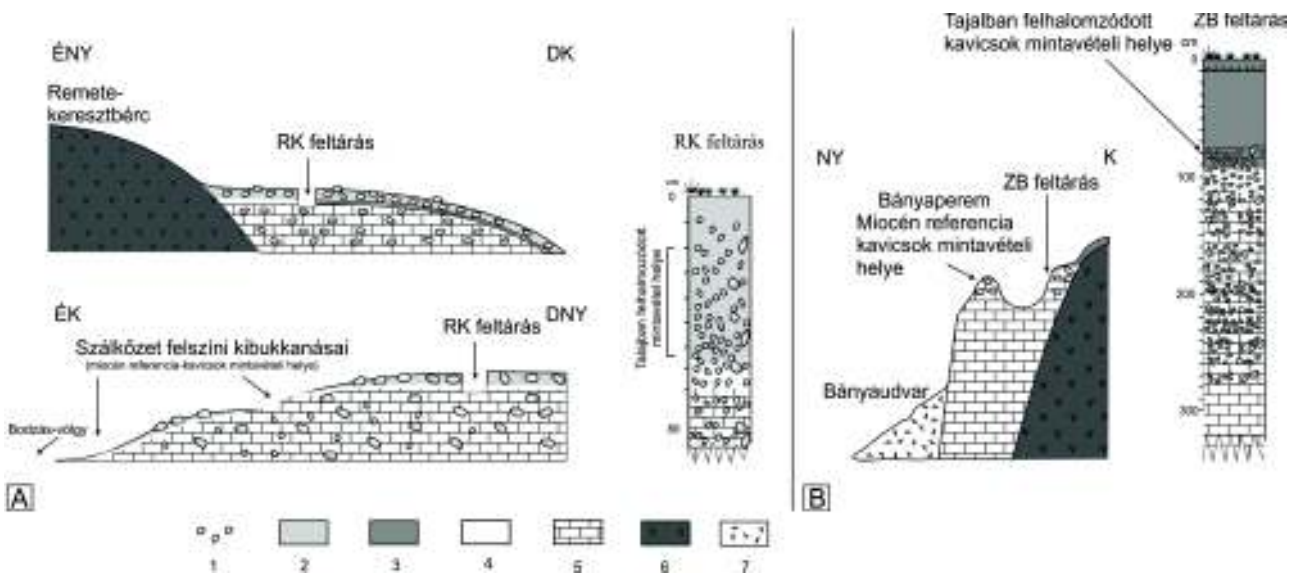
A PÉCSI (1959) által megadott magas szintek közül csak Remete-keresztbérc és a zebegényi mészkőbánya esetében lehetett közvetlenül a felszínről és a talajból elegendő mennyiségű kavicsmintát gyűjteni a darakavics-vizsgálatokhoz. Ezekhez feltárásokat létesítettünk, melyek jól mutatják a kavicsok és azok fekéjében települő Lajtai Mészke viszonyát.

A Remete-keresztbérc (RK) keleti oldalában három, egymás alatt elhelyezkedő lejtőpihenő található. Ezek közül a két alsón (335 és 355 m tszf.) szórványkavicsok, a felsőn

(380 m tszf.) pedig jól mintázható kavicsotakaró települ. Itt létesítettük az RK feltárást (3. ábra, A. és 4. ábra, A).

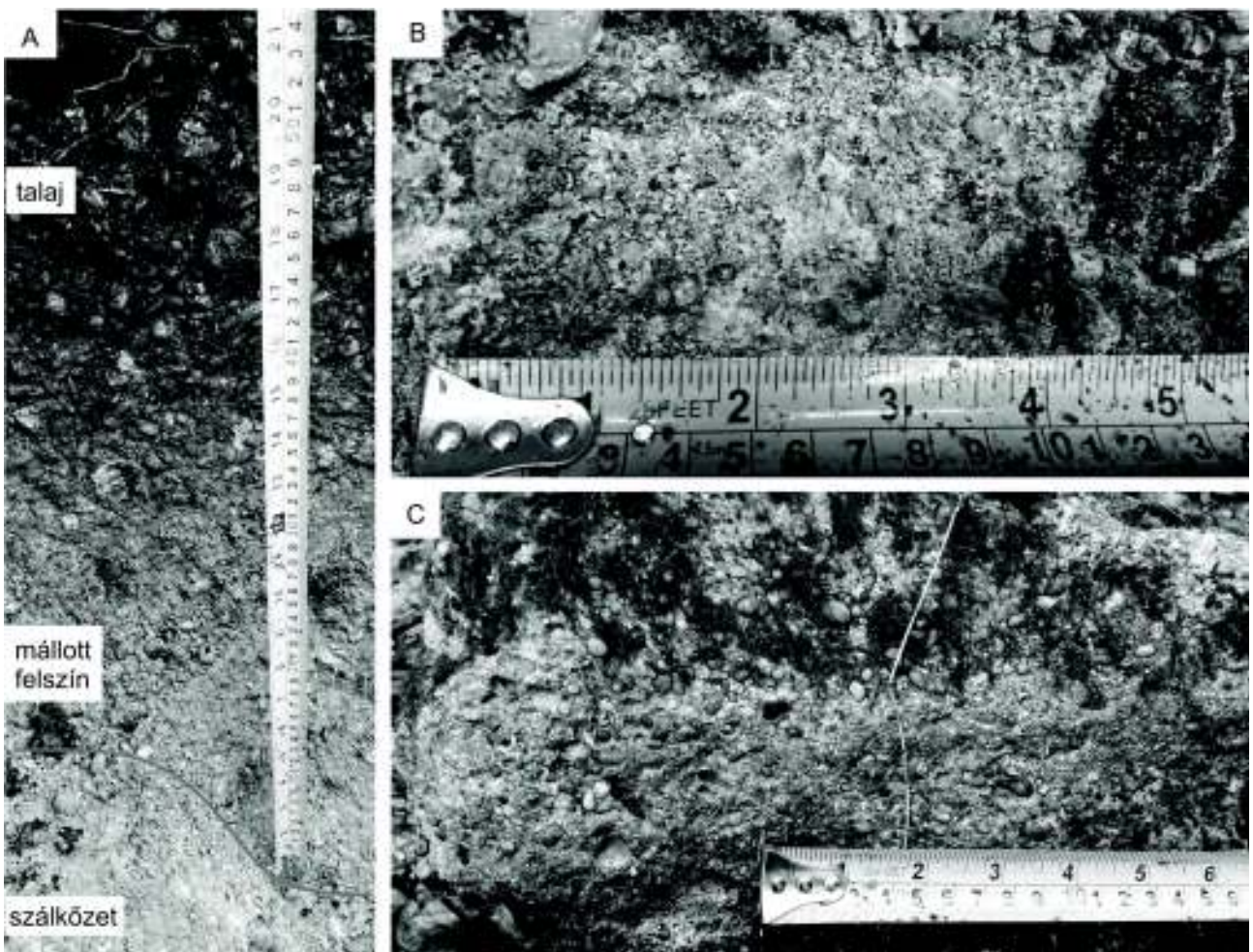
A remete-keresztbérci feltárásban a 80 cm mélyen található feké, a Lajtai Mészke Formáció kavicsos rétege figyelhető meg. A mészkő felső mállott része (80–65 cm) könnyen porlik (felfelé növekvő mállottsági fok), a 0,2–15 cm átmérőjű kavicsok kiforgathatók (4. kép, A, B). 65–20 cm-ig az eróziós felszín nélküli fokozatosan sötétedő, egyre talajosabb mállott mészkő mátrixvázú üledéket alkot. A záróréteg (20–0 cm) sötét barnásfekete homokos-agyagos kőzetliszt (recens talaj), az alatta lévő szinthez képest kevesebb kavicsot tartalmaz.

A felszín Bodzás-völgyre lefutó lejtőjének meredekebb részein a kavicsos mészkő szálban álló kőzetei bukkannak ki (4. kép, C), innen származnak a remete-keresztbérci mio-



4. ábra. A feltárások (Remete-keresztbérc=RK, Zebegényi mészkőbánya=ZB) és környezetük
 Jelmagyarázat: 1 – Kavicsok, 2 – Talaj (Remete-keresztbérc környezetében), 3 – Talaj (zebegényi mészkőbánya környezetében), 4 –Lajtai Mészko mállott felszine, 5 –Lajtai Mészko,
 6 – Vulkáni kőzetek, 7 – Törmelék

Figure 4. Outcrops (Remete-keresztbérc=RK, Zebegényi mészkőbánya=ZB) and background
 Legend: 1 – Gravels, 2 – Soil (background of Remete Crag), 3 – Soil (background of limestone mine at zebegény) 4 – Altered surface of Lajtai Formation, 5 – Lajtai Formation, 6 – Volcanic rocks, 7 – Debris



4. kép. Az RK feltárás. A – A feltárás rétegei, B – A szálkőzet nagyított képe, C – A völgyoldali helyzetű szálkőzet kibukkanása
 Picture 4. RK outcrop. A – layers of outcrop, B – Zoom to bedrock, C – Basset of bedrock in valley side

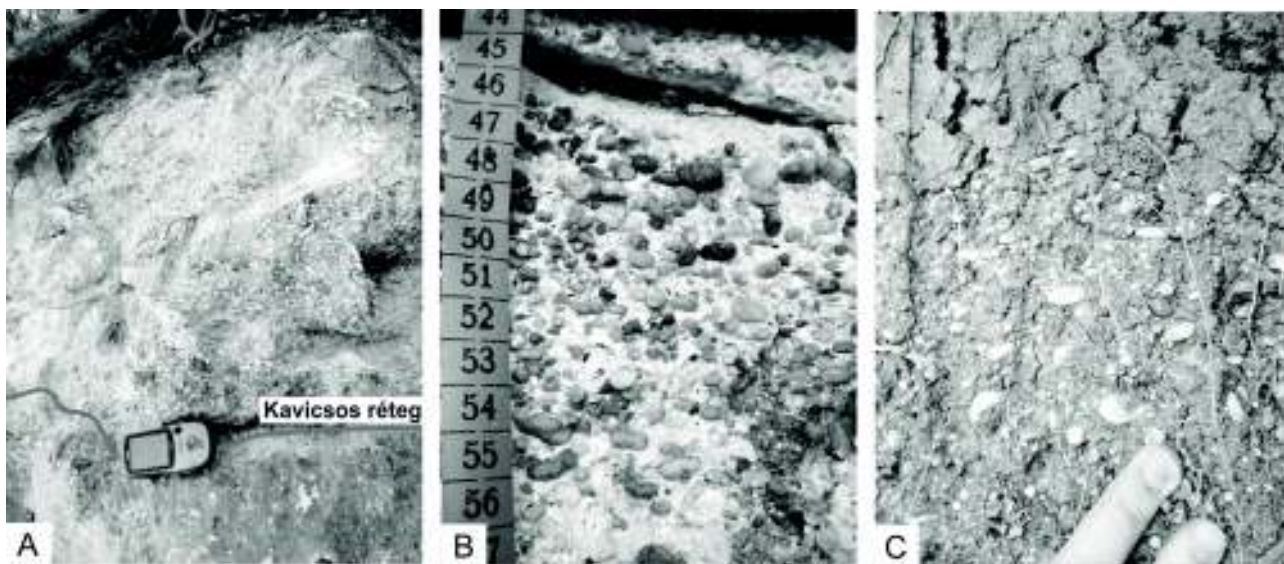
cén kavicsok referenciamintái. A felszíni kibukkanások helyzete alapján a Lajtai Mészke kavicsos rétegének vastagságát legalább 5–8 méterre becsüljük.

A zebegényi mészkebánya a Malom-hegy északi tetőfelszínének nyugati oldalában található (3. ábra, B és 4. ábra, B). A bánya peremén 1,5–2 méter vastagságban jól tanulmányozható a Rákosi Mészke Tagozat kavicsos rétegének helyzete (5. kép, A). Innen származnak a miocén referencia-kavicsok mintái. A peremtől 60–80 méterrel keletre egy 4–5 méter mély leszakadás látható, amely valószínűleg a bányászati tevékenység hatására alakulhatott ki. A feltárást ennek letisztításával hoztuk létre.

A rétegsor alsó szintjében (300–100 cm) a kissé repedezett mészke bukkan felszínre, mely a feltárában két részre osztható. 300–280 cm kavicsok nélküli réteg, felette folyamatos kifejlődésben (280–130 cm) jelentős mennyiségű kavicsot tartalmazó kavicsos mészke látható (5. kép, B). A kavicsokra 2–12 mm átmérő jellemző. A mészke legfelső szintje (130–100 cm) erősen mállott állapotban van, a kavicsok könnyen kiforgathatók. Felette (100–75 cm) vörö-

mészke három mintavételi helyéről 4-et szállkőzetből, 5-öt pedig a savazott kavicsanyagból készítettünk. A „dunai csoport” mintái esetében a 6 helyről összesen 9 vékonycsiszolat készült. A meghatározandó kavicsagyagot az RK és a ZB feltárásokban található talajból vettük, amelyekből 2–2 vékonycsiszolatot készítettünk. Az összesített eredmények alapján a legfontosabb kőzettípusok az alábbiak szerint írhatók le.

A vizsgált kőzetek közül a kvarcitok (6. kép) főként hullámos kioltású, mozaikos, változatos alakú és nagyságú kvarcsezemcsékből állnak. Egyes típusok irányított szövetűek. Varratvonal és alszemcsésedés csak ritkán, figyelhető meg. A vizsgált szemcsék kb. 80%-a metamorf eredetű tiszta kvarcit, kb. 20%-ában egyéb szilikátásványok is megfigyelhetők, mint a muszkovit, biotit, földpátok (plagioklász, mikroklin), grafit, klorit, epidot vagy limonit. A kvarcitok alapján nem lehetett lényeges megállapításokat tenni, egy csoportba rendezve (Kvarcicsoport) kezeltük. Ez a kőzettípus a „miocén csoportra” és a „dunai csoportra” egyaránt jellemző.



5. kép. Zebegényi bánya feltárása. A – A Lajtai Mészke kavicsos rétegének határa, B – A ZB feltárási szállkőzete, C – A ZB feltárási kimállott kavicsainak felhalmozódása a talajban

Picture 5. Outcrop of mine at Zebegény. A – border line of gravelly layer of Lajtai Formation, B – Bed rock of ZB outcrop, C – Altered gravels in the soil of ZB outcrop

sesbarna, kissé kőzetlisztes agyaggal keverve halmozódtak fel a mészkeből kimállott kavicsok (5. kép, C). Felette (75–10 cm) homogén, vörösesbarna kőzetlisztes agyag, amelyet (10–0 cm) agyagos kőzetlisztes réteg zár.

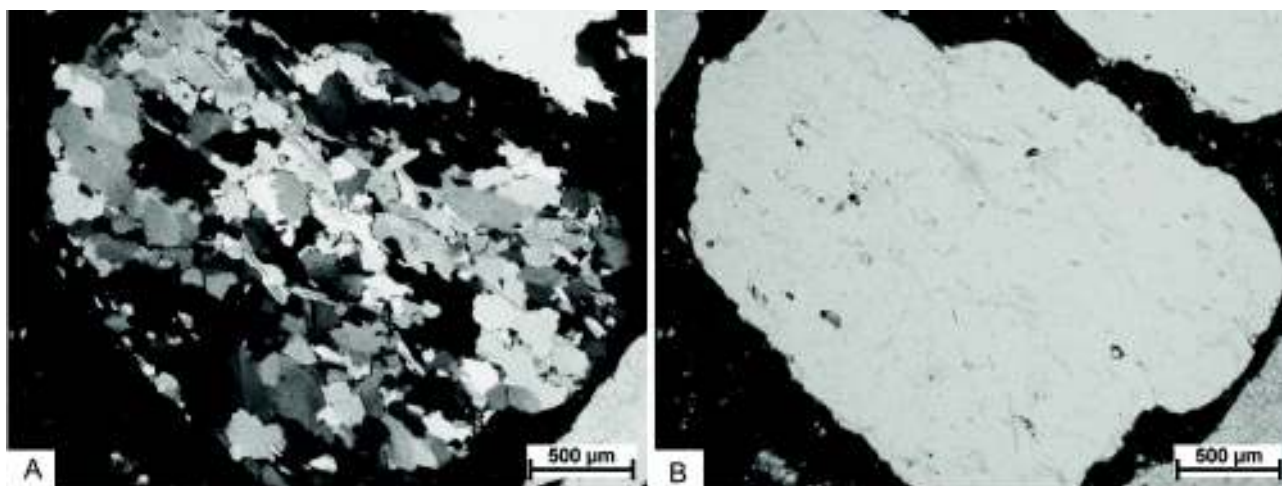
A petrográfiai vizsgálat összesített eredménye

A kavicsminták vizsgálata során 9 lelőhely 13 mintavételi pontjáról azonosítottunk szemcséket. Az általunk használt 5×5 cm-es tárgylemezen (a normál 4,6×2,4 cm-es felületének több mint kétszerese) történő vizsgálathoz a szokásosnál kevesebb vékonycsiszolat elkészítése is elegendő. A létrehozott „miocén csoport” esetén a kavicsos

A homokkövek mikroszkópban változatos képet mutatnak (7. kép). Általában közepesen vagy rosszul koptatott szemcsékből állnak, nem, vagy csak gyengén irányítottak, kevésbé érettek és viszonylag rosszul osztályozottak. Kötőanyaguk többnyire limonit vagy kalcit. Oligomikt összetételűek, főként hullámos kioltású kvarcsezemcsék alkotják, de gyakran található bennük földpát, csillám, cirkon, apatit, esetenként klorit–glaukonit és opakásványok. Ez a kőzettípus a „miocén csoportra” és a „dunai csoportra” egyaránt jellemző.

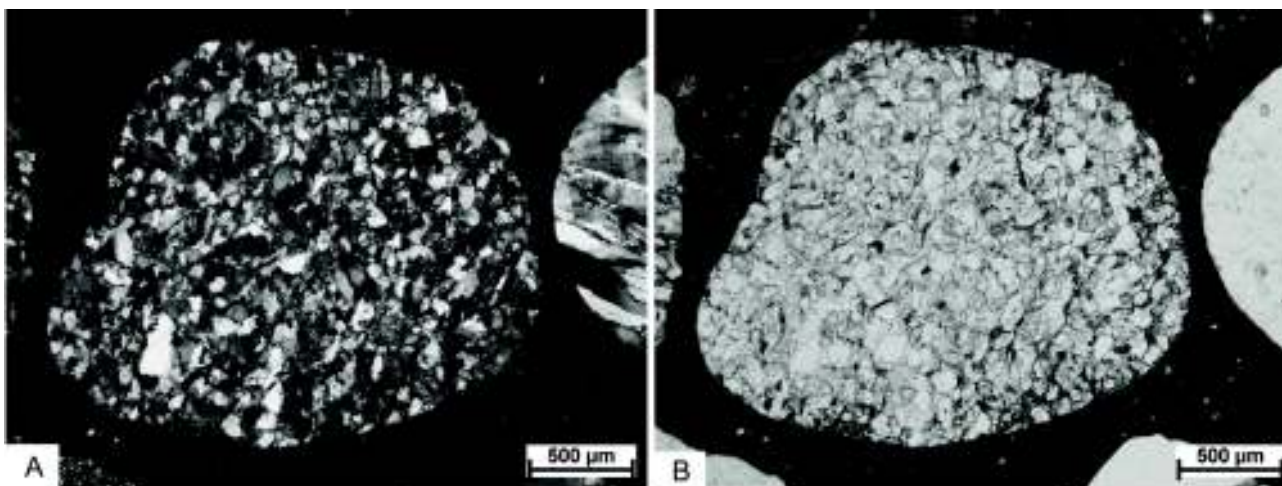
A mészkezeteknek 2 fő típusa van:

1. Nagyon jól koptatott. Gyakran homogén, irányítatlan, szemcsemérete a durva pátitól a mikropátitig terjed. Csak karbonát ásványokat (kalcit vagy/és dolomit) tartalmaz,



6. kép. Muszkovitos kvarcit jellemző vékonycsiszolati képe Kicsindről (A – +N, B – 1N)

Picture 6. Typical thin sections of muskovite quartzite from Kicsind (A – +N, B – 1N)



7. kép. Homokkő jellemző vékonycsiszolati képe Kicsindről (A – +N, B – 1N).

Picture 7. Typical thin sections of sandstone from Kicsind (A – +N, B – 1N)

kovásodás, limonitosodás nem jellemzi. Inhomogén változataiban a durva pátit és mikropátit helyről helyre váltakozva, változatos szöveti elrendeződésben (breccsás, foltos, sávós, ooidos stb.) jelenik meg. Ősmeradványt ritkán tartalmaz, azok is erősen átkristályosodtak. Durva pátos karbonát anyagú erek gyakran harántolják. Ez a mészkőzettípus, megjelenése alapján valószínűleg távolabbról származó, valószínűleg mezozoos eredetű (8. kép, A). Ez a kőzettípus kizárólag a „dunai csoportra” jellemző.

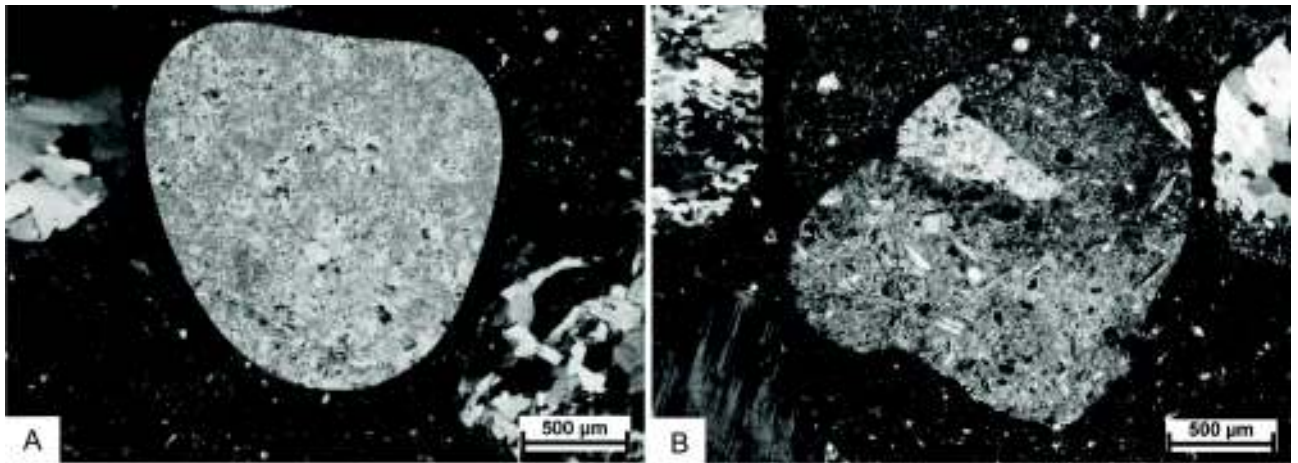
2. Jól, de az előző mészkőtípusnál kicsit gyengébben koptatott. Ritkán pátitos, gyakrabban miropátitos mikrites karbonátanyagot tartalmaz, amely esetenként egy nikollal világos sárgás vörösesbarna színű, valószínűleg a finomeloszlású limonit- és egyéb szennyező ásványanyag-tartalom miatt. Ritkán az alapanyag teljes limonitosodása is megfigyelhető. Igen gyakran tartalmaz sziliciklasztos törmelékanyagot sokszor nagy mennyiségben (10–30%) is. Ezek főleg szilánkos sarkos kvarcsejtszemcsék, de mellettük a muszkovit, esetenként a biotit és még kisebb mennyiségben a földpát is rendszeresen megjelenik. Ez a mészkőféleség, megjelenése alapján kissé közelebről származó, valószí-

nűleg kainozoos eredetű (8. kép, B). Ez a kőzettípus a „dunai” és a „miocén csoportban” is megjelenik.

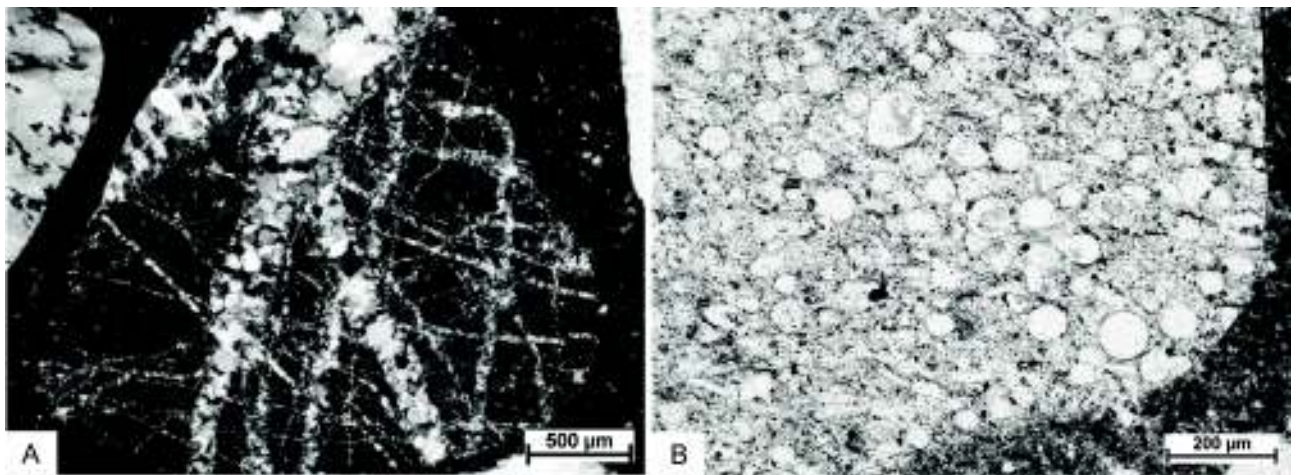
Vízi élőlények nagyméretű önálló mészvázttöredékei gyakran megfigyelhetők a Duna-menti hordalékok vékonycsiszolataiban. Ezekről nem mindig dönthető el egyértelműen, hogy recens dunai, vagy esetleg kainozoos eredetűek-e.

A különböző fajta tűzkő (radiolaritokat, spongiolitokat és egyéb részben radiolária és szivacsstű tartamú mikrokristályos kovaközeteket sorolunk ide) (9. kép) a kőzetszemcsék mikro- és kriptokristályos kvarcból és kalcedonból állnak, esetenként irányítottak, sugárállatkat és szivacsstűket gyakran nagy tömegben tartalmaznak. Egyes fajtáik többé-kevésbé limonitosak, piritesek, vagy kvarcerekkel átjártak, sok esetben erős karbonátosodást mutatnak. Egyes változatokban extraklasztként kissé szögletes kvarcsejtszemcsék is megjelenhetnek. Az ősmaradvány mentes mikro- és kriptokvarcitokat is ide soroltuk. Ennek a kőzettípusnak egyaránt van a „miocén csoportra” és a „dunai csoportra” jellemző fajtája (az összehasonlításnál részletezve).

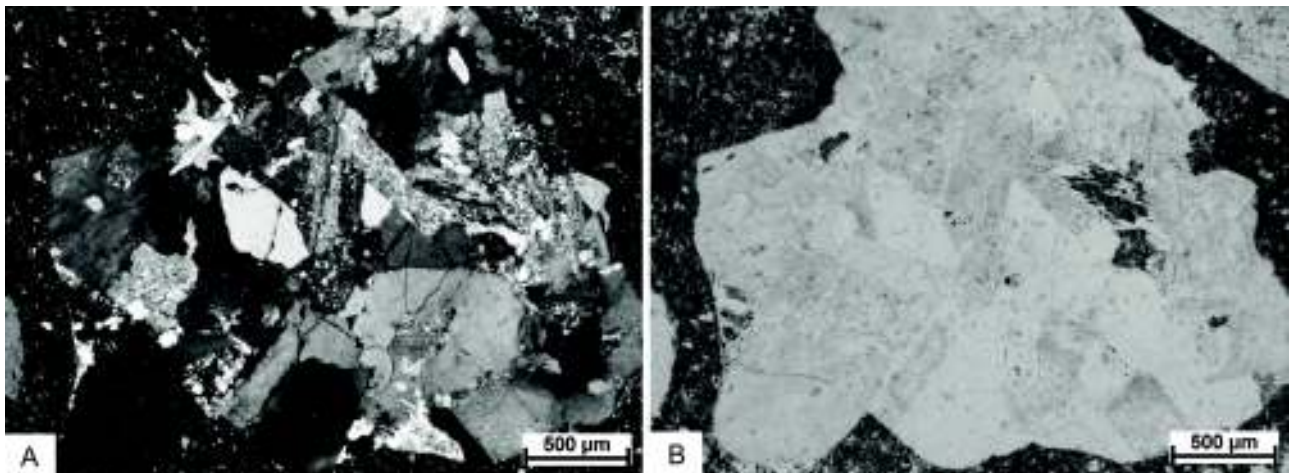
A granitoidok (10. kép) teljes kőzetként ritkán mutat-



8. kép. Mészközetek jellemző vékonycsiszolati képe Pilismarótról (+N) A – mezozoos jellegű mészkő, B – kainozoos jellegű mészkő
 Picture 8. Typical thin sections of Limestones from Pilismarót (+N). A – mesozoic like Limestone, B – cenozoic like limestone.



9. kép. A tűzkövek vékonycsiszolati képe Esztergomból A – Kvarceres tűzkő (+N), B – Radiolarit (1N)
 Picture 9. Typical thin sections of chert from Esztergom A – Chert (+N), B – Radiolarite (1N)



10. kép. A granitoid jellemző vékonycsiszolati képe Zebegényből (A – +N, B – 1N)
 Picture 10. Typical thin sections of granitoid from Zebegény (A – +N, B – 1N)

koznak. Szövetük hipidiomorf szemcsés. A csiszolatokban a színtelen elegyrészek közül jellemző a hullámos kioltású kvarc, a pertitesedett ortoklász és a szericitésedett plagioklász, a mikroclin alárendelt. Színes elegyrészként jelentős az akár

csomókban is megjelenő biotit és a muszkovit. Az akceszorikus elegyrészek, mint pl. a cirkon, apatit, gránát, titanit és a sötétbarna pleokroós allanit ritkák. Ez a kőzettípus a „miocén csoportra” és a „dunai csoportra” egyaránt jellemző.

A vulkanitok közül három fő típus ismerhető fel:

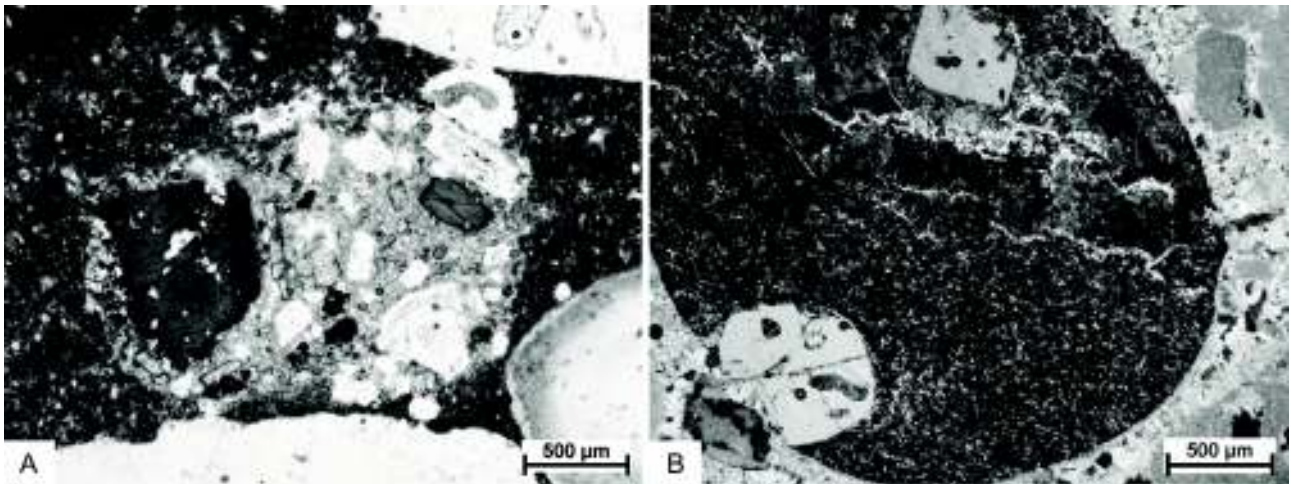
1. *Porfíros szövetű andezit*. (11. kép, A). Szemcséi rosszul koptatottak. Alapanyaguk erősen átalakult kőzetű, de gyakori a teljesen kristályos alapanyagú változat is. Nagyméretű porfíros elegyrészei a viszonylag üde, erősen zónás plagioklász és az általában erősen átalakult színes elegyrészek (opacitos hornblende, biotit, piroxének). Akcesszóriák közül cirkon és nagy mennyiségű opakásvány, kevés apatit fedezhető fel a csiszolatokban. A Dunakanyar környéki miocén andezitekhez nagyon hasonló megjelenésűek. Ez a kőzettípus a „*miocén csoportra*” és a „*dunai csoport*” Dunakanyarhoz közeli tagjaira egyaránt jellemző.

2. *Riolit*. Általában jól koptatott. Alapanyaga felzites, ritkán szferulitos, (11. kép, B) jellegzetes példányai esetén nagyrészt durvakristályos mozaikos kvarcból és vékony földpátlécek kusza, sűrű halmazából áll. Porfíros- (kvarc, földpát), színes- és akcesszóriás elegyrészeket egyaránt ritkán tartalmaz. Az idősebb, valószínűleg perm riolitokhoz hasonló. Ez a kőzettípus egyes paleozoos, leginkább

perm riolitokkal mutat rokonságot. Mindkét referencia-csoportban előfordulhat, de jellegadó mennyiségben inkább a „*miocén csoportra*” jellemző.

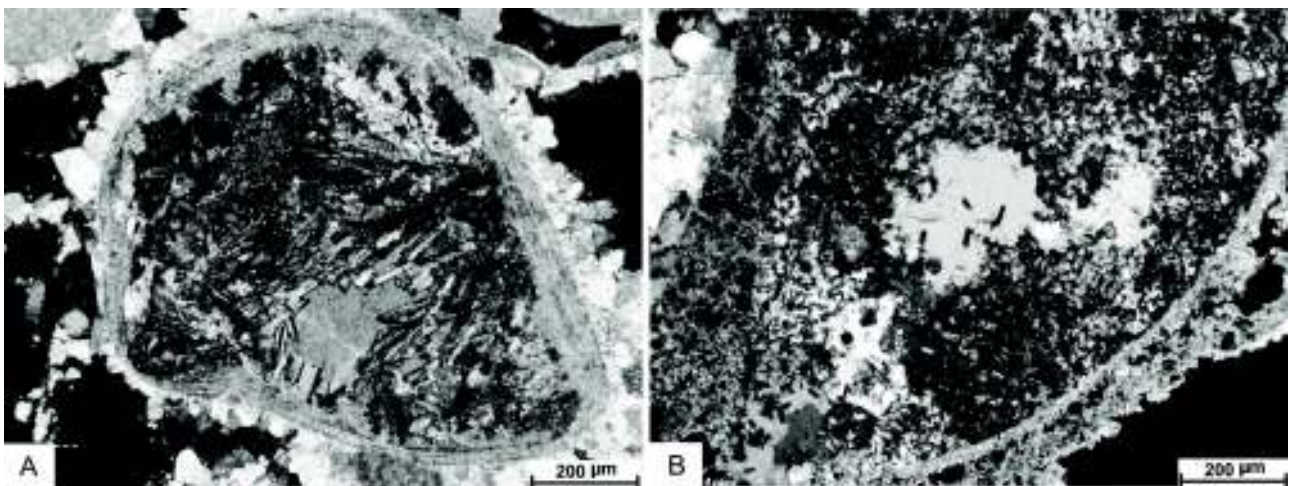
3. *Szubvulkáni teléreként értelmezhető felzites, mikroikilit szövetű riolit*. A kőzet kevés porfíros elegyrészt tartalmazó durva szemcsés alapanyaggal jellemezhető szövetében a mozaikot adó kvarcból vékony földpátlécek ismerhetők fel (12. kép). Ez a kőzettípus kizárólag a „*miocén csoportra*” jellemző.

A vizsgált törmelékanyagok önálló ásványzemcséket is tartalmaznak. A plagioklász zónás neutrális és nem zónás savanyú változatban is megjelent. Előfordulnak még alkáli földpátok (ortoklász és mikrokin), valamint vulkáni eredetű, egyszerre kioltó kvarc. Az ortoklász és mikrokin, egyes kvarc- és mikrokin, valamint a nem zónás plagioklászok valószínűleg savanyú mélységi magmás kőzetek lepusztulásával és szétesésével váltak önálló szemcsékké. A zónás neutrális plagioklászok a miocén andezitekkel rokonítható kőzetek plagioklászaihoz azonosak, a vulkanogén kvarcok dácit, vagy riolit szétesése során válhattak külön. Ezen szemcsék



11. kép. Vulkanitok jellemző vékonycsiszolati képei. A – Porfíros szövetű andezit Esztergomból (1N), B – Riolit Remete-keresztbéréről (+N).

Picture 11. Typical thin sections of volcanite. A – Porphyritic andesite from Esztergom (1N), B – Rhyolite from Remete Crag (+N)



12. kép. Poikilites szövetű riolit. A – Kicsindről (Mala nad Hronom) (+N), B – Remete-keresztbéréről (+N)

Picture 12. Typical thin sections of poikilitic texture rhyolite. A – From Malá nad Hronom (+N), B – From Remete Crag (+N)

nagy része mindkét referencia anyagban előfordul, de a mikroklin csak a „*dunai csoport*” mintáira jellemző.

A dunai és a miocén csoportok petrográfiai jellemzőinek összehasonlítása

A referencia-minták válogatott vételével létrehozott két csoport képezi az összehasonlítás alapját. A miocén rétegsorhoz köthető különböző mészkőféléseket (2. kainozoos mészkőtípus) kihagytuk a vizsgálatból, mert a kavicsos mészkövek szálkőzeteinek anyaga is ide sorolható, ezért ennek a dunai anyaggal való összehasonlítása szempontunkból nem adna értelmezhető eredményt. A mészanyagú héjtörödékeket sem a dunai, sem a miocén kőzetek esetén nem vettük figyelembe, mert ezek eredete sok esetben nem dönthető el, amely így bizonytalansághoz vezetne.

Különbségek az általános ásvány-kőzetösszetételi jellemzők alapján.

A miocén csoport ennél jóval kevesebb, 8 alapvető típusal jellemezhető. Jelentősebb arányban van jelen a kvarcicscsoport (79,5%), amely mellett jellemzően tűzkövek (5,8%), homokkövek (4,7%), gneiszek (1,9%), granitoidok (3,6%), miocén vulkanitok (2%), illetve ortoklász és plagioklász szemcsék (2,5%) találhatóak. Az aleurolitok (0,08%) elhanyagolható mértékben jelentkeznek (5. ábra, A).

A dunai üledékek 14 alapvető típusból állnak, a kavicsanyag 64,7%-át a kvarcicscsoport adja. Emellett fontos összetevőként megjelenik a mészkő (6,5%), a tűzkő (11%), a homokkő (6,7%), a granitoid (3,8%), a miocén vulkanitok (1,7%), az ortoklász és plagioklászszemcsék (2,5%), mikrokliniszemcsék (1,8%). A gneisz (0,7%), az aleurolit (0,1%), a limonitiszemcsék (0,06%) és az opak ásványiszemcsék (0,1%) csak kis mértékben vannak jelen (5. ábra, B).

A *mezozoos mészkövek*. Mindhárom mintavételi helyről származó kavicsos mészkövek szálkőzeteiből készített vékonycsiszolatok alapján egyértelműen elmondható, hogy a mezozoos mészkövek nem csak a savazott kavicsanyagból, hanem az eredeti kőzetekből is hiányoznak. Ezzel szemben a dunai üledékekben a *mezozoos mészkő* jellegadó kőzetnek számít. Ez mérvadó tényező.

Felvetődik a kérdés, hogy a mezozoos mészkő hiánya mindenképpen ellene szól-e a dunai eredetnek, vagy csak az alacsony és a magas teraszok fedőüledékei különböznek ennyire. BÓDI (1938) Duna menti, felső-pliocénnek leírt kavicsok vizsgálata során mészkőkavicsokat említ, amelyből arra lehet következtetni, hogy a Duna az alacsony teraszok kialakulása előtt is rakott le mészkőkavicsokat. Ezért a mezozoos mészkő hiánya a szerzők véleménye szerint miocén eredetre utal.

A *feldpátok*. A feldpátiszemcsék nagy része minden bizonnyal a granitoidok szétesésével vált egyedi szemcsévé. A plagioklász és ortoklász mind a „*dunai*”, mind a „*miocén csoport*” mintái esetén megfigyelhető. A „*miocén csoportból*” azonban a *mikroklin* teljes mértékben hiányzik,

míg a dunai csoportban ez fontos összetevő. Ez azt jelenti, hogy a dunai törmelékanyagba mikroklin tartalmú granitoidok szétesése is szolgáltatott feldpátot, míg ilyen mikroklin-tartalmú granitoid és önálló ásványiszemcséi a miocén üledékgyűjtőbe ezeken a lelőhelyeken nem került bele. Ez mérvadó tényező.

A *karbonátos-limonitos-muszkovitos homokkövek*, az *aleurolit* és a *limonit* a „*miocén*” csoport mintáiból hiányoznak. Ezek a típusok a dunai üledékekben ugyan megtalálhatók, de csak kis mennyiségben, ezért ez a különbség véleményünk szerint nem mérvadó.

A *karbonátos-limonitos-muszkovitos homokkövek*, a *granitoidok*, a *gneiszek*, a *tűzkövek*, a *vulkanitok*, illetve a *plagioklászok* és *ortoklászok* az általános összesítés alapján közel hasonló mennyiségben vannak jelen mindkét csoport esetén. Ezek ebben a vizsgálatban nem mérvadó tényezők.

Különbségek az egyes csoportokra jellemző ásvány- és kőzettípusok részletes vizsgálata alapján

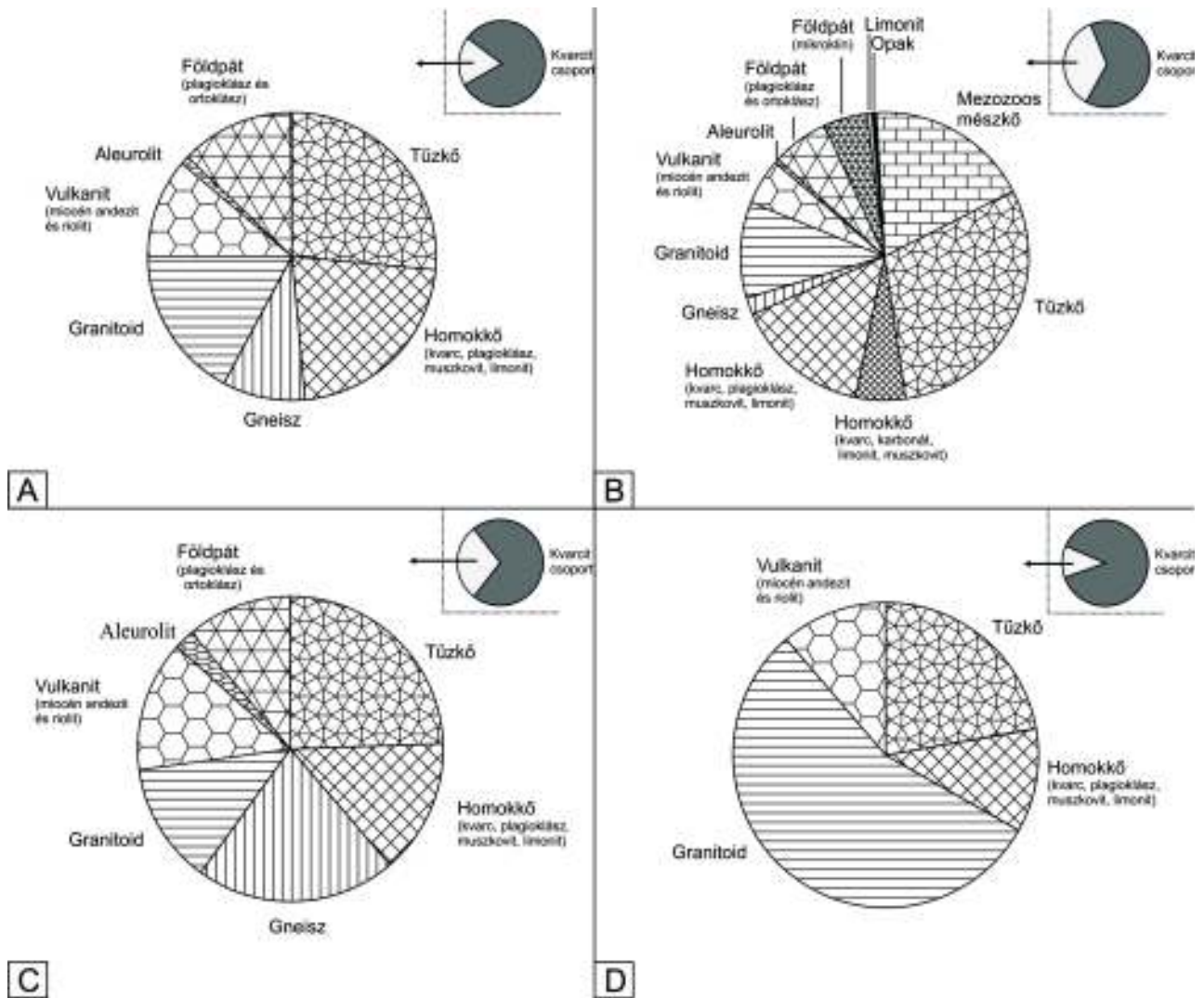
Az egyes kőzettípusok részletesebb vizsgálata (például szöveti jellegzetességek) alapján további eltérések is felismerhetők a „*dunai*” és a „*miocén*” csoport között.

A *tűzkövek*. A dunai üledékekben két alapvető típus különböztethető meg. Az egyik típust a tűzkövek kisebb része képviseli, világos színű, gyakran karbonáttartalmú. A másik típus nagyobb részarányú, sötétvörös és sötétbarna színű (limonitos). A *miocén* üledékekben előforduló tűzkövek (radiolaritok és egyéb részben radiolaria és szivacsú tartamú mikrokristályos kovakőzetek) ezzel szemben kizárólag világos színűek és karbonátot egyáltalán nem tartalmaznak. Az egyértelműen meghatározható különbségek miatt ezt mérvadó tényezőként értékeljük.

A *poikilitos szövetű riolit*. Kicsindnél (Malá nad Hronom) szálkőzetből, Zebegénynél és Remete-keresztbérnél a szálkőzet savazott kavicsanyagából került elő a szubvulkáni telérkőzetként értelmezhető felzites, mikropoikilitos szövetű riolit. Ennek a dunai anyagban nem akadunk a nyomára, ezért véleményünk szerint ez a ritka kőzettípus jól azonosíthatóvá teszi a „*miocén*” csoportot.

Az ismeretlen eredetű kavicsanyag vizsgálati eredménye

Az RK feltárás talajban felhalmozódott kavicsanyaga 9 alapvető ásvány- és kőzettípussal jellemezhető. Jelentősebb arányban van jelen a kvarcicscsoport (67,9%), amely mellett jellemzően tűzkövek (4,7%), homokkövek (6,9%), gneiszek (1,7%), granitoidok (3,8%), miocén vulkanitok (2%), aleurolitok (0,4%), illetve az ortoklász- és plagioklászszemcsék (2,5%) találhatóak (5. ábra, C). A kavicsanyagban feltűnő a mezozoos mészkövek és a mikroklin teljes hiánya. A tűzkövek világos színűek és nem mutatnak karbonáttartalmat. A felhalmozódott kavicsok között jelen van a poikilitos szövetű riolit is.



5. ábra. A „miocén” (A) és a „dunai” (B) csoport kavicsanyagának, illetve az RK feltárás (C) és a ZB feltárás (D) talajban felhalmozódott kavicsanyagának összehasonlítása ásvány-kőzetösszetétel alapján, a kvarcicscsoport nélkül ábrázolva

Figure 5. Comparison of gravels of “Miocene” (A), “Danube” (B) groups, and gravels in the soil of RK (C) and ZB (D) outcrops based on general composition (without quartzite)

Az általános ásvány-kőzetösszetétel típusaiban és arányaiban megfeleltethető a „miocén” csoport referencia mintáinak. E mellett az egyes kőzettípusok részletes vizsgálata megerősíti ezt a következtetést.

Az ZB feltárás talajban felhalmozódott kavicsanyaga mindössze 5 alapvető ásvány- és kőzettípussal jellemezhető. A kavicsanyagot a kvarcicscsoport túlnyomó többsége (87,9%) jellemzi. Ezek mellett jelen vannak a tüzkövek (2,7%), homokkövek (1,3%), granitoidok (6,7%), és a miocén vulkanitok (1,4%) (5. ábra, D). Hiányoznak a mezozoos mészkövek és a mikroklin, de e mellett a gneiszek, az aleurolitok és a földpátok is. Az egyes kőzettípusok részletes vizsgálata során világos színű, karbonátosodást nem mutató tüzköveket kerültek elő, illetve egyértelműen kimutatható a poikilitos szerkezetű riolit is.

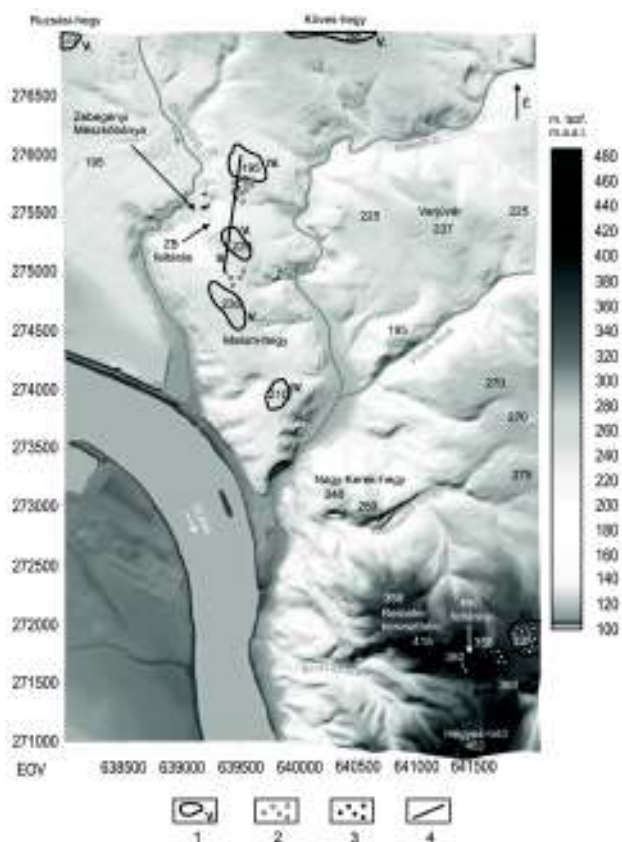
A ZB feltárás esetében egy nagyon érett kavicsanyagról van szó, amely ásvány-kőzetösszetétele alapján eléggé egyveretű, nem hasonlítható jól egyik referencia mintához sem. A részletes vizsgálat során előkerült kőzettípusok jellegze-

tességei alapján azonban inkább a „miocén csoporthoz” köthető.

A terület geomorfológiai vizsgálatának eredménye, a geomorfológiai szintek és a kavicsok helyzete

A kutatási területen a Malom-hegy és a Remete-keresztbérc környéke magasság és geomorfológiai jellemzők alapján a Vizes-árok–Malom-patak vonala mentén egymástól jól elkülöníthető (6. ábra).

A Malom-hegy környezete: A területen meredek oldallal völgyekkel elválasztott, külön egységeket alkotó, több hasonló magasságú dombhát (Malom-hegy, Varjúvár, Köves-hegy és Ruzsási-hegy) formálódik. Legmagasabb pontokat (230–240 m tszf.) az egységek központi helyzetű, kiterjedt, lapos tetőfelszínei adják. Ezekről eróziós árkok által leválasztott, 10–20 méterrel alacsonyabb, lapos peremi helyzetű



6. ábra. Kavicsos és geomorfológiai szintek a terület digitális domborzatmodelljén ábrázolva

Jelmagyarázat: 1 – PÉCSI (1959) által dunai magas teraszként értelmezett felszín (római számmal a terasz száma), 2 – szórványkavicsok, 3 – kavicstakaró, 4 – szelvény vonalvezetése (7. ábra, A, B).

Figure 6. Gravels and geomorphological horizons on digital elevation model of research area

Legend: 1 – High level Danube terrace surfaces (according to PÉCSI [1959] opinion, signed with roman numeral) 2 – gravels, 3 – gravel-sheet, 4 – simplified sections (Figure 7, A and B).

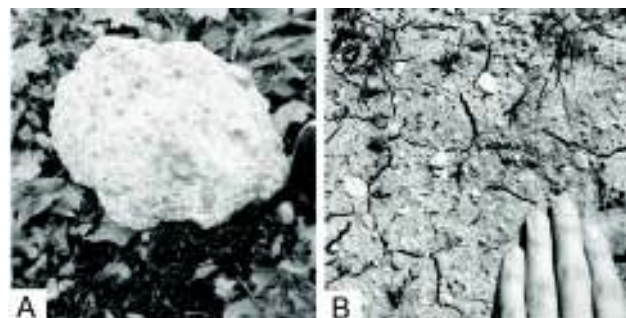
felszínnek jelennek meg. A nagyobb egységek között és helyenként azok oldalában (190–200 m tszf.) felszínnek találhatók. A tetőhelyzetű és a völgyoldali felszínnek a PÉCSI-féle nomenklátúra szerint a IV. és V. teraszok szintjeiben helyezkednek el.

Remete-keresztbérc és környezete: A Vizes-árok–Malompatak vonalától délkeletre eső terület két további egységre bontható. A Vizes-árok és a Csizmadia-völgy közötti terület rész a Malom-hegy környezetéhez hasonlóan, a völgyek felé meredek oldalakkal határolt lapos és kiegyenlített térszínként jellemezhető, de a tetőfelszínnek annál 30–35 méterrel magasabb található. Ez képezi a két részterület domborzata közötti átmenetet. A Csizmadia-völgy másik oldalán az előzőnél élénkebb, kisebb kiterjedésű felszínkel és meredekebb oldalú szűkebb völgyekkel jellemezhető domborzat jelenik meg. Legmagasabb pontjai a Hegyes-tető (482 m) és az ÉNy–DK irányú elnyújtott formájú Remete-keresztbérc (415 m). A hegyoldalokban nyerges és lejtőpihenők formájában felszínnek találhatók. A Hegyes-tetőtől délre található felszín (460 m), a PÉCSI-féle nomenklátúra szerinti VIII. terasznak feleltethető meg. A Remete-keresztbérc oldalában 335 m, 355–360 m és 380 méter

megjelenő felszínnek, a VI. és VII. terasz szintjeiben vannak.

A darakavics-vizsgálatok segítségével kimutattuk, hogy az RK és a ZB feltárásban nem dunai, hanem középső-miocén tengerparti felhalmozódású kavicsok települnek. A mészkőbe ágyazódó kavicsok, a mészkővön kialakuló talajban a mállási képesség és a pedogenezis miatt halmozódtak fel. A szálkőzetből kimállott és talajban felhalmozódott kavicsok áthalmazódás során a feltárásokkal megismert eredeti helyeihez közeli, markáns (geomorfológiailag jól meghatározható) felszínre, szórványkavicsok formájában települtek át.

A Remete-keresztbérc PÉCSI által VII. sz. teraszként meghatározott felszíne (380 m) egy *in situ* miocén kavics-takaróval fedett, dunai bevágódás előtt már kialakult domborzat maradványa. Az alatta lévő 355 m és 335 m-es felszínre települő szórványkavicsokat (13. kép, A) — a geomorfológiai helyzetből következtetve — ugyanennek az



13. kép. A kutatási terület szórványkavicsai. A – Szórványkavicsok a Malom-hegy (195 tszf) felszínén, B – Szórványkavicsok és kavicsos mészkő törmelék a Remete-keresztbérc oldalában megjelenő felszínén (335 m tszf.)

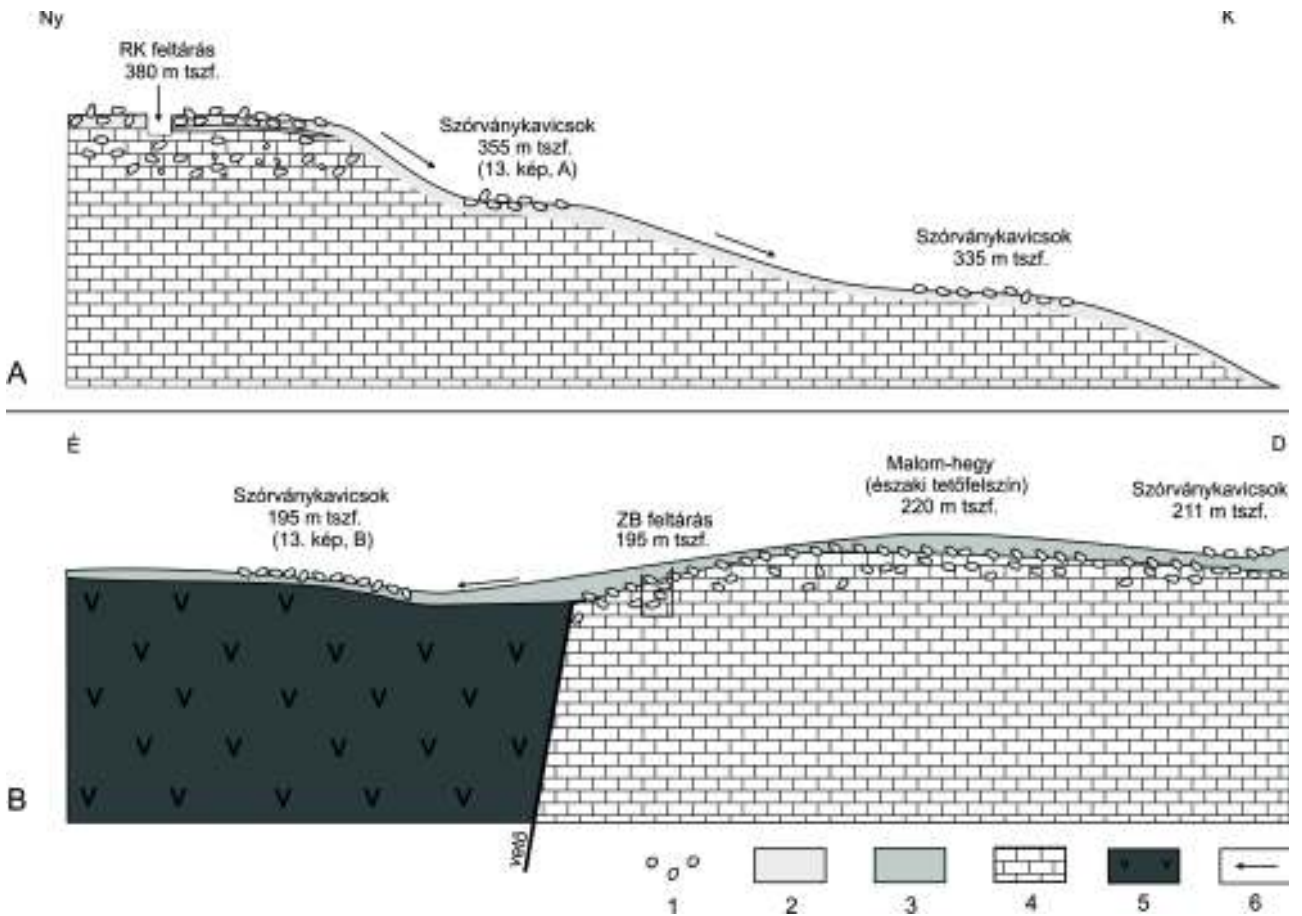
Picture 13. Pebbles of study area. A – Pebbles on lag surface of Malom Hill (195 m.a.s.l.), B – Pebbles and debris of gravelly Limestone on lag surface of Remete Crag (335 m.a.s.l.)

anyagának az áthalmazódott maradványaként értelmezzük (7. ábra, A).

A Malom-hegy tetőfelszínének környezetében, 195 m tszf. települő szórványkavicsok (13. kép, B) települési körülményei, a ZB feltárás ismert helyzete és a terület geomorfológiai jellemzői alapján véleményünk szerint áthalmazódással kerülhettek jelenlegi helyükre (7. ábra, A). A 211 méteren lévő szórványok a kimállott kavicsok eredeti felhalmozódásának maradványaként értelmezhetők.

Következtetések, diszkusszió

A Remete-keresztbérc és a zebegényi mészkőbánya környezetében található kavicsos mészkő szálkőzetei egymással egyértelműen párhuzamosíthatók. Geomorfológiai és terasz-kronológiai szempontból ez azt jelenti, hogy a vizsgált területen PÉCSI (1959) által V. és VII. teraszokként értelmezett geomorfológiai szintek azonos korúak. A felszín közötti 150 méteres szintkülönbséget a tektonikus mozgások hozhatták létre. Ezekből az eredményekből a Visegrádi-szorosra nézve általános következtetés azonban még nem vonható le.



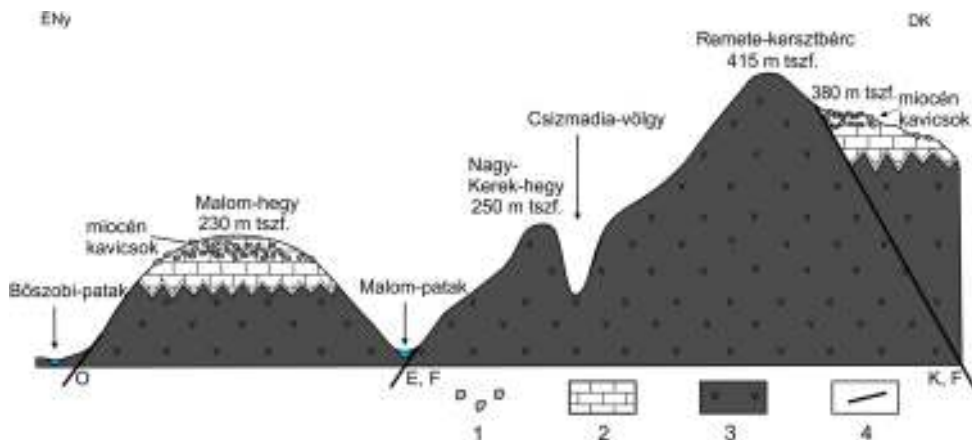
7. ábra. A Remete-keresztbérc (A) és a Malom-hegy felszínén (B) települő szórványkavicsok helyzete
 Jelmagyarázat: 1 – Kavicsok, 2 – Talajszint a Remete-keresztbérc környezetében, 3 – Talajszint a Malom-hegy környezetében, 4 – Lajtai Mészkö, 5 – Vulkáni kőzetek, 6 – Áthalmazódás iránya

Figure 7. Location of gravels on surfaces of Remete Crag (A) and Malom Hill (B)

Legend: 1 – Gravels, 2 – Soil (background of Remete Crag), 3 – Soil (background of Malom Hill), 4 – Lajta Formation, 5 – Volcanic Rocks, 6 – Reworking direction of gravels.

A terület szerkezeti viszonyaival foglalkozó tanulmányok (ELEČKO et al. 1998, KÖRPÁS & CSILLAGNÉ 1998, FODOR 2010 és OLÁH et al. 2014) alapján a Lajtai Mészkö Formáció

kavicsos kifejlődései által képviselt geomorfológiai szintek eltolódásainak több lehetősége is fennáll (8. ábra), amelyek neotektonikai folyamatokkal magyarázhatók. A neotektoni-



8. ábra. A kutatási terület ÉNy-DK metszete

Jelmagyarázat: 1 – Kavicsok, 2 – Lajtai Mészkö Formáció, 3 – Vulkáni kőzetek, 4 – Vetők (E – ELEČKO et al. 1998, K – KÖRPÁS & CSILLAGNÉ 1999, F – FODOR 2010, O – OLÁH et al. 2014 alapján)

Figure 8. Simplified NW-SE section of research area.

Legend: 1 – Gravels, 2 – Lajta Formation, 3 – Volcanic rocks, 4 – Faults (according: E – ELEČKO et al. 1998, K – KÖRPÁS & CSILLAGNÉ 1999, F – FODOR 2010, O – OLÁH et al. 2014)

kai folyamatok kezdetét PÉCSI (1959) a negyedidőszak elejétől számítja, FODOR et al. (2005) szerint a Pannon-medence központi részének a szerkezeti inverzióhoz kötött függőleges kéregmozgásai leghamarabb a késő-pliocénben kezdődtek. RUSZKICZAY-RÜDIGER et al. (2007) a Gödöllői-dombságban végzett szeizmikus szelvényeinek vizsgálata alapján a Pannon-medence központi részének szerkezeti inverzióját legkorábban 4 M évre teszi. Véleményük szerint a Dunakanyar függőleges kéregmozgásai is feltehetőleg ehhez köthetően kezdődtek el.

További kérdéseket vet fel a folyóvízi bevágódás kezdeti időpontja, amely nem esik egybe feltétlenül a kiemelkedés kezdetével. A folyóvízi bevágódás kezdetét PÉCSI (1959) a pliocén végétől számítja, RUSZKICZAY-RÜDIGER et al. (2005) a legmagasabb geomorfológiai szintek minimum ^3He kitértési kora alapján a bevágódás kezdetét legkésőbb a középső pleisztocénre teszi. Kutatásunk alapján ilyen irányú következtetést levonni nem lehet, de azt mindenképpen meg tudjuk állapítani, hogy a vizsgált terület magas helyzetű geomorfológiai szintjein nem találtunk folyóvízi tevékenységre utaló

nyomot. A helyben maradt kavicsos üledékek egyenesen származtathatók a Lajtai Mésző kavicsos kifejlődéséből, a szórványkavicsokat geomorfológiai viszonyokra alapozva, az eredeti felhalmozódásokból áthalmazódással származtatjuk.

Összefoglalás

Az alacsony- és magas teraszok morfosztratigráfiai rendszere a Visegrádi-szoros kialakulásának és negyedidőszaki felszínfejlődésének az egyik legfontosabb része. Korábbi kutatások általános érvényű következtetései a szoros egyes részein értelmezési problémákat vetettek fel. Tanulmányunkban a kavicsos üledékeket ezeken a helyeken petrográfiai módszerrel vizsgáltuk, majd eredményeinket geomorfológiai-teraszkrónológiai kontextusba helyeztük. Összességében elmondható, hogy az általános ásványkőzetösszetétel és a kőzettípusok részletes vizsgálatával a PÉCSI (1959) által magas teraszoknak tartott geomorfológiai szintek nem dunai eredetűek.

Irodalom — References

- BÓDI B. 1938: Budapest-környéki harmadkori kavicsok közzetani vizsgálata, különös tekintettel a levantei kavicsképződményekre. — *Földtani Közöny* **68**, 180–207.
- BÖCKH H. 1899: Nagy-Maros környékének földtani viszonyai. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve* **13**, 59 p.
- BRADÁK, B., KISS, K., BARTA, G., VARGA, Gy., SZEBERÉNYI, J., JÓZSA, S., NOVOTHNY, Á., KOVÁCS, J., MARKÓ, A., MÉSZÁROS, E. & SZALAY, Z. 2014: Different facieses and palaeoenvironments of Late Pleistocene, Verőce outcrop, Hungary — Preliminary results. — *Quaternary International* **319**, 119–136.
- BULLA B. 1941: A Magyar medence pliocén és pleisztocén terraszai. — *Földrajzi Közlemények* **69**, 199–230.
- CHOLNOKY J. 1910: Az Alföld felszíne. — *Földrajzi Közlemények* **38**, 413–436.
- ELEČKO, M., DUDKO, A., PISTOTNIK, J., VASS, D., HÓK, J., NAGY, A. & SEFARA, J. 1998: *Tectonic map, 1: 200 000 (Danube Region Environmental Geology Programme DANREG)*. — Geological Institute of Hungary, Budapest.
- FODOR L. 2010: Mezozoos–kainozoos feszültségmezők és törérendszerek a Pannon medence ÉNy-i részén – Módszertan és szerkezeti elemzés. — Akadémiai Doktori értekezés. MTA, 128 p.
- FODOR, L., BADA, G., CSILLAG, G., HORVÁTH, E., RUSZKICZAY-RÜDIGER, Zs., PALOTÁS, K., SÍKHEGYI, F., TIMÁR, G., CLOETINGH, S. & HORVÁTH, F. 2005: An outline of neotectonic structures and morphotectonics of the western and central Pannonian Basin. *Tectonophysics* **410**, 1–4. 15–41.
- GÁBRIS Gy. 1997: Gondolatok a folyóteraszokról. — *Földrajzi Közlemények* **125**, 3–16
- GÁBRIS Gy. 2006: A Magyarországi folyóteraszok kialakulásának és korbeosztásának magyarázata az oxigénizotóp-sztratigráfia tükrében. — *Földrajzi közlemények* **134**, 123–133.
- GÁBRIS Gy. 2007: Kapcsolat a negyedidőszaki felszínalakító folyamatok időrendje és az oxigénizotóp rétegtan között – magyarországi lösz–paleotalaj-sorozatok és folyóvízi teraszok példáján. — *Földtani Közöny* **137**, 515–540.
- GÁBRIS Gy. 2013: A folyóvízi teraszok hazai kutatásának rövid áttekintése — a teraszok kialakulásának és korbeosztásának új magyarázata. — *Földrajzi Közlemények* **137**, 240–247.
- GÁBRIS, Gy. & NÁDOR, A. 2007: Long-term fluvial archives in Hungary: response of the Danube and Tisza rivers to tectonic movements and climatic changes during the Quaternary: a review and new synthesis. — *Quaternary Science Reviews* **26**, 2758–2782.
- HAHN Gy. 1989: A magyarországi kavicsszintek és teraszok kronológiai áttekintésének gyakorlati jelentősége. — *Földtani Kutatás* **4**, 59–63.
- HORVÁTH, E. 2001: Marker horizons in the loesses of the Carpathian Basin. — *Quaternary International* **76/77**, 157–163.
- KARÁTSÓN D. 2007: *Börzsönytől a Hargitáig. Vulkanológiai tanulmányok a Kárpátok miocén–pliocén tűzhányóláncaiból*. — Typotex, Budapest, 41–170.
- KARÁTSÓN, D., NÉMETH, K., SZÉKELY, B., RUSZKICZAY-RÜDIGER, Zs. & PÉCSKAY, Z. 2006: Incision of a river curvatore due to exhumed Miocene volcanic landforms: Danube Bend, Hungary. — *International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau)* **95/5**, 929–944.
- KÉZ A. 1934: A Duna Visegrádi áttörése. — *MTA Matematikai és Természettudományi Értesítő* **50**, 713–747.
- KÉZ A. 1942: Az erózióról és a terraszokról. — *Földrajzi Közlemények* **70**, 1–32.

- KORPÁS L. & CSILLAGNÉ TEPLÁNSZKY E. 1982: *Magyarázó a Börzsöny–Dunazug hegység földtani térképeihez I–II.* — MÁFI, Budapest.
- KORPÁS L. & CSILLAGNÉ TEPLÁNSZKY E. 1999: A Börzsöny–Visegrádi-hegység és környezetének fedetlen földtani térképe. Méretarány 1:50 000. — MÁFI, Budapest.
- KORPÁS L. (szerk.) 1998: *Magyarázó a Börzsöny és Visegrádi-hegység földtani térképéhez.* — MÁFI, Budapest, 178 p.
- LÁNG S. 1952: A Börzsöny geomorfológiája. — *Földrajzi Értesítő* **1**, 315–336, 443–465.
- OLÁH P., FODOR L., TÓTH T., DEÁK A., DRUKONINGEN, G. & HORVÁTH F. 2014: A Szentendrei-sziget környéki folyóvízi szeizmikus szelvényezések földtani eredményei. — *Földtani Közlöny* **144/4**, 359–380.
- PÉCSI M. 1959: *A magyarországi Duna-völgy kialakulása és felszínalkotása.* — Akadémiai Kiadó, Budapest, 345 p.
- PÉCSI M. 1991: A magyarországi Duna-völgy teraszai és szintjei. — In: *Geomorfológia és Domborzatminősítés.* MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, 36–48.
- PÉCSINÉ DONÁTH É. 1958: Duna-terasz kavicsok görgetettségi vizsgálata. — *Földtani Közlöny* **88**, 57–75.
- RUSZKICZAY-RÜDIGER, ZS., DUNAI, T. J., BADA, G. & HORVÁTH, E. 2005: Middle to late Pleistocene uplift rate of the Hungarian Mountain Range at the Danube Bend (Pannonian Basin) using in situ produced ^3He . — *Tectonophysics* **410/1–4**, 173–187.
- RUSZKICZAY-RÜDIGER, ZS., LÁSZLÓ, I. FODOR, L. & HORVÁTH, E. 2007: Neotectonics and Quaternary landscape evolution of the Gödöllő Hills, Central Pannonian Basin, Hungary. — *Global and Planetary Change* **58/1–4**, 181–196.
- SCHUEUR Gy. & SCHWEITZER F. 1988: *A Gerecse és a Budai-hegység édesvízi mészkőösszletei.* — Földrajzi tanulmányok, Akadémiai Kiadó, Budapest, 129 p.
- SCHWEITZER F. 2009: Jégkorszakok kialakulásának lehetőségei a késő neogénben. — In: FÁBIÁN SZ. Á. & GÖRCS N. L. (szerk.): *100 éves a jégkorszak: A jégkorszaki klímaváltozások kutatása Penck-Brücknertől napjainkig (1909–2009).* PTE Földrajzi Intélete, Pécs, p. 10.
- SCHWEITZER F. 2013: A Pannon-medencebeli folyóhálózat kialakulása. — In: KIS É. (szerk.): *Terresztrikus domborzatfejlődés a Vértes és a Gerecse környezetében a felső-miocéntől a holocénig.* MTA-CSFK, Budapest. 49–73.
- SCHWEITZER F. 2014: A Pannon-medencebeli folyóhálózat kialakulása. — *Hidrológiai Közlöny* **94**, 23–33.
- SCHWEITZER, F. 2015. Drainage network development in the Pannonian Basin. — *Hungarian Geographical Bulletin* **64/2**, 101–119.
- SZEBERÉNYI J., JÓZSA S., ALZBETA M., JURAJ H. BALOGH J., FÁBIÁN SZ. Á., KIS É. VARGA Gy. & VICZIÁN I. 2014. Dunateraszok helyzete a Visegrádi-sorosban. — *VII. Magyar Földrajzi Konferencia kiadványa*, 513–527.

Kézirat beérkezett: 2015. 09. 10.

A csapadék hatása a rózsadombi források utánpótlódási és megcsapolódási területén

BODOR Petra¹, ERŐSS Anita¹, MÁDLNÉ SZÓNYI Judit¹, KOVÁCS József¹

¹Eötvös Loránd Tudományegyetem, Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C.

petra.bodor28@gmail.com

The effect of precipitation at the recharge and discharge area of the springs of Rózsadomb, Buda Thermal Karst, Hungary

Abstract

The Rózsadomb area is one of the Buda Thermal Karst's discharge areas. It is important from both theoretical and practical point of view to understand the temporal changes of the physicochemical parameters of lukewarm waters and their relationships with temporal changes of precipitation. The Molnár János Cave – Boltív Spring – Malom Lake system and its theoretical recharge area were studied. Based on executed measurements and continuous data series, the effect of the precipitation were examined on the temperature, specific electric conductivity, pH, volume discharge and water level parameters of the Boltív Spring and on the karst water level of the theoretical recharge area.

The project was supported by the NK101356 OTKA research grant.

Keywords: Buda Thermal Karst, recharge, discharge, lukewarm springs, integrated precipitation

Összefoglalás

A rózsadombi megcsapolódási terület a Budai termálkarszt részeként mind elméleti, mind gyakorlati szempontból kiemelt jelentőségű. Az itt felszínre jutó langyos vizek fizikai-kémiai paramétereiben zajló változások jobb megértése céljából vizsgáltuk a Molnár János-barlang – Boltív-forrás – Malom-tó rendszerét és a mögöttes áramlási rendszer feltételezett utánpótlódási területét. Saját mérések és folyamatos adatsorok elemzésével tanulmányoztuk a csapadék hatását a rendszer hőmérséklet, fajlagos elektromos vezetőképesség, pH, vízhozam és vízszint paramétereire és a feltételezett utánpótlódási terület karsztvízszintjeire.

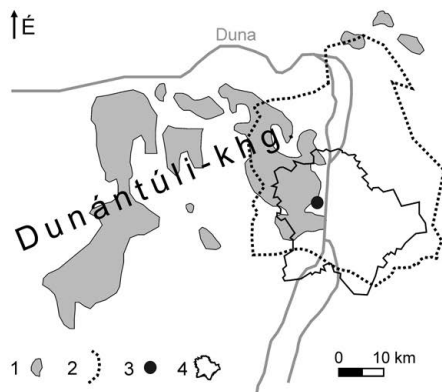
A kutatást az OTKA NK 101356 számú pályázat támogatta.

Kulcsszavak: Budai termálkarszt, utánpótlódás, megcsapolódás, langyos források, integrált csapadék

Bevezetés

A rózsadombi vagy felhővízi források Buda beépülése óta szolgálják az emberek gyógyulását, kielégítették az ország stratégiai szükségleteit azáltal, hogy a vízzel malmokat hajtottak meg s az így nyert energiával puskaport tudtak előállítani a középkorban. A forrásterület a Budai termálkarszt három fő megcsapolódási területének egyike (*1. ábra*). E terület mind elméleti, mind gyakorlati szempontból jelentőséggel bír. Elméleti szempontból fontos, hiszen itt egy aktív hipogén karsztrendszer viselkedése tanulmányozható (MÁDL-SZÓNYI & ERŐSS 2013), mely rendszerek eddig kevésbé ismertek. Gyakorlati jelentőségét az adja, hogy az itt felszínre jutó vizek hasznosítása a turizmus és a termális energia kiaknázása szempontjából is kiemelkedő lehetőségű Budapest számára.

A Rózsadombon és előterében magas oldottanyag-tartalmú (800–1350 mg/l) hévforrások (>36,7 °C) és alacsonyabb oldottanyag-tartalmú (770–980 mg/l) langyos (20–36,7 °C) források fakadtak (PAPP 1942). Előbbiek utánpótlódási területe a Dunántúli-középhegység távolabbi területei, míg utóbbiaké a Budai-hegység karsztos felszínei lehetnek, de pontosan nem lehatároltak (ALFÖLDI et al. 1968). Az egykori természetes források helyének és adatainak felkutatása és elemzése fényt derített arra, hogy a megcsapolódás sajátos mintázatú. A Dunához közelebb hévforrások, míg a Rózsadomb előterében langyos források jutottak felszínre (LIEB 2004, ERŐSS et al. 2008, MÁDLNÉ SZÓNYI et al. 2013) (*2. ábra*). Ezt a természetes megcsapolódási mintázatot a fürdők megjelenésével megkezdődő víztermelés megváltoztatta, ma már főleg kevert vizek talál-



1. ábra A Budai Termálkarszt és a rózsadombi megcsapolódási terület elhelyezkedése

1 – fedetlen mezozoós karbonátok, 2 – Budai termálkarszt, 3 – feltételezett utánpótlódási terület, 4 – megcsapolódási terület, 5 – Budapest

Figure 1. Location of the Buda Thermal Karst and the Rózsadomb discharge area
1 – unconfined mesozoic carbonates, 2 – Buda Thermal Karst, 3 – theoretical recharge area, 4 – discharge area, 5 – Budapest

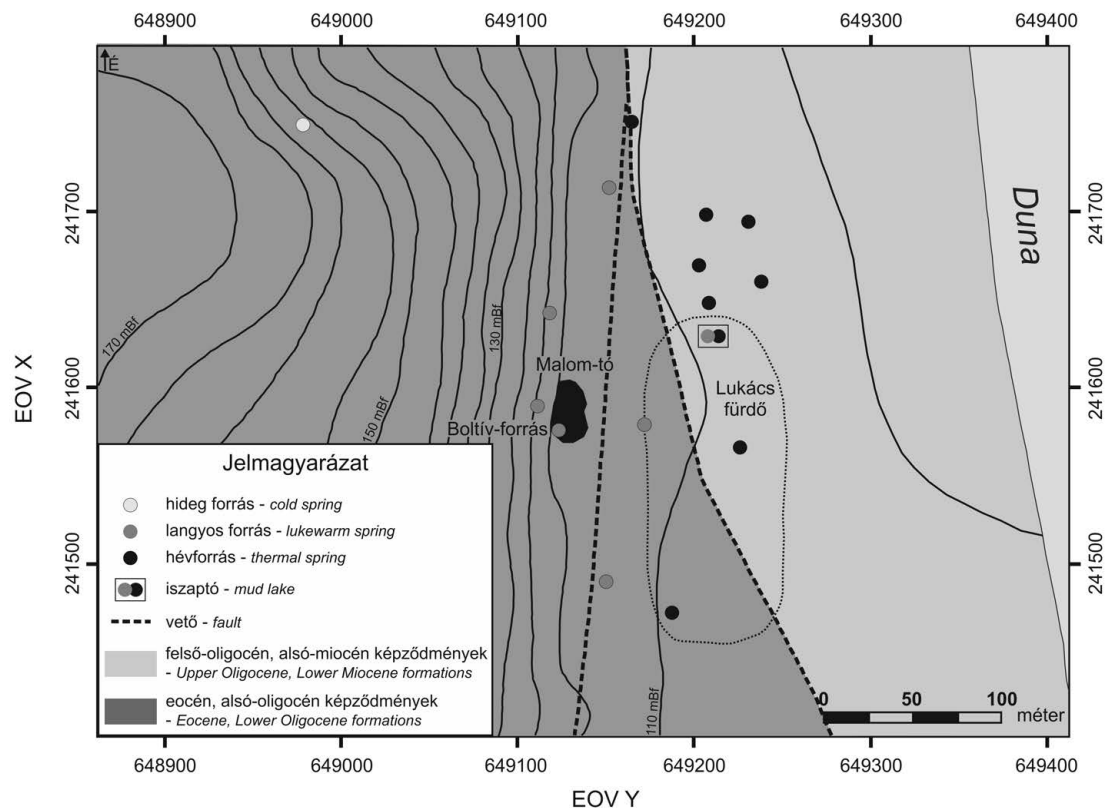
hatóak a területen. Néhány forrás, mint például a Boltív-forrás, azonban továbbra is fenn maradt.

Ezen antropogén hatásra módosult megcsapolódás mintázatának megértése szempontjából kiemelt fontosságú a Dunának, mint a terület fő erózióbázisának a szerepe. Már korán megfigyelték, hogy a Duna magas vízállása idején a források vize felmelegszik (WERNHER

1551, LINZBAUER 1837). A Duna medrében megcsapolódó szökevényforrásokat, melyeken keresztül a folyó hat a forrásokra SCHAFARZIK (1920) fedezte fel. Felismerték továbbá, hogy a Duna vize anélkül hat a forrásokra, hogy keveredés történne (pl. PÁLFY 1921, PAPP 1936, ALFÖLDI et al. 1968). A Duna vízállásának hatását a források és a talajvíz paramétereire hosszabb időtávú mérésekkel és matematikai módszerekkel is alátámasztották a Gellért-hegyi és a rózsadombi megcsapolódási területen egyaránt (NÉMET-BUCSI 2006, SOMOGYI 2009, PÁLL-SOMOGYI 2010; STRICZKI 2010, MÁDLNÉ SZŐNYI et al. 2013).

ALFÖLDI et al. (1968) értékelése szerint a kutakban mért vízszintek változása összefügg a csapadékeseményekkel, illetve a Duna vízállásával, megállapításuk alapján az utóbbi befolyásolja jobban. Ez utóbbi állítást helyszíni méréseken nyugvó adatokkal vizsgáltuk és elemeztük (BODOR et al. 2014). Eredményeink a korábbi megfigyeléseket támasztják alá, miszerint a Duna áradásai során a szökevényforrások megcsapolódásának a parti zónába való átveddése miatt az ottani források és felszín alatti víz paramétere megváltoznak.

A megcsapolódást befolyásoló másik fontos tényező lehet a csapadék. Jelen tanulmányunkban ezt kívánjuk szisztematikus adatokkal alátámasztva elemezni. Azt vizsgáljuk, hogy a megcsapolódási területen, illetve a langyos vizek feltételezett utánpótlódási területén hogyan jelentkezik a csapadék hatása. Előőbb egy természetes megcsapolódású langyos forráson, a



2. ábra. A rózsadombi megcsapolódási terület egykori forrásainak elhelyezkedése (LIEB 2004; ERŐSS 2010 után módosítva)

Figure 2. Location of the old springs of the Rózsadomb discharge area (after LIEB 2004; ERŐSS 2010)

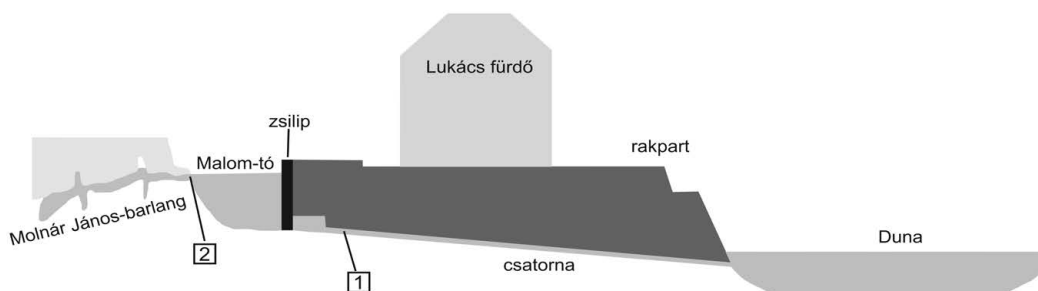
Boltív-forráson, és a hozzá kapcsolódó Molnár János-barlang és Malom-tó rendszerén keresztül vizsgáljuk (2. ábra). Az utánpótlódási területen hét karsztvízszint-megfigyelő kutat elemzünk a kérdés megválaszolása érdekében.

Adatok

A terület paramétereinek vizsgálata és összehasonlítása a csapadékeseményekkel a Boltív-forrás elemzésén keresztül történt. E forrás a Molnár János-barlangból lép ki egy hasadékán keresztül a Malom-tóba, majd onnan egy elvezető csatornán keresztül vize jelenleg hasznosítatlanul a Dunába kerül (3. ábra). 2012. október 19. és 2013. június 3. között négy naponta mértük a forrás vízhozamát, hőmérsékletét, fajlagos elektromos vezetőképességét és pH-ját a Malom-tavat a Dunával összekötő csatornában (1. mérési pont, 3. ábra). A vízhozamot forgószárnyas sebességmérővel a csatorna nedvesített kereszt-

A csapadék utánpótlódási területen való hatását hét rózsadombi karsztvízszint-megfigyelő kút: Adyiliget Al-1., Apáthy-szikla Asz-1., Pálvölgy Pv-1., Máriaremete Mr-1., Filmlabor B-14., Budakeszi Bk-1., Városmajor Vm-1. adatain keresztül vizsgáltuk (4. ábra). A térképen a rózsadombi források feltételezett utánpótlódási területét is jeleztük. A fent említett kutakból rendelkezésünkre álló vízszintadatokat a Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság bocsátotta rendelkezésünkre. Az egyes kutak vízszint adatai eltérő időszakokra vonatkoznak, ezeket az 1. táblázat mutatja.

A csapadékadatokra vonatkozóan havi csapadékösszeg adatokat használtunk, mely adatok 1901. január és 2000. december között a http://owwww.met.hu/eghajlat/eghajlati_adatsorok/bp/Navig/Index2.htm honlapon érhetőek el, míg a 2001. január utáni adatok az Országos Meteorológiai Szolgálat Könyvtárában lévő havi jelentésekből származnak. A csapadékmennyiség mérése az Országos Meteorológiai Szolgálat Kitaibel Pál utcai székházában (OMSZ) történt (4. ábra).



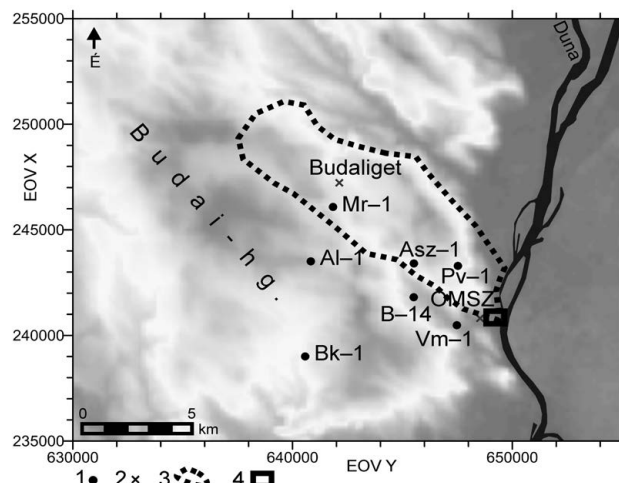
3. ábra. Keresztszelvény a Molnár János-barlang - Boltív-forrás - Malom-tó rendszerről (MÁDL-SZÖNYI et al. 2001 után módosítva)
1 – forrás paramétereinek mérési helyszíne az elvezető csatornában; 2 – Dataqua műszer helye a forrás hasadékában

Figure 3. Cross section of the Molnár János Cave - Boltív Spring - Malom Lake system (after MÁDL-SZÖNYI et al. 2001)

1 – location of the measurements of the spring's physicochemical parameters in the canal; 2 – location of the Dataqua device in the enlarged fracture of the spring

metszetének ismeretében határoztuk meg, míg a többi paramétert WTW Multi 3430i típusú készülékkel mértük. A műszer pontossága 1%, felbontása 1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ fajlagos elektromos vezetőképesség és 0,1 $^{\circ}\text{C}$ hőmérséklet esetén. A fajlagos elektromos vezetőképességet 25 $^{\circ}\text{C}$ -ra vonatkoztatva adja meg.

A kézi mérések mellett a Malom-tóba, a Boltív-forrás hasadékához telepített, folyamatosan mérő Dataqua DA-SLKTRB 122 típusú műszer adatait is felhasználtuk (2. mérési pont, 3. ábra). A készülék pontossága vízszint esetén 0,1%, hőmérséklet esetében 0,1 $^{\circ}\text{C}$, fajlagos elektromos vezetőképesség esetén pedig 1%, a fajlagos elektromos vezetőképességet szintén 25 $^{\circ}\text{C}$ -ra vonatkoztatva adja meg. A műszer 2012. október 19. és 2013. június 30. között óránként mérte a vízszintet, a víz hőmérsékletét és fajlagos elektromos vezetőképességét. Ezen mért adatok változékonyságát hasonlítottuk össze a napi csapadékmennyiségekkel. A napi csapadékmennyiség adatai a budaligeti meteorológiai állomásról származnak, azokat az időkép.hu biztosította számunkra. Ez a meteorológiai állomás a langyos források feltételezett utánpótlódási területén található (4. ábra).



4. ábra. A vizsgált karsztvízszintmegfigyelő kutak és meteorológiai állomások elhelyezkedése a rózsadombi langyos források feltételezett utánpótlódási területének feltüntetésével (MÁDL-SZÖNYI et al. 2001 alapján)

1 – karsztvízszint megfigyelő kút, 2 – meteorológiai állomás, 3 – feltételezett utánpótlódási terület, 4 – megcsapolódási terület (2. ábra) -

Figure 4. Location of the examined karst water level wells, the meteorological stations and the theoretical recharge area of the lukewarm springs (after MÁDL-SZÖNYI et al. 2001)

1 – karst water level observation well, 2 – meteorological station, 3 – theoretical recharge area, 4 – discharge area (Figure 2)

I. táblázat. A karsztvízszint megfigyelő kutak (4. ábra) éves átlagvízszint értékei mBf-ben az észlelési időszakokban (szürke sávok) és az értékelés során figyelembe vett időszak kezdete (vastag vonal)

Table I. Annual karst water level values (m asl) in the measured periods (grey) and the beginning of the examined period (thick line)

	Adyliget	Apáthy-szikla	Máriaremete	Pálvölgy	Filmlabor	Budakeszi	Városmajor
1968			124,21	133,85			
1969			124,24	135,16		130,21	104,36
1970		128,14	124,08	138,61		130,38	104,36
1971		127,92	124,10	137,71		130,88	103,97
1972		127,85	124,01	135,46		130,91	104,16
1973		127,58	123,34	134,25		129,92	104,22
1974		127,36	122,81	137,70		129,11	104,41
1975		127,26	122,70	135,66		129,27	104,34
1976		127,19	122,62	135,21		129,26	104,05
1977		127,41	123,19	139,08		130,15	104,61
1978		127,60	123,31	136,10		129,75	104,72
1979		127,34	123,18			129,18	104,49
1980			123,39	154,96		129,89	104,57
1981			123,45	156,22		129,29	104,62
1982			123,33	114,68		129,64	104,64
1983			123,13	111,95		129,79	104,90
1984			122,91	113,74		129,63	104,80
1985			122,68	111,47		129,61	104,74
1986			122,65	113,80		129,64	
1987			121,48	113,34		129,63	
1988	123,25	115,99	121,38	126,36	118,12	129,94	103,56
1989	123,08	116,01	121,20	127,37	118,27	130,15	103,61
1990	122,72	115,81	120,79		118,30	130,69	103,66
1991	121,92	115,61	120,39		118,31	130,25	103,69
1992	121,67	115,43	120,19	118,16	117,88	130,18	103,65
1993	121,50	114,99	119,77	122,09	117,68	129,85	103,66
1994	121,25	115,02	119,78	114,68	117,66	130,03	103,78
1995	121,03	114,90	119,81	111,34	117,32	129,93	103,77
1996	121,14	115,07	120,10	117,43	117,39	129,98	103,99
1997	121,35	115,05	120,18	118,18	117,80	130,08	103,85
1998	121,35	115,06	119,97	113,04	117,76	129,52	103,85
1999	121,39	115,21	120,25	113,03	117,75	129,49	103,93
2000	121,74	115,61	120,91	112,55	117,88	130,00	103,69
2001	122,20	115,86	121,39	112,21	117,86	130,21	
2002	122,19	115,78	120,97	112,51	117,74	130,16	
2003	122,14	115,81	120,75	112,35	117,69	130,06	103,58
2004	121,99		120,67	113,47	117,64	129,71	103,55
2005	122,04		120,48	113,09	117,80	130,01	103,56
2006	122,56		120,86	114,42	118,22	130,18	103,61
2007	122,90		121,20	142,21	118,33	129,62	103,55
2008	122,98		121,14	140,95	118,17	129,06	103,50
2009	123,01		121,20	146,70	118,18	128,90	103,46
2010	123,26		121,74	126,59	118,53	128,79	103,70
2011	123,89		122,74	120,57	119,43	130,14	103,62
2012	124,45		122,76	112,42	119,10	129,69	103,60
2013	124,70		122,71	115,64	119,08	129,31	103,66

Módszerek

A paraméterek alakulásának összehasonlításához diagramokat készítettünk, illetve leíró statisztikát, majd a kapcsolat számszerűsítésére korrelációt és keresztkorre-

lációt alkalmaztunk. A korreláció a csapadékesemények azonnali hatásának, míg a keresztkorreláció késleltetett hatásának kimutatására alkalmas. A lineáris kapcsolat erősségét a korrelációs együttható fejezi ki, melynek értéke -1 és 1 között változhat. Az $|0,75|$ -nél nagyobb korrelációs

együttható esetén a vizsgált paraméterek között a lineáris kapcsolatot erősnek tekintjük, míg 0 esetén korrelálatlanok, azaz nincsen közöttük lineáris kapcsolat. A korrelációs együttható negatív előjele azt jelzi, hogy a két vizsgált paraméter között fordított a kapcsolat, azaz az egyik paraméter növekedése esetén a másik paraméter csökkenése figyelhető meg.

Az utánpótlódási területen, a karsztvízszint-megfigyelő kutak vízszintjeiből diagramok készítése mellett két módszert alkalmaztunk. Az egyik az ún. „integrált csapadék / beszívárgási eltérések módszer” (MÁDLNÉ SZŐNYI 1994), a másik pedig a dinamikus faktoranalízis. Az előbbi módszer elvi megfontolása, hogy az egyes csapadékesemények nem tudnak közvetlen hatást kifejteni egy olyan nagy vertikális kiterjedésű karszrendszerben, mint a Budai termálkarszt. Ezzel szemben az ún. integrált csapadék, vagyis a sokévi átlagszapadéktól való eltérések összegzett értéke megjelenhet a kutak vízszintalakulásában (MÁDLNÉ SZŐNYI 1994). A módszer lényege, hogy évtizedes időszakokra nézve vizsgálja az átlagos vízszintek alakulását és ezek átlagtól való eltéréseit hasonlítja össze a sokéves átlagszapadéktól való integrált csapadékelérésekkel. Ehhez a karsztvízszint-megfigyelő kutak adatait 1988-tól vettük figyelembe, mivel ettől az időszaktól már mindegyik kútnak vannak adatai és elhanyagolható az adathiányos időszak (I. táblázat).

A másik módszer a dinamikus faktoranalízis, mely a háttérhatások meghatározására alkalmas. Alkalmazásának alapfeltevése, hogy látszólag nagyon összetett időfüggő véletlen folyamatokat gyakran csupán néhány — általában lényegesen egyszerűbb dinamikus struktúrával rendelkező — háttérhatás vagy tényező vezérel. A háttérhatások meghatározásához a faktoranalízis a statisztika alapvető eszköze (KOVÁCS et al. 2004). A faktoranalízis többdimenziós idősorokra alkalmazva nem szolgáltat korrekt eredményt, különösen akkor, amikor késleltetett összefüggés van az egyes komponensek között (ANDERSON 1963). Ennek oka, hogy a hagyományos faktoranalízist független megfigyelésekre fejlesztették ki, s e függetlenség az idősorokra nem áll fenn. E tény olyan eljárás alkalmazását igényli, mely figyelembe veszi a megfigyelések dinamikus jellegét. A vizsgált területen a dinamikus faktoranalízis lehetővé teszi, hogy meghatározzuk, melyek azok a háttértényezők (faktorok) amelyek a vízszint idősorok viselkedését alakítják. A faktorok és súlytényezőik meghatározhatóak. Utóbbiak a vízszint-idősorok alakulását meghatározó tényezők intenzitására utalnak. A számítások nyomán egy hatás erőssége minden megfigyelési helyen meghatározottá válik, aminek következtében térbeli eloszlása is megadható. Az itt alkalmazott faktoranalízis modell a faktor-idősorokat autoregressziós jellegűnek tételezi fel, és egy olyan költségfüggvényt minimalizál, mely az előrejelzés és az állapotbecslés feltételes varianciájának lineáris kombinációja, biztosítva ezáltal, hogy a faktorok jól előrejelezhetőek és az eredeti idősorok belőlük jól reprodukálhatóak legyenek (MÁRKUS et al. 1999). Ennél a módszernél is 1988-tól vettük figyelembe a karsztkutak vízszintadatait.

Eredmények

A csapadék hatásának elemzése a megcsapolódási területen

A Boltív-forrás elvezető csatornájában (1. mérési pont, 3. ábra) mért paraméterek leíró statisztikáit tartalmazó II. táblázatból látszik, hogy a vizsgált időszakban a vízhozam 6549–11 202 m³/nap és a fajlagos elektromos vezetőképesség 812–1613 μS/cm tartományban változott, ami számottevő változékonyságot jelez. A hőmérséklet 20–21,8 °C között, szűkebb tartományban mozgott. A forrás paramé-

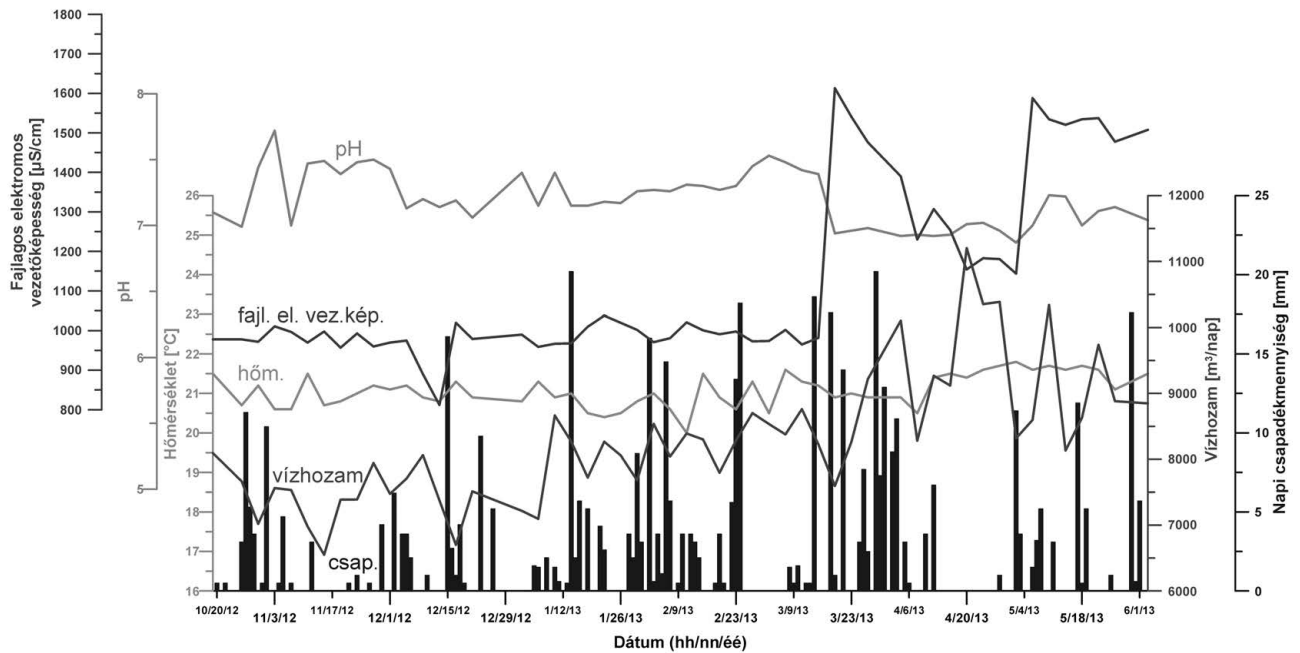
II. táblázat. A Boltív-forrás elvezető csatornájában (1. mérési pont, 3. ábra) mért paraméterek alapstatisztikája

Table II. Descriptive statistics of the physicochemical parameters measured in the canal of Boltív Spring (Figure 3., measuring point 1)

	Vízhozam [m ³ /nap]	Hőmérséklet [°C]	Fajlagos elektromos vezetőképesség [μS/cm]	pH	Napi csapadékmennyiség [mm]
Minimum	6549	20	812	6,87	0
Maximum	11202	21,8	1613	7,72	20,2
Átlag	8285,99	21,08	1121,59	7,20	2,19
Szórás	976,572	0,419	224,218	0,204	4,279
Relatív szórás	0,118	0,020	0,200	0,028	1,952
Medián	8261	21	1001	7,18	0
Darabszám	53	53	53	53	228

tereit a napi csapadékmennyiséggel ábrázoló diagramon azt láthatjuk, hogy több jelentősebb (10–15 mm-t meghaladó) több napos csapadékesemény is volt 2012 októbertől és 2013 júniusa között. Emellett voltak 1–2 hetes csapadékmentes időszakok is, például 2012 novemberében, 2013 januárjában, február–márciusában és áprilisában (5. ábra). A paraméterek időbeli alakulását nézve azt láthatjuk, hogy az átlagos vízhozam 2013 márciusáig alacsonyabb volt (8000–8500 m³/nap) és kisebb mértékben ingadozott, míg március után akár 2000 m³ eltérés is volt két mérés között (négy nap alatt) (5. ábra). A fajlagos elektromos vezetőképesség hasonlóan alakult. 2013 márciusáig 1000 μS/cm körül ingadozott, majd egy hatalmas ugrást (~700 μS/cm) követően értéke szélsőségesebben változott (5. ábra). A hőmérséklet jelentős mértékben nem változott a vizsgált időszakban, míg a pH-ban szintén 2013 márciusában látható egy nagyobb ugrás (~0,5) (5. ábra).

A másik mérési pontot (2. mérési pont, 3. ábra) a Malomtőbe telepített Dataqua műszer jelentette. A műszer időnként elmozdult a helyéről, amit a vízszint hirtelen és nagymértékű változása okozott. E probléma kiküszöbölésére három időszakra osztottuk fel a vizsgálati időszakot és ezeket külön vizsgáltuk az egyes módszerekkel. A leíró statisztikában látszik, hogy mindegyik paraméter szűk tartományban változott, különösen a hőmérséklet, melynek változása a műszer hibahatárán (0,1 °C) belül van (III. táblázat). A relatív szórás,



5. ábra. A Boltív-forrás elvezető csatornájában (1. mérési pont, 3. ábra) mért paraméterek és a napi csapadékmennyiség (Budaliget) kapcsolata

Figure 5. Graph of the physicochemical parameters measured in the canal of Boltív Spring (Figure 3., measuring point 1) and the daily precipitation (Budaliget meteorological station)

III. táblázat. A Malom-tóban, a Boltív-forrás hasadékában (2. mérési pont, 3. ábra) rögzített adatok (Dataqua) alapstatisztikái az egyes mérési időszakokra

Table III. Descriptive statistics of the physicochemical parameters measured by the Dataqua device in the enlarged fracture of Boltív Spring (Figure 3, measuring point 2)

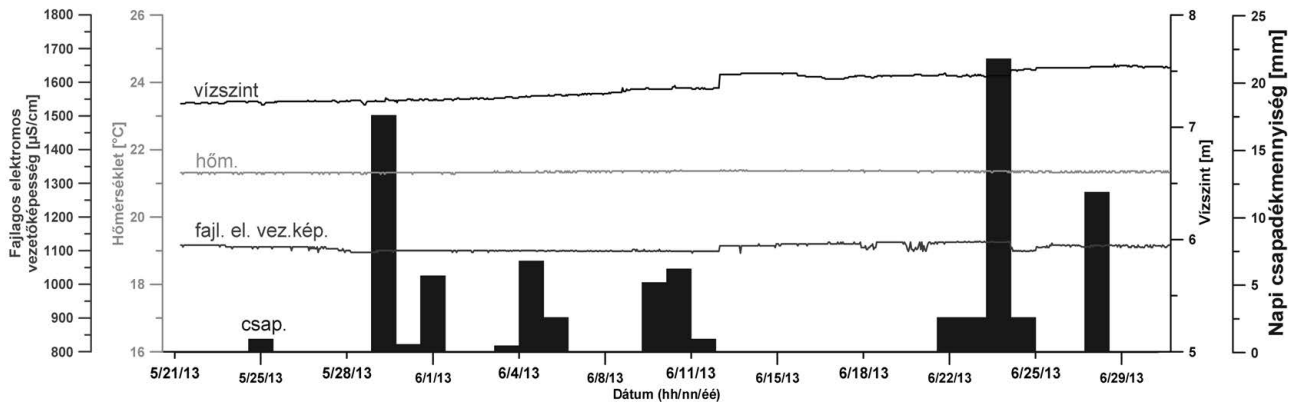
	Vízszint [m]	Hőmérséklet [°C]	Fajlagos elektromos vezetőképesség [S/cm]	Napi csapadékmennyiség [mm]
2012. november 7. – 2013. január 31.				
Minimum	7,34	21,32	955,604	0
Maximum	7,71	21,45	1066,947	20,2
Átlag	7,4864	21,3945	1016,9531	1,6948
Szórás	0,040	0,014	17,195	3,434
Relatív szórás	0,005	0,001	0,017	2,026
Medián	7,48	21,4	1008,573	0
Darabszám	2036	2036	2036	77
2013. február 1. – 2013. április 9.				
Minimum	6,86	21,27	1092,891	0
Maximum	7,59	21,4	1127,403	20,2
Átlag	7,2661	21,3601	1107,7556	3,4179
Szórás	0,082	0,036	4,428	5,632
Relatív szórás	0,011	0,002	0,004	1,648
Medián	7,26	21,37	1109,106	0,5
Darabszám	1608	1608	1608	67
2013. május 21. – 2013. június 30.				
Minimum	7,2	21,27	1096,267	0
Maximum	7,56	21,4	1125,928	21,8
Átlag	7,3669	21,3443	1109,066	2,2175
Szórás	0,117	0,029	9,697	4,814
Relatív szórás	0,016	0,001	0,009	2,171
Medián	7,34	21,37	1111,158	0
Darabszám	960	960	960	40

az adatok változékonysága is nagyon kicsi, különösen a csapadék relatív szórásához képest.

Az egyes vizsgált időszakokat külön diagramon ábrázoltuk, ezek közül csak a 2013. május 21. – 2013. június 30. közötti időszak diagramját mutatjuk be, mely a 2013. évi dunai nagy árvíz időszaka. A diagramon látható, hogy a paraméterek alig változtak (6. ábra).

A csapadék hatásának elemzése az utánpótlódási területen

A budai területen található hét karsztvízszint-megfigyelő kút közül hat vízszintidősort vizsgáltuk 1988-tól 2013-ig. Mindegyik kútban csak pár méteres változás mutatható ki a kb. 2 és fél évtized alatt, kivéve a Pálvölgy kútban (IV. táblázat). A vízszintváltozások könnyebb összehasonlíthatósága miatt a vízszintadatokat normáltuk és azokat az integrált csapadékeléréssel együtt ábrázoltuk (7. ábra). A kutak karsztvízszint-változásainak jobb átláthatósága érdekében a normált értékekhez az Adyiliget kút kivételével mindegyik kút esetében hozzáadtunk egy konstans értéket. A Pálvölgy kút vízszintjének alakulását nem ábrázoltuk, mert a fúrásleírás alapján itt függő víztartót feltételezhetünk, ezért ezt a kutat nem tekintettük reprezentatívnak kérdéseink megválaszolása szempontjából. Függetlenül a víztartóra utal az is, hogy a közelben lévő Mátyáshegyi-barlang száraz járatai a mért nyugalmi vízszint alá nyúlnak, ugyanakkor a mesterséges hatás jelenléte sem zárható ki. A 4. ábra alapján a megmaradó kutak közül a Máriaremete és az Apáthy-szikla kutak esnek a feltételezett rózsadombi utánpótlódási területre.



6. ábra. A Malom-tóban, a Boltív-forrás hasadékában (2. mérési pont, 3. ábra) rögzített adatok (Dataqua) és a napi csapadékmennyiség (Budaliget) a 2013. évi dunai nagy árvíz idején, május 21. és június 30. között

Figure 6. Graph of the physicochemical parameters measured by the Dataqua device in the enlarged fracture of Boltív Spring (Figure 3., measuring point 2) and the daily precipitation (Budaliget meteorological station) between 21st May and 30th June, at the time of the big flood of River Danube in 2013

IV. táblázat. A karsztvízszint megfigyelő kutak vízszintjeinek alapstatisztikái mBf-ben

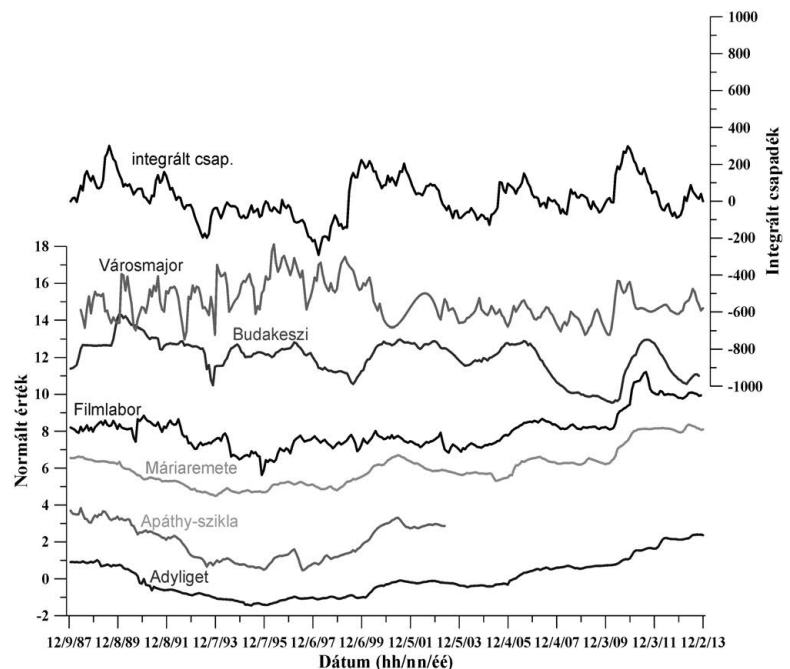
Table IV. Descriptive statistics of the karst water level wells (m asl)

	Adyliget	Apáthy-szikla	Pálvölgy	Máriaremete	Filmlabor	Budakeszi	Városmajor
Minimum	120,95	114,82	110,52	119,60	116,84	128,76	103,34
Maximum	124,72	116,18	152,98	122,98	119,73	130,90	104,17
Átlag	122,37	115,44	119,71	120,92	118,07	129,85	103,67
Szórás	0,980	0,403	10,427	0,873	0,518	0,447	0,162
Relatív szórás	0,008	0,003	0,087	0,007	0,004	0,003	0,002
Medián	122,15	115,48	115,87	120,82	118	129,96	103,62
Darabszám	312	185	304	312	311	310	307

Látható, hogy négy kút (Adyliget, Apáthy-szikla, Filmlabor, Máriaremete) esetében a jelleg hasonló, az 1997-es vízszint minimumot növekedés követi, 2000 elején maximum van. Ez a mintázat az integrált csapadék esetében is megfigyelhető (7. ábra).

Megvizsgáltuk a kutak havi átlagvízszintje és az integrált csapadékelterés közötti sztochasztikus kapcsolatot. A rózsadombi források feltételezett utánpótlódási területére eső Apáthy-szikla esetében magas (0,731), a Máriaremete (0,44) esetén közepesen magas értéket kaptunk. A Filmlabor (0,373) és az Adyliget (0,359) kutak esetében közepesen magas, míg a Budakeszi (0,233), a Pálvölgy (0,062) és a Városmajor (−0,174) kutak esetében alacsony korrelációs együtthatókat kaptunk (V. táblázat).

A kutak hidrográfjaiból három faktoridősort becsültünk. Ezek közül az első — ami a legerősebb hatást is jelenti a (becsült) háttértényezőik közül — az integrált csapadékelteréssel magas korrelációs együtthatót (0,733) adott. A többi faktoridősor azonosí-



7. ábra. A karsztvízszint megfigyelő kutak normált vízszint értékei és az integrált csapadékelterés 1988. január 1. és 2013. december 2. között

Figure 7. Normalized karst water level values and deviation of the integrated precipitation between 1 January 1988 and 2 December 2013

V. táblázat. A karsztvízszint megfigyelő kutakban mért havi átlagvízszintek és az integrált csapadékelterés korrelációs együtthatói

Table V. Correlation coefficients between the monthly average karst water levels and the deviation of the integrated precipitation

Vízszint		Integrált csapadék
	Adyliget	0,359
	Apáthy-szikla	0,731
	Pálvölgy	0,062
	Máriaremete	0,440
	Filmlabor	0,373
	Budakeszi	0,233
	Városmajor	-0,174

VI. táblázat. A dinamikus faktoranalízissel kapott súlytényezők

Table VI. Factor loadings of the dynamic factor analysis

	Súlytényező
Adyliget	0,7354
Apáthy-szikla	0,6958
Pálvölgy	0,0725
Máriaremete	0,6874
Filmlabor	0,4353
Budakeszi	0,4216
Városmajor	-0,3849

tására magyarázó paraméterek hiányában nem volt lehetőségünk. A vizsgált vízszint idősorokban az első faktoridőszak a VI. táblázatban megadott intenzitásértékekkel vesz részt.

Értelmezés, az eredmények diszkussziója

A Boltív-forrás paramétereiben a hőmérséklet kivételével 2013 márciusában történt számottevő és gyors változás (fajlagos elektromos vezetőképesség megnőtt, pH lecsökkent, vízhozam lecsökkent, majd jelentősen ingadozott) (5. ábra). Ennek oka nem a Duna áradása (LOVRITY & BODOR 2014) és csapadékesemény sem indokolja. A változás jellegeből adódóan mesterséges beavatkozásra lehet gyanakodni. A Malom-tóból az elvezető csatornába egy zsilipen keresztül kerül a víz (3. ábra). A zsilip nyílása állítható, feltételezhető, hogy ebben az időszakban állították a zsilipen, de erről nem adtak tájékoztatást. Másik lehetséges ok, hogy a Malom-tóban, illetve a tó felszínén megtelepülő vízi növények (8. ábra) eltömítették a zsilip nyílásának egy részét. Ez utóbbi hatás kialakulása feltehetően fokozatos, ezért inkább az előbbi valószínűsíthető.

Azaz a paraméterekben bekövetkező változások csapadékeseményektől való függése nem egyértelmű és a diagram alapján azok időbeli alakulását sem indokolják (5. ábra). Ezt támasztják alá a korrelációs együtthatók is, melyek értéke (-0,155 – -0,051) gyenge kapcsolatot jelez a napi csapadékmennyiség és a mért paraméterek között (VII. táblázat).



8. ábra. A Malom-tó növényzettel borított vízfelszín

Figure 8. Water surface of the Malom Lake

VII. táblázat. A Boltív-forrás elvezető csatornájában (1. mérési pont, 3. ábra) mért paraméterek és a napi csapadékmennyiség (Budaliget) korrelációs mátrixa

Table VII. Correlation matrix of the physicochemical parameters measured in the canal of Boltív Spring (Figure 3., measuring point 1) and the daily precipitation (Budaliget meteorological station)

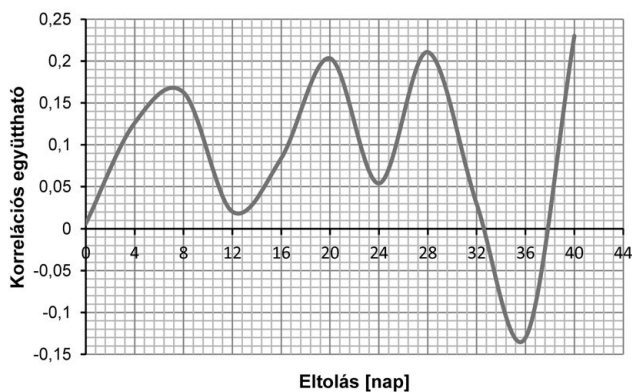
	Vízhozam [m ³ /nap]	Hőmérséklet [°C]	Fajlagos elektromos vezetőképesség [μS/cm]	pH	Napi csapadékmennyiség [mm]
Vízhozam [m ³ /nap]	1				
Hőmérséklet [°C]	0,380	1			
Fajlagos elektromos vezetőképesség [μS/cm]	0,487	0,388	1		
pH	-0,417	-0,22	-0,545	1	
Napi csapadékmennyiség [mm]	-0,051	-0,099	-0,138	-0,156	1

A Dataqua műszer által rögzített paraméterek és a napi csapadékmennyiség között szintén alacsonyak a korrelációs együtthatók (VIII. táblázat). Vagyis eredményeink alapján elmondható, hogy a megcsapolódási területen a langyos források utánpótlódási területén lehullott napi csapadékmennyiség gyenge kapcsolatot mutat a vizsgált Boltív-forrás paramétereinek változásaival. A kereszt-korreláció is ugyanazt az eredményt hozta a kézi mérések és a műszer adataira is. Eszerint a csapadék késleltetett hatása sem jelentkezik a langyos forrás paramétereiben. A kereszt-korrelációs együtthatók értéke alapján a csapadék és a paraméterek korrelálatlanok, azaz nincs közöttük lineáris kapcsolat (9. ábra). Az alacsony korrelációs együttható-értékek részben a mintavételezési frekvenciában, illetve a karsztokban zajló folyamatok nem lineáris jellegében keresendők. A korábbi megállapításokkal (ALFÖLDI et al. 1968) összhangban a mögöttes karsztrendszer nagysága, nagy tározóképessége is hozzájárulhat a csapadék közvetlen hatásának tompításához (MÁDL-SZÖNYI & TÓTH 2015). Azt sem hagyhatjuk figyelmen kívül, hogy csak egy meteorológiai (Budaliget) állomáson mért napi csapadékmennyiséget vettük figyelembe. Végül, talán a legfontosabb, hogy a megcsapolódási területen a Duna vízállásának jelenlegi elemzéssel is bizonyított hatása

VIII. táblázat. A Malom-tóban, a Boltív-forrás hasadékaiban (2. mérési pont, 3. ábra) rögzített adatok (Dataqua) és a napi csapadékmennyiség (Budaliget) korrelációs mátrixa

Table VIII. Correlation matrix of the physicochemical parameters measured by the Dataqua device in the enlarged fracture of Boltív Spring (Figure 3., measuring point 2) and the daily precipitation (Budaliget meteorological station)

	Vízszint [m]	Hőmérséklet [°C]	Fajlagos elektromos vezetőképesség [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	Napi csapadékmennyiség [mm]
2012. november 7. – 2013. január 31.				
Vízszint [m]	1			
Hőmérséklet [°C]	-0,020	1		
Fajlagos elektromos vezetőképesség [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	-0,133	0,265	1	
Napi csapadékmennyiség [mm]	-0,118	-0,038	-0,188	1
2013. február 1. – 2013. április 9.				
Vízszint [m]	1			
Hőmérséklet [°C]	0,009	1		
Fajlagos elektromos vezetőképesség [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	-0,127	-0,762	1	
Napi csapadékmennyiség [mm]	-0,264	-0,085	0,067	1
2013. május 21. – 2013. június 30.				
Vízszint [m]	1			
Hőmérséklet [°C]	0,553	1		
Fajlagos elektromos vezetőképesség [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	0,553	0,254	1	
Napi csapadékmennyiség [mm]	0,032	-0,005	0,031	1



9. ábra. A Boltív-forrás vízhozamának és a napi csapadékmennyiség (Budaliget) keresztkorrelációs diagramja

Figure 9. Cross correlation graph of the volume discharge of Boltív Spring and the daily precipitation (Budaliget meteorological station)

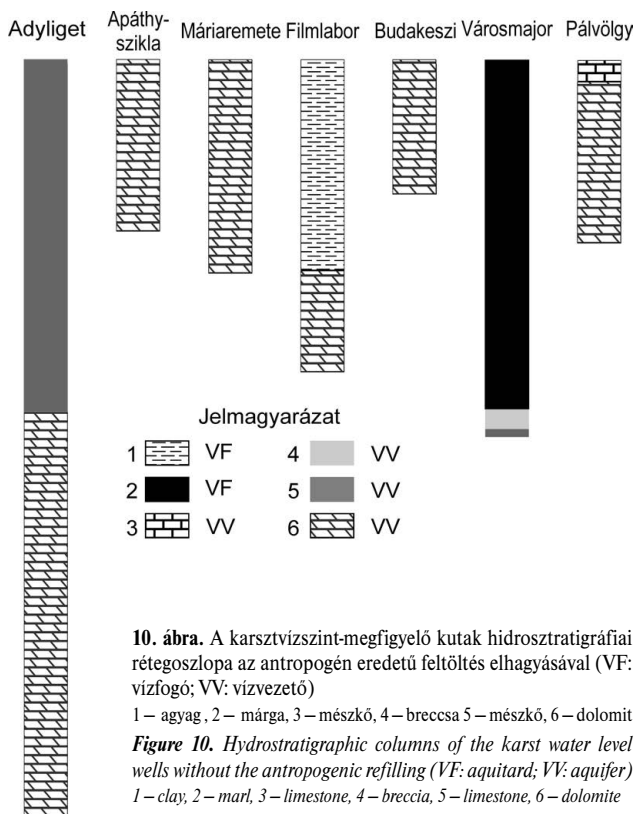
(BODOR et al. 2014) valószínűleg felülírja a csapadék hatását.

A tanulmányozott rendszer utánpótlódási területén vizsgált hét karsztvízszint-megfigyelő kútban sikerült kimutatni mindkét módszer alkalmazásával, hogy a karsztvízszint-idősorok mintázatát az integrált csapadékelterés befolyásolja, vagyis a többéves csapadékos és csapadékszegény időszakok bírnak jelentős hatással a vízszintidősor alakulására. A faktoridősor azonosítása nyomán megadható az adott hatásnak az idősorokban megjelenő intenzitása. Ez alapján megállapítható, hogy nem mindegyik kútban ugyanolyan erős a hatás. Leginkább az Adyliget, Apáthy-

szikla és Máriaremete kutak (az utóbbi kettő a rózsadombi források utánpótlódási területére esik) esetében mutatható ki, mely kutak vízszintjének mintázata jelentős hasonlóságot mutat az integrált csapadékelteréssel (7. ábra). Ez alátámasztja a diagram alapján tett feltevést, miszerint az Adyliget, az Apáthy-szikla, a Filmlabor és a Máriaremete kutak vízszintjének lefutásában látható mintázat hasonlóságot mutat az integrált csapadékelteréssel. Azaz már az utánpótlódási terület vízszintjeinek alakulásában sem a közvetlen csapadék, hanem sokkal inkább annak többéves trendje érvényesül. Az integrált csapadékelterés és a havi átlagvízszintek közötti alacsony korrelációs együtthatókban (V. táblázat) azonban ezen túlmenően más hatás is szerepet játszik.

A városmajori kút mindkét módszer alapján gyenge kapcsolatban áll az integrált csapadékelteréssel, a dinamikus faktoranalízisnél a súlytényező értéke alacsony, vagyis a lineáris kapcsolat gyenge. A fúrásleírások alapján ennek oka lehet, hogy míg a többi kút esetében a szűrőzött karbonátok fedetlenek, addig itt fedett helyzetben van a víztartó (10. ábra). Ezen kívül ez a kút mészkőre van szűrőzve, míg a többi dolomitra. A Dunántúli-középhegységre végzett vizsgálatok alapján a mészkőre és a dolomitra szűrőzött kutak vízjárása között eltérés mutatható ki, s a mészköves kutak vízjárása változékonyabb (MÁDLNÉ SZŐNYI 1994).

A dinamikus faktoranalízis során két további faktoridősört becsültünk. Ezen háttérhatásokat jelen tanulmányban nem vizsgáltuk, de feltételezhetően részben emberi hatásra vezethetők vissza. Az egyik ilyen hatás lehet a



Dunántúli-középhegységben az 1970-es években kezdődő és a '90-es évekre befejeződő bányavíz-telenítés, melynek hatása a Budai-hegységben is kimutatható volt (CSEPREGI 2007). Ez indokolhatja, hogy a bányabezárásokat követően, az évtized második felétől növekvő trend figyelhető meg a kutak vízszintjében (7. ábra).

Összefoglalás

Munkánk során a Molnár János-barlang – Boltív-forrás – Malom-tó rendszerén keresztül folyamatos méréssel és

észleléssel vizsgáltuk, hogy az utánpótlódási területen le-hullott csapadékmennyiségek befolyásolják-e a rózsadombi megcsapolódási terület langyos forrásainak paramétereit. Továbbá a feltételezett utánpótlódási területen található észlelő kutak hosszú idejű vízszintészlelésein keresztül az integrált csapadékelterés hatását elemeztük a megfigyelő kutak vízszintjeire.

A részletes észlelések és a statisztikai feldolgozás részben megerősítették a korábbi szerzők által megállapított következtetéseket, részben tovább pontosították azokat a csapadékvíz hatásának elhanyagolható szerepéről a rózsadombi langyos források megcsapolódási területén. Eredményeink alapján a megcsapolódási területen a forrásokban egyáltalán nem okoznak változást a mért paraméterekben az egyedi csapadékesemények. Ez a hatás még az utánpótlódási területen is csak áttételesen érvényesül. Itt ugyanis nem a közvetlen csapadék, hanem a sok éves átlagtól való csapadékelterés hatása volt kimutatható a karsztvízszint megfigyelő kutak több évtizedes megfigyelési időszakaiban. A megcsapolódási területen pedig a Duna kiegyenlítő hatása valószínűleg felülírja a csapadék hatását a vízszintekben és a mért paraméterekben.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás az OTKA NK 101356 számú pályázat keretében valósult meg. Szeretnénk köszönetet mondani az adatokért az időkép.hu-nak, az Országos Meteorológiai Szolgálatnak, a Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóságnak, a Magyar Bányászati és Földtani Hivatalnak, valamint LORBERER Árpádnak az adyligeti kút rétegorának rendelkezésünkre bocsátásáért. A Boltív-forrás csatornájában a mérést a Budapest Gyógyfürdői és Hévízei Zrt. tette lehetővé. Köszönjük a helyszíni mérés során nyújtott segítséget a Lukács fürdő gépészeinek. A Dataqua DA-S-LKTRB 122 típusú műszert a Dataqua Kft. bocsátotta rendelkezésünkre.

Irodalom — References

- ALFÖLDI L., BÉLTEKY L., BÖCKER T., HORVÁTH J., KESSLER H., KORIM K., ORAVETZ J. & SZALONTAI G. 1968: *Budapest hévizei*. — A Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet kiadványa, Budapest, 365 p.
- ANDERSON, R. L. 1963: The use of factor analysis in the statistical analysis of multiple time series. — *Psychometrika* **28**, 1–25.
- BODOR P., ERŐSS A., MÁDLNÉ SZÖNYI J. & CZUPPON GY. 2014: A Duna és a felszín alatti vizek kapcsolata a rózsadombi megcsapolódási területen. — *Karsztfelődés* **19**, 63–75.
- CSEPREGI A. 2007: A karsztvíztermelés hatása a Dunántúli-középhegység vízháztartására. — In: ALFÖLDI, L. & KAPOLYI, L. (szerk.): *Bányászati karsztvízszintsüllyesztés a Dunántúli-középhegységben*. — MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest, 49–76.
- ERŐSS, A. 2010: Characterization of fluids and evaluation of their effects on karst development at the Rózsadomb and Gellért Hill, Buda Thermal Karst, Hungary. — Doktori disszertáció, ELTE, 171 p.
- ERŐSS, A., MÁDL-SZÖNYI, J. & CSOMA, É. A. 2008: Characteristics of discharge at Rose and Gellért Hills, Budapest, Hungary. — *Central European Geology* **51**(3), 267–281.
- KOVÁCS, J., MÁRKUS, L. & HALUPKA, G. 2004: Dynamic factor analysis for quantifying aquifer vulnerability. — *Acta Geologica Hungarica* **47**(1), 1–17.

- LIEB I. 2004: A Lukács fürdő bemutatása. Földtani és hidrogeológiai viszonyai, történetének felkutatása és forrásainak retrospektív vizsgálata. — *Kézirat*, Diplomamunka, ELTE TTK Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék, 41 p.
- LINZBAUER, F. 1837: *Die warmen Heilquellen der Hauptstadt Ofen*. — Hartleben, Pesth.
- LOVRITY V. & BODOR P. 2014: A Boltív-forrás vízhozamának és fizikai, kémiai paramétereinek változása a csapadékesemények és a Duna vízállás függvényében. Értékelés archív adatok és jelenlegi mérések alapján. — *Kézirat*, Tudományos Diákköri Dolgozat, ELTE TTK Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék, 80 p.
- MÁDLNÉ SZÓNYI J. 1994: Hosszúperiódusú vízszintváltozás a Dunántúli-középhegység főkarsztvíztárolójában. — *Hidrologiai Közlöny* **74/3**, 150–162.
- MÁDL-SZÓNYI J., LEÉL-ŐSSY SZ., KÁDÁR M., ANGELUS B., ZSEMLE F., ERŐSS A., KALINOVITS S., SEGESDI J., MÜLLER I. & MINDSZENTY A. 2001: A Budai Termálkarszt-rendszer hidrodinamikájának vizsgálata nyomjelzéssel. — *Kézirat*, Jelentés, Budapest, 46 p.
- MÁDL-SZÓNYI, J. & ERŐSS, A. 2013: Effects of regional groundwater flow on deep carbonate systems focusing on discharge zones. — *Proceedings of the International Symposium on Regional Groundwater Flow: Theory, Applications and Future development. 21–23 June Xi'an, China. China Geological Survey, Commission of Regional Groundwater Flow, IAH*, 71–75.
- MÁDLNÉ SZÓNYI J., PÁLL-SOMOGYI K. & ERŐSS A. 2013: A Duna és a felszín alatti vizek kapcsolatának elemzése. — In: MINDSZENTY A. (szerk.): *Budapest: földtani értékek és az ember. Városgeológiai tanulmányok („In urbe et pro urbe”)*. — ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 164–169.
- MÁDL-SZÓNYI, J. & TÓTH, Á. 2015: Basin-scale conceptual groundwater flow model for an unconfined and confined thick carbonate region. — *Hydrogeology Journal* DOI 10.1007/s10040-015-1274-x, 21p.
- MÁRKUS, L., BERKE, O., KOVÁCS, J. & URFER, W. 1999: Spatial prediction of the intensity of latent effects governing hydrogeological phenomena. — *Environmetrics* **10**, 633–654.
- NÉMET-BUCSI A. 2006: A Budai Termálkarszt megcsapolódásának vizsgálata Rózsadomb lábánál. — *Kézirat*, Diplomamunka, ELTE Alkalmazott és Környezetföldtani Tanszék, 80 p.
- PÁLFY M. 1921: A budapesti hévforrások vízmennyiségének ingadozásáról. — *Hidrologiai Közlöny* **9/1**, 13–29.
- PÁLL-SOMOGYI K. 2010: A Duna hatásának vizsgálata a Gellért-hegy környezetének felszín alatti vizeire. — *Hidrologiai Tájékoztató*, 23–24.
- PAPP F. 1936: A Szent Gellért fürdő forrásáról. — *Földtani Értesítő* **2**, 68–67.
- PAPP F. 1942: *Budapest meleg gyógyforrásai*. — A Budapesti Központi Gyógy- és Üdülőhelyi Bizottság Rheuma és Fürdőkutató Intézet kiadványa, Budapest, 252 p.
- SCHAFARZIK F. 1920: Szökevény hévforrások a Gellérthegy tövében. — *Hidrologiai Közlemények* **3**, 79–158.
- SOMOGYI K. 2009: A Duna hatásának vizsgálata a Gellért-hegy környezetének felszín alatti vizeire. — *Kézirat*, Diplomamunka, ELTE Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék, 112 p.
- STRICZKI I. 2010: A Duna és a felszín alatti vizek kapcsolatának vizsgálata a budai Dunaparti Fogyújtó csatorna monitoring rendszerébe tartozó kutak, források segítségével. — *Kézirat*, Diplomamunka, ELTE Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék, 110 p.
- WERNHER, G. 1551: *Hypomnematation de admirandis Hungariae aquis*. — Wien, 1551.

Internetes hivatkozás

http://owwww.met.hu/eghajlat/eghajlati_adatsorok/bp/Navig/Index2.htm

Kézirat beérkezett: 2015. 03. 24.

In memoriam

DR. BARABÁS Andor

1928–2015

Fájó emlékezéssel búcsúzunk BARABÁS Andortól, mert hosszú eredményes élete után, 87 éves korában 2015. augusztus 13-án Pécsen elhunyt. Szakmai életútja szorosan összefonódik a hazai uránkutatással, az uránbányászattal és az ércfeldolgozással, továbbá eredményesen közreműködött kollégáival a mecseki bányászat káros környezeti hatásainak csökkentési lehetőségeinek kidolgozásában is. 1953-tól 1989-ig, az uránkutatások hazai beszüntetéséig vezető geológus személyisége volt ezeknek a munkálatoknak. Nem csak az egyes területek tényleges ilyen irányú munkáját irányította, hanem az egész ország reményteljes területein szervezte az általa létrehozott csoportok tevékenységét. Döntő részt vállalt ezek távlati, sőt éves terveik kidolgozásában, majd az értékelő jelentések elkészítésében is. Kiváló vezetőnk volt! Mindig meghallgatta és értékelte beosztottjainak véleményét, mindig lehetőséget adott az egyéni törekvések és jó ötleteik megvalósítására. Kiválóan tudott együttműködni az egyenrangú munkatársakkal is, mert nagy és sokoldalú szakmai tapasztalatát nem csak a vállalati, de az egyéb területen dolgozók is hamar felismerték.

BARABÁS Andor 1928. április 16-án Miskolcon született. Édesapja városi tisztviselő, édesanyja adminisztrátor volt. Miskolcon járt elemi iskolába, majd a miskolci Lévy József Református Gimnázium elvégzése után 1946-ban érettségizett. Végig kitűnő tanuló volt. Felsőskorában ő volt a Természetudományi Önképzőkör vezetője. Kedves időtöltése volt az úszás, futás, természetjárás, majd 14 éves korától, kamaszkorának nagy kalandja a kiváló szellemi és fizikai rátermettséget kívánó vitorlázó repülés volt.

Érettségi után a Budapesti Műegyetem vegyészmérnöki szakára jelentkezett, de kitűnő érettségi bizonyítványa ellenére — hely hiányában — ide nem vették fel. Ezért a PÁZMÁNY Péter Tudományegyetem szabad bölcsésze lett, majd az itt az ország iparosításának gyorsítása érdekében létrehozott Természetudományi Kar keretében megszervezett geológus szakon folytatta tanulmányait. 1951-ben kapta meg diplomáját. Az egyetemen is kiválóan tanult, ezért SZÁDECZKY-KARDOSS Elemér az Ásvány–Kőzettani Tanszék vezető professzora előbb demonstrátorként, majd tanársegédként foglalkoztatta. Ekkor sokunknak tartotta itt az ásványtani gyakorlat órákat.

A történelem azonban közbeszólt. 1944-ben a német hadsereg repülő felmérése a Ny-Mecsekben jelentős radioaktív anomáliát fedezett fel, amelynek megkutatására az ötvenes évek elején, a szovjetek megszervezték az ún. Bauxit II. Expedíciót. Erről — hogyan-hogyan nem — a magyar szakemberek is tudomást szereztek. Előbb SZALAY Sándor a debreceni egyetem fizika professzora, majd FÖLDVÁRI Aladár a Magyar Állami Földtani Intézet geológusa is publikált ilyen tárgyú cikket. SZÁDECZKY-KARDOSS Elemér pedig a mecseki perm vizsgálata témát adta BARABÁS Andornak, akit az 50-es évek elején aspiránsául fogadott. Tetszett neki a feladat, mert úgy érezte, hogy a faunamaradványok nélküli perm összletet az általa kedvelt terepi, kémiai, ásvány-kőzettani módszerek segítségével eredményesen lehet megkutatni. BARABÁS Andor már 1955-re elkészítette, 1960 nyarán megvédte, de máig kéziratban maradt — „A mecseki perm időszaki képződmények földtana.” című — kandidátusi disszertációját, amely a szovjetek által már 1953-ban feltárt kővágószőlősi I. bányaiüzemi terület után a mecseki perm kutatások vezérfonalává vált, mert földtani leírásában nem csak az uránércesedést bezáró perm zöldhomokkő-szintnek az I. üzemből előbb DNy–ÉK-i csapású, majd Cserkút község K-ről való megkerülése után, Kővágószőlős, Kővágótöttös és Bakonya községektől É-ra futó NyÉNy–KDK-i irányú vonulatát rajzolta ki. Kandidátusi disszertációjában ezen túlmenően kidolgozta a perm összlet máig érvényes tagolását a Bodai Aleurolittól a tarka, szürke-, zöld- és (fedő)vörös összlet fedőjéig a jakabhegyi főkonglomerátum és homokkő egységig bezárólag.

Tagolásáról már 1954 elején tudomást szereztek a mecseki területen dolgozó Bauxit II. szovjet vállalat orosz geológusai és ezért konzultációs lehetőséget kértek tőle, amely nagyon egyoldalú volt. BARABÁS Andor ismertette eredményeit, amit a



szovjet geológusok elismeréssel tudomásul vettek, de saját ismereteikről semmit sem közöltek, mert azok titkos minősítések voltak.

A mecseki permi zöld homokkő vonulatát — megszakításokkal ugyan — de a sugárzóanyag-anomáliák kísérik végig és Bakonya községtől ÉNy-ra azok a nyugat-mecseki permi terület legjelentősebb anomális területét körvonalazták. Az ezt követő fúrásos és aknázásos megkutatás után ide telepítették a II. bányáüzemet — amely mint később igazolódott — az öt bányáüzem közül a legnagyobb ércvagyonnal rendelkezett.

BARABÁS Andort 1956 márciusában az ELTE-ről áthelyezték az időközben a magyar állam tulajdonává vált és Pécsi Uránbányászati Vállalathoz. Itt csoportvezetőként előbb a Nagykovácsi melletti nagy Th-anomáliát, majd az upponyi-, a szendrői-hegységi és a bükki uránindikációk megvizsgálását kapta feladatul, s erről 1956-ban, majd 1957-ben készített jelentéseket.

1957. január 1-én a Pécsi Uránércbánya Vállalaton belül megalakult a kutatási üzem, amelynek Ő lett a vezetője. Első feladata itt az egyes csoportok — lelőhelyi, hidrogeológiai, Balaton-felvidéki, geodéziai, geofizikai — megszervezése volt.

Közben külső szakértői megbízás alapján véleményezni kellett a Dunántúli-középhegységben, a Bakonyban a felső-kréta ajkai, továbbá a Vértesben és a Dorogi-medencében lévő eocén anomális urántartalmú kőszenek felhasználási lehetőségeit. Kiderült, hogy ezek urántartalma maximálisan 0,07%. A németországi kőszenek feldolgozását — bár ott egy nagyságrenddel több urántartalmazók is előfordultak — azok nem rentábilis volta miatt elvetették. Így világossá vált, hogy a hazai kőszeneket sem érdemes ilyen szempontból tovább kutatni.

BARABÁS Andornak 1957-től kezdve 1989. évi nyugdíjba vonulásáig — a hazai uránkutatások megszüntetéséig — előbb kutatási üzemvezetőként, majd a Kutatási- és a Mélyfúrásos Üzem 1961. évi összevonása után a Geológiai Osztály kutatásvezetőjeként, majd 1969-től a Távlati Kutatási Főosztály vezetőjeként évenkénti feladatává vált elsősorban a Mecsekben és távolabbi környékén, továbbá szerte az országban — Balaton-felvidék, Tabajd környéke, Soproni-hegység, ÉK-Magyarországon az Upponyi-, Szendrői- és a Bükk hegységben folyó kutatások távlati és éves terveinek, továbbá jelentéseinek elkészítése, illetve, jóváhagyása.

Megjegyzésre érdemes, hogy ezek a jelentések ugyan az uránkutatási eredményeken túl számos és jelentős új tudományos ismereteket is tartalmaznak, publikációjukra a titoktartási előírások miatt nem kerülhetett sor.

BARABÁS Andor az 1955–1959. évi kutatások során felismerte, hogy Magyarországon, a földtani felépítés alapján a permi, és azon belül elsősorban a mecseki permi képződmények tartalmazhatják a legnagyobb mennyiségű uránércvagyonot. Ezért kezdeményezte a szűkebb értelemben vett Mecsekben, ezek délkelet-dunántúli elterjedésének vizsgálatát. A Nyugati-Mecsekben mélyfúrásokkal, a Jakab-hegytől É-ra sikerült lehatárolni a később termelésbe állított IV., majd az V. bányáüzem területét. A fúrások a nyugat-mecseki Gorica környékén is kimutatták a mecseki-típusú perm képződmények felszín alatti, de meddő kifejlődését.

A Jakab-hegytől K-re Pécs városa alatt mélyfúrásokkal nagyméretű, a perm zöld homokkő szintben lévő, jelentős uránércesedést tártak fel, majd tovább K felé Máriakéménd és Somberek mellett is kirajzolódott a mecseki-típusú permi uránércesedés folytatása. Így a mecseki permi lelőhely nemzetközi összehasonlításban is bekerült a nagy lelőhelyek közé.

A Nyugati-Mecsek miocénjében 1959-ben végzett szedimentológiai vizsgálatok alapján valószínűsíthető lehetett, hogy a Mecsek és a Villányi-hegység között elfeledett paleozoos, perm és felső-karbon üledékes és vulkáni képződmények fúrásos feltárására is lehetőség van. Uránércesedést azonban itt nem találtak. Viszont a felső-karbon kőszentelek első hazai jelenlétét, a BARABÁS Andor által telepített Bogádmindszent-I jelű fúrás — jelentős felszínalatti mélységben — bizonyította. Korábbi, a kelet-mecseki északi pikkelytől É-ra lévő területen végzett szeizmikus mérések, ráirányították a figyelmet Mágócs–Bikal–Alsómocsolád környékére, ahol a PUV fúrásai az 1960-as években nyugat-mecseki típusú alsó-triász, alattuk pedig permi képződményeket tártak fel, de ugyancsak meddő kifejlődésben.

Irányításával a Balaton-felvidéki és a bükki permi képződményekben is figyelemreméltó uránércesedést sikerült találni. Az Upponyi-hegységben alacsony uránkoncentrációjú, de nagy tömegű ópaleozoos pala jelenléte is körvonalazódott.

A délkelet-dunántúli kutatások alaphegységi vonatkozású látványos eredményei BARABÁS Andor vezetésével ismételtlen összefoglalásra kerültek, majd a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet Évkönyvében nyomtatásban is megjelentek. Úgy tűnik, hogy később (1970–2014 között) ez a munka csinált „étvágyat” számos magyar szakembernek ahhoz, hogy az egész ország, sőt az azt környező területek alaphegységének bonyolult kifejlődését, új szemléletben összefoglalják.

Az országos viszonylatban is nagy értékű kutatási eredmények mellett BARABÁS Andor a mecseki permben folyó, a bányászathoz kapcsolódó másodlagos kérdésekkel is foglalkozott. Fontos, de ugyancsak kéziratos jelentést készített a bányákból kiemelt vizek, valamint a PUV Vegyi Dúsító Művéből kikerülő, radioaktív szennyezőket még egyaránt tartalmazó zagyanyagok környezetkímélő elhelyezhetőségéről. Hasonló célú felmérésről számol be később a mecseki uránbánya üzemek meddőhányóinak közzetani összetételéről és ártalmatlaníthatóságáról is.

Az ötvenes évek végén a Pécsi Uránércbánya Vállalat nevét Mecseki Ércbányászati Vállalatra változtatták. Ennek nem csak politikai, de gazdasági okai is voltak. A BARABÁS Andor által irányított kutatások az egyéb ércek, a ritkalemegek és a nemzetközileg is egyre értékesebbé váló ritkaföldfémek hazai előfordulási lehetőségeire is rávilágítottak.

BARABÁS Andor szakmai pályafutása során végig hű maradt a hazai újpaleozoos képződmények rétegtani ismereteinek bővítéséhez és pontosításához. Külföldi tanulmányútjain nem csak a környező országok uránércesedési adataival, de az ottani felső-karbon–perm képződmények rétegtani kérdéseivel, elhatárolásukkal is megismerkedett. Ezekről újtjelenté-

seiben, a Magyar Rétegtani Bizottság permi táblázatában, majd BALOGH Kálmán professzorral összefogva a hazai és a környező országokban szerzett ismeretekre támaszkodva publikációban is beszámolt.

A szárazföldi kifejlődésű perm nemzetközi rétegtani korrelációs kérdéseinek tisztázásában ezek gyakorlatilag faunamentes volta miatt, elsősorban felesége STUHL Ágnes geológus-paleontológus kiváló palinológiai eredményeire támaszkodhatott.

BARABÁS Andor az MTA Magyar Rétegtani Bizottsága permi munkacsoportjának 1970. évi megalakulása óta elnöke volt. Az egész országra kiterjedő permi ismeretek összefoglalására 1998-ban kerített sort, feleségével közös dolgozatukban, amely a „Magyar geológiai földtani képződmények rétegtana” című kötetben jelent meg.

Az 1980-as évek elején a környező szocialista országok Tudományos Akadémiái földtani munkacsoportjainak együttműködése keretében hazai permi képződmények terepi és publikációs bemutatásában is döntő részt vállalt. A nyolcvanas években rámutatott, hogy a mélybeli urántermelést perkolációs módszerrel kellene megoldani.

A szigorú titkosítási előírások 1989. utáni megszűnésével nyílt alkalma BARABÁS Andornak hogy a hazai uránkutatás és bányászat fő eredményeinek összefoglalását a Földtani Kutatás 34. kötetében közzétegye.

A 90-es évek elején a radioaktív hulladékok elhelyezésére létrehozott bizottságban, a Nyugati-Mecsekben az uránbányászat által teremtett lehetőségek felmérésében is eredményesen közreműködött.

BARABÁS Andornak az egész országra kiterjedő urán- és nyomelemkutatáson túl döntő része volt a Magyarhoni Földtani Társulat Pécsi Területi Szervezetének létrehozásában és működési lehetőségeinek biztosításában. Ebben a liász kőszénbánya majd a délnyugat-dunántúli szénhidrogén-kutatás geológusait is bevonta. 1970-től 1989-ig nyugdíjba menetelégig ellátta az MTA Pécsi Akadémiai Bizottság Földtani Szakbizottsága titkári teendőit is.

Sokoldalú eredményes szakmai tevékenységét számos kitüntetéssel ismerték el. 1971-ben a Bányászati Szolgálati Érdemérem bronz, 1981-ben ezüst, 1986-ban pedig arany fokozatát kapta meg. 1987-ben a Minisztertanács Kiváló Munkáért kitüntetésben részesítette. A Magyarhoni Földtani Társulat 1997-ben a Pro Geologica Applicata, 2015-ben pedig az 50 éves társulati tagsági oklevelet adta neki.

BARABÁS Andor nemcsak szakmai, de családi életében is sikeres ember volt. 1961-ben megnősült, munkatársát STUHL Ágnes-t vette feleségül. 1962-ben született meg András fiuk, aki apja nyomdokaiba lépve bekapcsolódott a délkelet-dunántúli uránkutatásba, s ott figyelemreméltó eredményeket ér el.

Dr. Barabás Andor nyomtatásban megjelent publikációi

1958

BARABÁS, A. & KISS, J. 1958: La genèse et le caractère pétrographie sédimentaire de l'enrichissement de minerai d'uranium dans la Montagne Mecsek. — In: Conférence internationale des Nations Unies sur l'utilisation de l'énergie atomique a des fins pacifiques [compositeur]: *Actes de la deuxième Conférence internationale des Nations Unies sur l'utilisation de l'énergie atomique a des fins pacifiques. Volume 2.*, Genève. Matières premières Tenue a Genève du 1er au 13 septembre 1958, 288–295.

1962

BARABÁS A. 1962: Hozzászólás BARANYI I. és dr. JÁMBOR Á.: A komplex geofizikai kutatások és geológiai vizsgálatok eredményeinek felhasználása a DK-Dunántúl területén, az alaphegység kutatásában” című előadáshoz. — *Magyar Geofizika* 3/3–4, 177–181.

1963

BARABÁS A., JURCSIK I. & UPOR E. 1963: Urántartalmú érc- és széntelepek 1. — *Természettudományi Közlöny* 7 (94)/9, 396–398.

BARABÁS A., JURCSIK I. & UPOR E. 1963: Urántartalmú érc- és széntelepek. 2. — *Természettudományi Közlöny* 7 (94)/10, 464–466.

1964

BARABÁS A. 1964: *Összefoglaló földtani jelentések tanulságai.* — Felsőoktatási Jegyzetellátó Vállalat, Budapest, 56 p. (Mérnöki Továbbképző Intézet előadássorozatából; 4202.)

BARABÁS A., JÁMBOR Á. & SZÉNÁS GY. 1964: Bevezetés. Kutatástörténet. — *A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet Évkönyve 1. A Mecsek- és a Villányi hegység geofizikai kutatásának eredményei*, 7–14. 15–16.

BARABÁS A., BARANYI I., JÁMBOR Á., SZABÓ J. & SZÉNÁS GY. 1964: A Mecsek- és a Villányi hegység harmadkor előtti alaphegység térképe (medencealjzat-térkép). — *A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet Évkönyve 1. A Mecsek- és a Villányi hegység geofizikai kutatásának eredményei*, 50–70.

BARABÁS, A., BARANYI, I., JÁMBOR, Á., SZABÓ, J. & SZÉNÁS, GY. 1964: Rezul'tatü geofiziceszkizh razvedocsnü h rabot, provedennü h v rajone gor Mecsek i Villanyi. Results of the geophysical exploration of the Mecsek and Villány Mountains. — *A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet Évkönyve 1. A Mecsek és a Villányi hegység geofizikai kutatásának eredményei*, 71–80., 81–126.

1966

BARABÁS A. 1966: *Terepi üledékföldtani vizsgálati módszerek (fáciaselemzés, földtani ritmusok és ciklusok).* — Felsőoktatási Jegyzetellátó Vállalat, Budapest, 62 p. (Mérnöki Továbbképző Intézet előadássorozatából ; 4471.)

BARABÁS, A. & VIRÁGH, K. 1966. Mechanizm obrazoványija uranovüch rud na primére Mecsekszkogo mesztorozsnyenija. — *Litologia i poleznüe iszkopaemüe* 2, Moszkva .

1972

BALOGH, K. & BARABÁS, A. 1972: The Carboniferous and Permian of Hungary. — *Acta Mineralogica-Petrographica* **20/2**, 191–207.

1973

BARABÁS A. 1973: A magyarországi uránkutató és földtani vizsgálatok kapcsolatának vázlata az 1953-1973 közötti időszakban. — In: „Húsz éves [20] éves a mecseki érckutatás”, Pécs, 1973. október 16–17, p. 2.

BALOGH, K., BARABÁS, A. & MAJOROS, GY. 1973: Der heutige Stand der Kenntnis des Karbons und Perms in Ungarn. — *Stockwerbau und Felderteilung* **14**, 459–475.

1976

BARABÁS A., JÁMBOR Á., BARABÁS A.-NÉ & TÖZSÉR O. 1976: Mecsek, A DK-Dunántúli perm képződmények korbeosztásai: 5. táblázat, 5., 7., 9. oszlop. — In: KASSAI M.: A Villányi-hegység északi előterének perm képződményei. — *Geologica Hungarica series Geologica* **17**. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 1976. [68. és 69. oldal közötti táblázat].

1979

BARABÁS A. 1979: A perm időszak földtani viszonyai és a külszíni kutatás feladatai a mecseki érckelőhelyen. — *Földtani Közöny* **109/3–4**, 357–365.

1981

BARABÁS A. 1981: Felső-karbon. Perm. 18. megálló. Boda, aleurolit feltárás (középső–perm). 19. megálló. Bodától É-ra, 500 m-re, homokkő feltárás (felső–perm). 20. megálló. Kővágószőlőstől ÉNy-ra a Kajdacs-völgyben homokkő feltárás (felső–perm). 21. megálló. Cserkúttól DK-re, homokkő és konglomerátum feltárás (felső–perm – alsó-triász). 22. megálló. Cserkúttól DDK-re, 500 m-re homokkőfejtő (alsó-triász). — In: JÁMBOR Á. (szerk.): *Földtani kirándulások a magyarországi molassz területeken. Magyarország molassz képződményei*. A szocialista országok tudományos akadémiai IX. P. K. 3. 3. munkacsoportjának magyarországi ülése 1981 októberében. A Magyar Állami Földtani Intézet alkalmi kiadványa 143. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 13–16., 16–20., 108–111., 111–116., p. 116., 116–117., 117–119.

BARABÁS, A. 1981: Upper Carboniferous. Permian. Stop 18. Boda, siltstone exposure (Middle Permian). Stop 19. Sandstone pit 500 m northward from Boda (Upper Permian). Stop 20. NW from Kővágószőlős, sandstone exposure in the Kajdacs Valley (Upper Permian). Stop 21. Sandstone and conglomerate exposed SE from Cserkút (Upper Permian – Lower Triassic). Stop 22. Sandstone quarry 500 m SSE Cserkút (Lower Triassic). — In: JÁMBOR Á. (ed.): *Excursion guide of molasse formations in Hungary*. Excursion Guide to the Meeting of the Academy of Sciences of Socialist Countries Multilateral Cooperation, Problem Commission IX. Working Group 3. 3. in Hungary, 1981. A Magyar Állami Occasional Paper 144., Hungarian Geological Institute, Budapest, 13–16., 16–21., 113–115., 115–118., 118–120., 120–121., 122–124.

1997

BARABÁS A. 1997: A hazai uránkutató, uránbányászat és a geológia. — *Földtani Kutatás* **34/3**, 4–11.

1998

BARABÁS A. & BARABÁS NÉ STUHL Á. 1998: A Mecsek és környezete perm képződményeinek rétegtana. — In: BÉRCZI I. & JÁMBOR Á. (szerk.): *Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana*. Magyar Olajipari Részvénytársaság (MOL), Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI), Budapest, 187–216.

2005

BARABÁS A. 2005: Több évtized az uránkutató szolgálatában. — In: HORN J. (szerk.): *Főgeológusok visszaemlékezései*. — Bányász Kultúráért Alapítvány, Budapest, 259–275.

DR. BARABÁS Andor kéziratos anyagai**Évszám nélkül**

BARABÁS A. [é. n.]: Mecsek hegység. Történeti áttekintés. — *Kézirat*, MÁFGBA*, Budapest.

BARABÁS A. [é. n.]: A mecseki perm időszerű képződmények földtana. — *Kézirat*, Magyar Földtani és Geofizikai Intézet Szakkönyvtára, Budapest, 53 p.

BARABÁS A. & KISS J. [é. n.]: A mecsek-hegységi uránércfeldúsulás keletkezése és üledékföldtani jellege. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A. & VIRÁGH K. [é. n.]: A Mecseki Ércbányászati Vállalat földtani kutatási feladatai és a munkák költségigénye a VII. ötéves tervidőszakban. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A. & VIRÁGH K. [é. n.]: Üledékes uránércképződés folyamat a mecseki lelőhely példáján. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

1956

BARABÁS A. 1956: Jelentés a Nagykovácsi környékén végzett geológiai és geofizikai kutatásokról. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

*MÁFGBA = Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár

BARABÁS A. 1956: A mecseki perm időszaki képződmények. — *Kandidátusi disszertáció*, Magyar Földtani és Geofizikai Intézet Szakkönyvtára, Budapest, 93 p. + tézisek 4 p.

1957

BARABÁS A. 1957: Jelentés a Bükk hegységben 1956. évben végzett radiológiai kutatásokról. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A. 1957: Jelentés a Szendrői-hegységben végzett radioaktív kutatásról. — *Kézirat*, MÁFGBA, Budapest.

BARABÁS A. 1957: Jelentés a Szendrői-hegységben 1956. évben végzett radiológiai kutatásokról. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A. 1957: Jelentés az Úpponyi-hegységben végzett radioaktív kutatásról. — *Kézirat*, MÁFGBA, Budapest.

BARABÁS A. 1957: Jelentés az Úpponyi-hegységben 1956. évben végzett radiológiai kutatásokról. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A. 1957: A kutatási üzem 1958. évi tervének indoklása. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A. 1957: A mecseki uránérclelőhely összefoglaló földtani vázlata. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A., ELEK I.-NÉ, TAKÁCS V. 1957: Jelentés a létesítendő III. sz. üzem területének érckészletéről 1957. III. negyedévének megfelelően. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

VIRÁGH K., BARABÁS A. & MÜLLER P. 1957: A Pécsi Uránércbánya Vállalat Földtani Osztályának III. negyedévi jelentése. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

1958

BARABÁS A. 1958 Beszámoló a magyarországi uránkutatás történetéről és helyzetéről. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A. 1958: A Kutatási Üzem 1957. évi munkálatainak összefoglalása. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A. 1958: A Kutatási Üzem beszámolója az Uránércbánya Vállalat Pártbizottsága előtt a kutatás állásáról. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A. 1958: A Magyar Tudományos Akadémia Atommagkutató Intézetében 1956-ban SZALAY Sándor irányításával készült, az ajkai medence kőszénének urántartalmáról szóló jelentés bírálata. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A. 1958: A mecseki perm sztratigráfiája. In: Összefoglaló jelentés a mecseki uránérclelőhelyen 1953–1958 január 1-ig végzett földtani kutatómunkákról. I. kötet. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A. & ELEK I. 1958: A Kutatási Üzem távlati terve (1959–1965). — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A. & VIRÁGH K. 1958: A Kutatási Üzem 1959. évi tervjavaslatának indoklása. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

VIRÁGH K. & BARABÁS A. 1958: Kővágószőlős–Bakonya területén lévő bányauzemek felszínre emelt vizeinek aktív szennyező hatása a környezet élő vizeire. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

1959

BARABÁS A. 1959: A badacsonyi–salföldi kutatási terület részjelentései. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A. 1959: Jelentés a Kísérleti Hidrometallurgiai Üzem zagykezelésével kapcsolatban létesített megfigyelő kutak ellenőrző mérési adatairól. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A. & ELEK I. 1959: Pécsi Uránércbánya Vállalat Kutatási Üzeme 1960. évi tervjavaslata. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A., JANTSKY B. & VIRÁGH K. 1959: A moszkvai konzultációs anyag magyar nyelvű fogalmazványa és annak orosz nyelvű fordítása. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A., NAGY J. 1959: Pécsi Uránércbánya Vállalat Kutatási Üzem Kutató Csoportok önköltségi adatai. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A. & VIRÁGH K. 1959: A Kutatási üzem 1960. évi tervjavaslatának indoklása. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

VIRÁGH K., MÜLLER P., DIMITRIJEV, V. SZ., BARABÁS A., KONDA J., ELEK I.-NÉ, KLARIANKA F., MIKOLAY, I. & GROSS Á. 1959: Geológiai zárójelentés az 1953–1958-ig végzett földtani kutatómunkákról. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

1960

BARABÁS A. 1960: Perspektivikus kutatófúrások tervjavaslata a Balaton-felvidék–Tabajd közötti területen és a Mecsek hegység nyugati szegélyén. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A. & SZABÓ J. 1960: 1960. I. félévben végzett földtani-geofizikai perspektivikus kutatási munkákról. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

1961

BARABÁS A. 1961: Földtani ritmusok és ciklusok. — *Kézirat*, MÁFGBA, Budapest.

BARABÁS A. & VIRÁGH K. 1961: A Pécsi Uránércbánya Vállalat Kutató-Mélyfúró Üzeméhez tartozó kutatócsoportok 1961. I. félévi jelentése. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

VIRÁGH K., BARABÁS A. & SZABÓ J. 1961: Jelentés a geológiai kutatómunkákról 1958–1960. (lelőhelyi és országos). — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

1962

BARABÁS A. 1962: Javaslat a különféle hasznosítható ásványi nyersanyagok együttes kutatására. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A. 1962: A különféle hasznosítható ásványi nyersanyagok együttes kutatása. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A. 1962: A MÉV tervjavaslata az 1963. évi ritkalelem kutatásra. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A. 1962: A Pécsi Uránércbánya Vállalat Kutató – Mélyfúró Üzeméhez tartozó kutatócsoportok 1962. I. félévi geológiai-geofizikai jelentése. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A. & ELEK I. 1962: Pécsi Uránércbánya Vállalat Kutató – Mélyfúró Üzeméhez tartozó kutatócsoportok 1962. évi tervjavaslata. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

1963

- BARABÁS A. 1963: A Délkelet-dunántúli kutatási terület földtani–geofizikai kiértékelése. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.
 BARABÁS A. 1963: A Délkelet-dunántúli terület (Mecsek és Villányi hegység környéke) uránkutatási perspektívái. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.
 BARABÁS A. 1963: Jelentés a geológiai kutatómunkák költségeiről 1955. január 1. – 1962. december 31. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.
 BARABÁS A. 1963: A kutatócsoportok 1963. évi munkája. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.
 BARABÁS A. 1963: Nyomelem kutatási eredmények. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.
 BARABÁS A., JURCSIK I. & UPOR E. 1963: A huminanyagok szerepe az uránérctelepek keletkezésében és az urántartalmú szenek hasznosításának kérdései. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.
 VIRÁGH K., SZABÓ J., BARABÁS A. & SZIROM H. 1963: Jelentés a PUV Földtani Osztálya, valamint a Vállalat geológus–geofizikus szolgálata 1962. évi munkáiról. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.
 BARABÁS A., SZABÓ I., ELEK I., LENGYEL S., JÁMBOR Á., MAJOROS GY., NÉMETH L., KARDOS I. & BARANYI I. 1963: A Pécsi Uránércbánya Vállalat Kutató - Mélyfúró Üzeméhez tartozó kutatócsoportok 1963. évi tervjavaslata. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

1964

- BARABÁS A. 1964: Ajkai pernye és salakminták. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.
 BARABÁS A. 1964: A baranyai terület kristályos és paleozoós képződményei. — *Kézirat*, MBFH Adattár, Budapest., Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.
 BARABÁS A. 1964: Javaslat a borkorfúrások kivitelezésére. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.
 BARABÁS A. 1964: Jelentés a Kutató-Mélyfúró Üzem kutatási expedíciós munkájáról, a perspektívikus feladatairól. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.
 BARABÁS A. 1964: Jelentés a Mecseki Ércbányászati Vállalat Kutató – Mélyfúró Üzeméhez tartozó kutatócsoportok 1964. I. félévi munkájáról. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.
 BARABÁS A. 1964: Jelentés az 1963. VIII. 1 – 1964. I. 30. között befejezett borkorfúrásokról. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.
 BARABÁS A. 1964: A Pécsi tó létesítésével kapcsolatos szakvélemény. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.
 BARABÁS A., BARANYI I. & JÁMBOR Á. 1964: A baranyai terület alaphegység térképe. A Magyar–Jugoszláv Geológus Találkozó (Pécs) kirándulásvezető melléklete. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.
 BARABÁS A., ELEK I. 1964: 1964. évi kutatási tervjavaslat. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.
 JANTSKY B. & BARABÁS A. 1964: Kirándulásvezető a Magyar–ugoszláv Geológus Találkozóhoz (Pécs). — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.
 VIRÁGH K., BARABÁS A. & SZABÓ J. 1964: Jelentés a MÉV Földtani és Geofizikai osztályai, valamint a geológus–geofizikus szolgálat 1963. évi munkájáról. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

1965

- BARABÁS A. 1965: A korszerű üledékföldtani vizsgálatok helyzete Magyarországon. — *Kézirat*, MÁFGBA, Budapest.
 BARABÁS A., ELEK I. 1965: A Kutató-Mélyfúró Üzem 1964. évi kutatási programjának végrehajtása és az 1965. évi kutatási terv ismertetése. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.
 BARABÁS A., ELEK I., SZABÓ I., MAJOROS GY., SZEDERKÉNYI T., GERZSON I., NÉMETH L., KARDOS I. & BARANYI I. 1965: A MÉV Kutató–Mélyfúró Üzemének 1965. évi kutatási tervjavaslata. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.
 BARABÁS A., SZABÓ J. & ELEK I. 1965: Beszámoló a távlati kutatás helyzetéről. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.
 BODROGI F., BARABÁS A. & SZIROM H. 1965: Jelentés a MÉV Földtani és Geofizikai osztályai, valamint a geológus–geofizikus szolgálat 1964. évi munkájáról. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

1966

- BARABÁS A. 1966: A perspektívikus uránkutatási területek térképe. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.
 BARABÁS A. & ELEK I. 1966: Beszámoló jelentés a Német Demokratikus Köztársaságban tett tanulmányútról. 1966. szeptember 10. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.
 TYIHOVIROV, V. P., WÉBER B., GÉRESI GY., BARABÁS A., ELEK I. & BARANYI I. 1966: Előzetes jelentés az 1965. évi komplex aerogeofizikai mérésekről. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

1967

- BARABÁS A. 1967: Légi geofizikai mérések tervezete 1968–70 évekre. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.
 BARABÁS A., DEMJANOV, N. V., MELKOV, V. G., PUHALSZKIJ, L. Cs., SZABÓ J., VIRÁGH K. & ZINOVJEV G. D. 1967: A Magyar Népköztársaságban végzendő uránkutatás további irányvonala és metodikája. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.
 VIRÁGH K., SZABÓ J. & BARABÁS A. 1967: Jelentés a MÉV Földtani, Geofizikai és Távlati Kutatási Osztályainak, valamint a bányageológiai–geofizikai szolgálat 1966. évi munkájáról. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

1968

- BARABÁS A. 1968: Mintagyűjtési és nyilvántartási szabályzat (Javaslat) — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.
 BARABÁS A. & VIRÁGH K. 1968: Jelentés a MÉV Földtani, Távlati Kutatási Osztályainak a bányauzemek geológiai szervezetének, valamint a Kutató-Mélyfúró Üzem Kutatócsoportjainak 1967. évi munkájáról. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.
 VIRÁGH K. & BARABÁS A. 1968: Történeti áttekintés (a hazai urániparról). — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

1969

BARABÁS A. 1969: Tájékoztató. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A. & VIRÁGH K. 1969: A Mecseki Ércbányászati Vállalat földtani kutatásainak 1969. évi terve. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

1970

BARABÁS A. 1970: Beszámoló Nazarkin elvtárs előtt. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A. 1970: Gondolatok a Sopron környéki U, Th és ritkaföldfém dúsulások keletkezéséről. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A. 1970: Tájékoztató jelentés a Soproni-hegység területén végzett kutatásokról. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A. & VIRÁGH K. 1970: Tájékoztató jelentés a Soproni-hegység területén 1969-ben végzett kutatásokról. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A., VIRÁGH K. & SZABÓ J. 1970: A Mecseki Ércbányászati Vállalat földtani kutatásainak 1970. évi terve. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

1971

BARABÁS A. & VIRÁGH K. 1971: A Mecseki Ércbányászati Vállalat földtani kutatásainak 1971. évi terve. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A. & VIRÁGH K. 1971: Szovjet szakértői vélemény realizálása és a soproni kutatási terv kiegészítése. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

1972

BALOGH K. & BARABÁS A. 1972: Magyarország karbonja és permje. The Carboniferous and Permian of Hungary. — *Acta Mineralogica Petrographica* 20/2, 191–207. cikk fordítása. — *Kézirat*, MÁFGBA, Budapest.

BARABÁS A. & KÓSA L. 1972: Javaslat rézérc kutatásra. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A. & KÓSA L. 1972: Javaslat ritkaföldfém kutatásra. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

KÓSA L. & BARABÁS A. 1972: Céljavaslat ritkaföldfém kutatásra. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A. & VIRÁGH K. 1972: Tájékoztató jelentés a mecseki lelőhely földtani kutatásának jelenlegi helyzetéről. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

1973

BARABÁS A., MELKOV V. G., PUHALSZKIJ L. Cs., SZABÓ J., VIRÁGH K. & ZSUKOV G. K. 1973: A MÉV nyersanyagbázisának helyzetéről és távlati uránkutatások további irányáról Magyarországon. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A. & VIRÁGH K. 1973: MÉV 1973. évi földtani kutatási terve. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A. & WÉBER B. 1973: Jelentés az 1973. IV. 24–30. szlovákiai tanulmányútról. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

CSESZKOV, N., ZONTOV, N., TKACSENKO, A., TÓKA J., MÁTRAI Á. & BARABÁS A. 1973: A MÉV fejlesztésének fő irányai 1976–80. évekre és távolabbi perspektívában. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

1974

BARABÁS A. 1974: A Fekete-hegyi védőövezet véleményezése. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A., GAZENKO V. G., PUHALSZKIJ L. Cs. & VIRÁGH K. 1974: Jegyzőkönyv a Mecseki Ércbányászati Vállalat tervezés alatt álló V. sz. bányauzemének kutatási eredményeiről és készletszámításáról. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A., BARANYI I., KARDOS I., KOCH L. & WÉBER B. 1974: V. üzemi beruházási program. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

1975

BARABÁS A. 1975: A Mecseki Ércbányászati Vállalat földtani kutatási tervezete az 5. ötéves terv időszakára. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A., KÓSA L., MAJOROS GY. & WÉBER B. 1975: A ritkaföldfém kutatás néhány földtani lehetősége Magyarországon. — A II. Országos Ritkafém Ankét, Pécs, 1973. jún. 12–13. — *Kézirat*, MÁFGBA, Budapest., Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A. & TÓKA J. 1975: Javaslat a Ritkafémkutatás célprogramhoz. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

TKACSENKO, A., ZSUKOV, G. K., FOKOV, J. M., BARABÁS A., MAJOROS GY., SZABÓ I., BARABÁSNÉ STUHL Á., KÓSA L., ELEK I.-NÉ, MIKOLAY, I. & VIRÁGH K. 1975: Az 1976–1980-as évek földtani kutatási munkái alapvető irányainak vizsgálata tárgyában, a MÉV-nél tartott műszaki tanácskozás jegyzőkönyve. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

1976

BARABÁS A. 1976: Jelentés a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség 1976.március 29 – április 2. között Bécsben tartott uránkutatási szimpóziumáról. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A., VIRÁGH K. & SZABÓ J. 1976: A Mecseki Ércbányászati Vállalat földtani kutatási terve az 5. ötéves terv időszakára. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

1977

BARABÁS A. 1977: A magyarországi perm rétegtani korrelációja és a korreláció problémái (Villányi hegység, Tokaji hegység, Zempléni hegység, Dunántúli-középhegység). Ajánlás a Magyar Rétegtani Bizottság számára. — *Kézirat*, MÁFGBA, Budapest, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

ÁDÁM O., BALKAY B., BARABÁS A., CSEH-NÉMETH J., DANK V., FEJÉR L., KÓKAY J., KONDA J., PRUZSINA J., SZÉLES L., TIBORC L., TÓTH J. & VIZY B. 1977: Magyarország reménybeli ásványvagyona és területi eloszlása. Elemző tanulmány. — *Kézirat*, MÁFGBA, Budapest.

1978

BARABÁS A. 1978: Beszámoló az 1978. április 24–29. közötti lengyelországi kiküldetéséről. — *Kézirat*, MÁFGBA, Budapest, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A., MAJOROS GY. & KASSAI M. 1978: Magyarország permii rétegtani táblázatai. — *Kézirat*, MÁFGBA, Budapest.

KORPÁS L., BARABÁS A. 1978: Jelentés az Országos Prognózis Tanács Fekete- és színesérc Munkabizottságának munkájáról. — *Kézirat*, MÁFGBA, Budapest.

1980

MÁTRAI Á., BARABÁS A. 1980: A MÉV földtani kutatási feladatai és a munkák költségigénye a VI. ötéves tervidőszakban. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

1981

BARABÁS A. 1981: A földtani kutatás célja és eredményei az V. éves terv idején. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A., BODROGI F. & SOMOGYI J. 1981: A II–III–IV. üzem meddőhányóira kerülő anyag ásvány- kőzettani jellemzői. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A. & SZABÓ J. 1981: A Mecseki Ércbányászati Vállalat földtani kutatási terve a VI. ötéves terv időszakára. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A. & VIRÁGH K. 1981: A Földtani Főosztály jelentései az elvégzett munkákról (lelőhely és külterület) 1969–72, 1979, 1981. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

1982

BARABÁS A. & BODROGI F. 1982: Földtani kutatás és ásványvagyongazdálkodás. (Jelentések az 1981. és 1982. évekről) — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

1984

BARABÁS A. 1984: Termelési terv 1985–2000 között (Jegyzőkönyv a Geol. Műszaki Tanács 1984. 06. 01. üléséről). — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

1985

BARABÁS A. 1985: Földtani kutatási adatok. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A. 1985: Szakvélemények, bírálatok 1970–85. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

BARABÁS A. & VIRÁGH K. 1985: Jelentés a Központi Földtani Hivatal részére. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

KREMCUKOV, J. A., ZSUKOV, G. K., BARABÁS A. & VIRÁGH K. 1985: Jegyzőkönyv a MÉV földtani kutatómunkái eredményeinek, a nyersanyagbázis 1985.01.01. helyzetének és a kutatómunkák 1986–1990. évek közötti irányainak áttekintéséről. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

TÓKA J., BARABÁS A. & VIRÁGH K. 1985: A MÉV 1982., 1983., 1984., 1985. évi kutatási hitelkeretének indoklása. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

1986

BARABÁS A. 1986: Jelentés a Földtani Főosztály tevékenységéről, politikai és káderhelyzetéről. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

1987

BARABÁS A. 1987: Beszámoló az uránkutatási munkák 1986.évi eredményeiről és az 1987.évi feladatokról. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

1989

BARABÁS A. 1989: A Délkelet - Dunántúli alaphegység adatai. Tárgyalási anyag a Jugoszláv –Magyar együttműködéshez. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

1990

KALSOVSZKY R., BARABÁS A., BODROGI F., ÉRDI-KRAUSZ G., HARSÁNYI L., HELLER A., KOCH L., KOVÁCS L., LACZKÓ L., MAJOROS GY., MOLNÁR J., NÉMETH G. & SCHRECK J. 1990: Veszélyes hulladékanyagok végleges rendezett elhelyezésének vizsgálata a Mecseki Ércbányászati Vállalat bányatelkén. (Bodai Aleurolit Formáció 1989). — *Kézirat*, MÁFGBA, Budapest.

1997

BARABÁS A. 1997: A Nyugat-mecseki neogén rétegek részletes vizsgálata. OTKA. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt. Adattára, Pécs.

2000

KONRÁD GY., ÁDÁM I., BARABÁS A., BARABÁS ANDRÁS, HÁMOR G., CSICSÁK J., BARABÁSNÉ STUHL Á., CSÓVÁRI M., GERZSON I., HARSÁNYI L., LENDVAI L., MAJOROS GY. & MÁTHÉ Z. 2000: Zárójelentés a magyarországi uránérc-kutatásról és a Nyugat-mecseki uránbányászatról. — *Kézirat*, MÁFGBA, Budapest.

JÁMBOR ÁRON

Végjegyzet: BARABÁS Andor publikációs listájának összeállításában a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet könyvtárának munkatársai, kéziratok jelentései listájának elkészítésében pedig a Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár munkatársai, a MÉV Adattár tekintetében pedig fia BARABÁS András voltak segítségemre. Munkájukért itt is köszönetet mondok.

*Események, rendezvények***Meddig ér a takarónk? A magmaképződéstől a litoszféraformáló folyamatokig**

(Beszámoló a 6. Kőzettani és geokémiai vándorgyűlésről)

**Beszámoló
a pécsi Tisia Konferenciáról**

A Magyarhoni Földtani Társulat Dél-Dunántúli Területi Szervezete és az Alföldi Területi Szervezete, az MTA Pécsi Akadémiai Bizottság X. sz. Föld- és Környezettudományok Szakbizottság Földtani és Bányászati Munkabizottsága, valamint a Magyar Geofizikusok Egyesülete rendezte meg a Tisia Konferenciát 2015. február 27–28-án Pécsen, a Laterum Hotelben.

A szervezésben oroszlanrész vállalt DÁLYAY Virág, a területi szervezet titkára, akire különösen nagy teher nehezedett, miután HÁMOS Gábor, területi szervezetünk elnöke, a rendezvény másik ötletgazdája néhány héttel korábban súlyos autóbalesetet szenvedett. A tudományos ülést elsősorban a Mecsekérc Zrt., továbbá a Geo-Log Kft., a MÉRCE Bt. és a Geomega Kft. támogatta. A színvonalas konferencia-kiadványt DÁLYAY Virág és SÁMSON Margit szerkesztette. A 61 résztvevő ötvenegy szerzőtől 18 előadást hallhatott.

Az első plenáris előadásban HORVÁTH Ferenc a tőle megszokott lendületességgel és élvezetes stílusban a Tisia-koncepció kialakulását és fejlődését, majd a legújabb geodinamikai eredményeket, illetve kérdéseket tárgyalta. Ezt követően MAJOROS György ismertette a Tiszai-egység szerkezetéről kialakított új fejlődéstörténeti modellt. M. TÓTH Tivadar a Tisia metamorf aljzatának kutatásában elért új eredményeket mutatta be — nem specialistikák számára is élvezetes módon.

Az egység fiatalabb, permo-mezozoos dél-alföldi képződményeit és a korrelációs lehetőségeket ismertette VARGA Andrea, majd a szerkezeti egységet lefedő pannóniai képződmények kutatásának egyik új eredményéről SZTANÓ Orsolya számolt be. Ezután négy blokkban, igen változatos témakörökben hangzottak el előadások: új geofizikai (KISS J. és mtsai.; BERNÁTH és mtsai.), rétegtani (CSÁSZÁR és mtsai.; TARI & STRAUSS; RAUCSIK & VARGA; SEBE és mtsai.), ásvány-kőzettani (KISS és mtsai.; MÁTHÉ & VARGA; MÉSZÁROS és mtsai.), szénhidrogénföldtani (VETŐ; KISS és mtsai.), ősföldrajzi (TARI; MÁTHÉ & VARGA) és tektonikai (MAROS & KOROKNAI) eredményekről hallhattunk, azokat földtörténeti keretbe ágyazva. Az előadásokat hozzászólások, viták kísérték, leginkább talán TARI Gábor előadása pezsdítette fel a légkört, aki jura ősföldrajzi térképén a Tiszai-egységet a „már megszokottól” lényegesen eltérő helyzetben ábrázolta.

Az első nap beszélgetéssel fejeződött be, ahol pohárköszöntőjében CSICSÁK József a Mecsekérc Zrt. igazgatója üdvözölte a kezdeményezést, a résztvevőket, és köszönte meg a szervezők munkáját.

A konferenciát M. TÓTH Tivadar zárta, kiemelve annak eredményességét, és mindjárt javaslatot is tett a program folytatására: két év múlva Szegedre várják a témakörben új eredményeket bemutató előadókat és az érdeklődőket.

KONRÁD Gyula

A Szegedi Tudományegyetem Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék és a Magyarhoni Földtani Társulat közös szervezésében 2015. szeptember 10–12. között Ópáloson (Páulis) került megrendezésre a 6. Kőzettani és geokémiai vándorgyűlés (Wine Princess Balla Géza Pincészete, Ópálos, Románia). Az előző évek növekvő részvételi tendenciáját követve ebben az évben is 50 fölött volt a résztvevő hazai kutatók, PhD és egyetemi hallgatók száma. A rendezvény szakmai sikeréhez, illetve hangulatához hozzájárult az is, hogy a kőzetan és a geokémia határterületeinek (pl. ásványtan és ásványkémia, archeometria, szénhidrogén-kutatás) képviselői előadásaikkal színesítették a programot.

A csütörtök délelőtti megnyitót és köszöntőt (SZTE ÁGK képviseletében: M. TÓTH Tivadar; MFT képviseletében: BAKSA Csaba) követően a plenáris nyitóelőadás a bazaltos magmaképződéssel foglalkozott (HARANGI Szabolcs és mtsai., MTA–ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport). A bemutató didaktikus módon tekintette át a bazaltos magmák keletkezésének elméleti hátterét, majd a vulkánitörés mechanizmusának rejtjelmeibe kalauzolta a hallgatókat. Ezt követően a rendkívül széles palettát képviselő előadások 4 szekcióban folytak csütörtökön és szombaton, amelyek során számos hazai egyetem és kutatóintézet képviselője mutatta be az aktuális projektekhez kapcsolódó tudományos eredményeit (összesen 18 előadásra és — WEISZBURG Tamás révén — egy könyvbemutatóra került sor). A konferencia programját 27 poszter, illetve az azokhoz tartozó rövid (2–3 perces), lényegre törő, „reklám” jellegű poszterbemutató előadás egészítette ki.

A Vándorgyűléshez kapcsolódó kirándulás hagyományosan a második napon történt (vezetők: PÁL-MOLNÁR Elemér, RAUCSIK Béla és VARGA Andrea). Ebben az évben az időjárás kevésbé kedvezett a terepbejárásnak: borús, esős napra virradtunk szeptember 11-én. Sajnos egy nem várt közlekedési akadály (baleset miatti teljes útzár) következtében néhány programot törölni kellett, azonban a várakozás sem telt eseménytelenül és eredménytelenül, hiszen az Erdélyi-középhegység földtani felépítésének elméleti hátterét RAUCSIK Béla előadásában a buszon ismerhettük meg. Időközben az eső is elállt, így a terepi program során lehetőségünk nyílt a Maros völgyében a következő megállóhelyeket megtekinteni: Solymosvár, permi granitoid (Hegyesi Magmás Komplexum), Solymos vára; Viszka, jura párnaláva (ofiolitos kőzetösszet); Gyulató, jura réteges telérkomplexum (ofiolitos kőzetösszet). A terepi nap megkoronázásaként borkóstolós vacsorán vettünk részt BALLA Géza Pincészeteiben.

A 6. Kőzettani és geokémiai vándorgyűlés szakmai programjának anyagából egy színvonalas, színes, ISBN számmal ellátott könyv készült, ami a plenáris előadás tartalmi kivonatát 13 oldalas könyvrészletként teszi közzé. A konferencián elhangzott előadások és poszterek kivonatai 4 oldalas konferenciaközleményként, illetve egyoldalú absztraktként kerültek a kötetbe. A könyv harmadik fejezete, a 20 oldalas kirándulásvezető az Erdélyi-középhegység földtani felépítésének modern szemléletű szakirodalmi összefoglalásával a geológusképzésben szintén segédanyagként szolgálhat. Az érdeklődők számára a PÁL-MOLNÁR Elemér, RAUCSIK Béla és VARGA Andrea által szerkesztett kötet

korlátozott példányban még igényelhető a szervezőknél, elektronikus formában a teljes kötet elérhető az MTA Könyvtárának Repozitóriumában (REAL).

Követve az 5. Közéleti és geokémiai vándorgyűlésen sikeresen elindított előadói díjazást, az ópálosi vándorgyűlés résztvevői titkos szavazással megválasztották a „Legjobb poszter” és a „Legjobb fiatal előadó” közönségdíjakat (könyvjutalmak), amelyeket a Szegedi Tudományegyetem TTIK Földrajzi és Földtani Tanszékcsoport részéről PÁL-MOLNÁR Elemér ajánlott fel. Az MFT különdíját a „Legjobb fiatal előadó” kategória I. díjasa vehette át. A díjazottak a „Legjobb poszter” kategóriában: I. Kátai Orsolya Renáta, II. Walter Heléna, III. Kürthy Dóra; a „Legjobb fiatal előadó” kategóriában: I. Bíró Tamás, II. Sendula Eszter, III. Taracsák Zoltán. Mind a szervezők, mind a résztvevő kollégák nevében kiváló szakmai teljesítményükhöz és szereplésükhöz ezúton is szeretnék gratulálni!

A soron következő, 7. Közéleti és geokémiai vándorgyűlés megszervezését a debreceni MTA Atommagkutató Intézet képviseletében BENKÓ Zsolt vállalta fel. Az új helyszín bizonyítja a néhány éves kezdeményezés sikerességét, illetve azt a töretlen lendületet, amivel az évenként megrendezett közéleti és geokémiai vándorgyűlés összefogja a tudományterület művelőit.

RAUCSIKNÉ VARGA Andrea

Felvidéki bányavárosok

Földtani és kultúrtörténeti emlékek nyomában V.

Társulatunk elnöksége — korábbi határozatának megfelelően — ez évben is megszervezte szakmai kirándulását, ezúttal a Felvidékre. Célunk az volt, hogy a nagyszerű Selmezbányai látogatásunk után az érdeklődőknek bemutassuk a történelmi Felsőmagyarországi Bányavárosok Szövetségének néhány újabb tagját. Ennek érdekében a Szepes-Gömöri-érchegység felé vettük az irányt és egy háromnapos, autóbusszos bejárás keretében megtekintettük Kassa, Igló, Lőcse, Dobsina, Betlér, Rozsnyó látóvilágát. A szeptember 17–19. között teljesített program egy nagy durranással kezdődött, mivel autóbusszunk jobb hátsó kerekére még az autópályán durrdefektet szenvedett, amit némi külső segítséggel hamar megjavítottunk és az utat ragyogó, napfényes időben folytathattuk. Ez a kis malőr azonban megfosztott minket attól a lehetőségtől, hogy a híres Gölnicbányára is bekukkantsunk.

Szokásunkhoz híven erre a terepbejárásra is készítetünk színvonalas, képekkel illusztrált kirándulásvezetőt, amelynek földtani részét BREZSNYÁNSZKY Károly exelnökünk, a kultúrtörténeti fejezeteket pedig HADOBÁS Sándor rudabányai barátunk, nyugdíjas múzeumigazgató készítette. A szerkesztésben CSERNY Tibor főtitkár és KRIVÁNNÉ Ágnes ügyvezető jeleskedett. A nyomtatásért és kivitelezésért a Biocentrum Kft-t illeti köszönet. A teljes program idegenvezetői feladatait, HADOBÁS Sándor vállalta.

Első megállónk Kassa volt. Először a Szent Erzsébet dómot céloztuk meg, hiszen a maga gótikus építészeti csodájával, a régi Magyarország történelmi levegőjét árasztó belső tereivel minden látogatót magához vonz. A sort a rodostói bujdosás emlékére 1990–91-ben rekonstruált és felépített Rákóczi ház és múzeum meglátogatásával folytattuk, ahol a dombéli jó tapasztalatokhoz hasonlóan, magyar nyelvű vezetésben lehetett részünk. Természetesen nem hagyhattuk ki Kassa főutcájára nyíló Technikai

Múzeum bányászati kiállításának megtekintését sem, hiszen a szorosabban vett szakmai tárgyú relikviák mellett a hely különlegességét az adta, hogy ebben föld alatti helységben verték a Rákóczi szabadságharc alatt a magyar pénzerméket.

Folytattuk utunkat és a Gömöri-karsztot kelet felől átszelő látványos buszozás után még kora este szálláshelyünkre az Igló melletti Szepessümegekre érkezünk, ahol barátságos panzió fogadott.

Másnap Igló és Lőcse meglátogatása volt az úti cél. Iglón bányászati múzeum működik, ami a szepességi ércbányászat relikviáit mutatja be, amelyet ásványkiállítás egészít ki. Annak ellenére, hogy Igló évszázados bányászati és vasipari központ, a megtekintett múzeumban kissé szegényesnek tűnt a gyűjtemény és a kassai tapasztalatok után ezzel együtt megkockáztathatjuk abbéli véleményünket, hogy mindkét gyűjtemény színvonala messze elmarad a rudabányai bányászati múzeumunk által kínált gazdagságtól. Ebben bizonyára sok minden közrejátszik, de valószínűleg a legfontosabb eleme egy szép és értékes gyűjteménynek az azokat létrehozó szakemberek hozzáértő és szeretettel végzett munkája kell, hogy legyen. Mindezek ellenére Iglón egy rendbehozott, felújított és tisztán tartott főtér és műemlékeket találtunk, amely mindannyiunkban igen jó benyomást keltett. A főtéren álló gótikus plébániatemplom égbetörő tornya a maga csaknem 90 méterével Közép-Európa legmagasabb templomtornya. Többen vezetővel megmászta a több tucat lépcsőt, miközben gyönyörködhetek az óraszerkezetben, a harangokban és legfelül a gyönyörű panorámában. A kevésbé vállalkozó szellemű kollégák ezalatt a főtéri szép műemlékházakat, a színházat, a városházát és a vonzó illatokat árasztó, barátságos kávézókat látogatták meg. Itt kezdődött a 19. század végén CSONTVÁRY KOSZTKA Tivadar festői pályafutása is.

Lőcse többnyire ép középkori városfallal körbevett belvárosa a főtéren álló szép városházával és a Szent Jakab templommal a Felvidék egyik gyöngyszeme. Meglátogattuk Lőcsei Pál mester csodálatos gótikus oltárát, amely a maga szépségével, magasságával (18,6 m) lenyűgöző alkotás. Az éppen tatarozás alatti templom mindannyiunkat elragadó kisugárzásának hatása alatt a szintén főtéren álló Pál mester középkori házában kialakított múzeum megtekintésével tetőztük be művészettörténeti élményeinket. A Thurzó ház jelenleg nem látogatható, régi tulajdonosai a Szepesség bányászatában és a korabeli bankvilágban jelentős szerepet játszottak.

Igló és Dobsina között, csodálatos szépségű tájakon vezető úton közelítettük meg szállásunkat, amely a Gölnic-patak felduzzasztásával létrehozott Dedinky (Imrefalva–Istvánfalva) melletti víztározónál volt. A rönkházakban kialakított üdülőtelep nyáron a vízi sportok kedvelőinek, hegymászóknak, télen pedig a síelőknak ad kiváló pihenési és felhőtölési lehetőséget.

Másnap az esőre forduló idő ellenére meglátogattuk a Dobsinai-jégbarlangot. Az 1870-ben felfedezett barlang hamar népszerű lett, még korcsolyaedzéseket is tartottak benne. A barlang évi középhőmérséklete 0 °C körül van és egyes jégképződésményei az idő folyamán állandóan változnak. Hatással van rá a csapadék mennyisége és természetesen a kinti hőmérséklet. A Wettersteini Mészköben kialakult járatok hossza mintegy 1400 méter, de ez egy 21 km hosszú barlangrendszer részét képezi.

A délutánra kitisztult, napos időben indultunk tovább a híres bányaváros Rozsnyó felé. Útközben madártávlatból megcsodálhattuk Dobsina városának látképét.

Legközelebbi megállónk az Andrásyok fészke a betléri kastély volt. A teljes épségében, berendezésével együtt megmaradt műemlékegyüttest Európa Nostra díjjal jutalmazták. A kastélyt 50 hektáros angolpark övezi, amely mintegy kiemeli a benne rejtőzködő gyöngyszemet.

Rozsnyó városa a történelem során, mint bányászati irányítási központ volt nevezetes. Ez a szerepe mára megszűnt, híres bányászati múzeumát most restaurálják, sajnos nem látogatható. Meg kellett elégednünk a városnézéssel, amelynek kiemelkedő értékű része a középkori szerkezetet megtartó főtere. A főtéren a régi városháza mellett a püspöki palota, az evangélikus templom és néhány szép műemlékház ragadja meg a tekintetet. A 14. században épült, gótikus székesegyház egyik értékes ékessége az 1511-ben MS mester által jegyzett oltárkép a „Metercia”, amely szakrális tartalmán kívül arról is híres, hogy a korabeli bányászati és kohászati munkákat is megőrökíti. Ezáltal felbecsülhetetlen tudománytörténeti jelentőséggel bír.

Rozsnyót elhagyva a szádelői szurdok felé vettük az útirányt. Útközben egy pillantást vethettünk Kraszna Horka várára, amelynek felújítása gőzerővel folyik, de még nem látogatható.

Szádelő község, — nem messze Torna várától — nevezetessége a Szilicikum részeként karszosodott kőzetekben kialakult hasadék völgy. A turisták és sziklamászók által szívesen látogatott völgyben nemrég tanösvényt is kialakítottak. Nevezetessége a „Cukorsüveg”, amely kedvelt sziklamászó gyakorlóterep. Időnk már nem sok lévén, csak egy rövid sétát tehattünk a völgyben, azután elindultunk Magyarország felé.

A mindenki meglepedésére és épülésére teljesített túra méltó folytatása volt az előzőeknek. A résztvevők és a szervezők egyöntetű véleménye, hogy a sorozatot folytatni kell.

A kirándulásról CSERNY Tibor által készített fotók a www.foldtan.hu honlapunk linkjén, illetve aakövetkező linken elérhető picasa webalbumban megtekinthetők: https://picasaweb.google.com/115175948992649184746/150917_0919_FelvidekiTura?authkey=Gv1sRgCP7hllGehYmLcg

BAKSA Csaba

Beszámoló a 2015. évi Geotóp Napokról (Zempléni-hegység, Aggteleki-karszt)

2015-ben már nyolcadik alkalommal kerültek megrendezésre hazánk területén a Geotóp Napok. Idén két hétvégén, összesen 21 helyszínen várták a földtudományokra fogékony és túrázni vágyó nagyközönséget a földtani szakemberek. A könnyed gyalogos túrák során egy-egy földtudományi értékekben gazdag terület látványosságait járhatták végig a látogatók egy, a vidéket jól ismerő szakember vezetésével.

A geotóp (a görög „Gea” = Föld és „toposz” = hely szavakból) — az esemény hivatalos kiírása szerint — egy olyan földi helyszín, ahol az élettelen természet legérdekesebb, leglátványosabb, legjellegzetesebb képződményei találhatóak meg. Ezek a képződmények lehetnek különféle felszínformák, sziklafalak, barlangok, kőzetek vagy talajok természetes és mesterséges kibukkanásai, források, ásvány- vagy kővület-előfordulások, emellett még a természet sok más érdekessége, és persze maga a táj is.

Ilyen geotópok mozaikjából áll össze az Aggteleki-karszt karbonátos és a Zempléni-hegység vulkanikus kőzetekből álló területe is. Idén Aggtelek körül harmadszor, a Zempléni-hegységben pedig első alkalommal rendezett geotóp napi túrát az Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság és a Magyar Földtani Védegylet, a Magyarhoni Földtani Társulat ProGeo Földtudományi és Természetvédelmi Szakosztályának és a Földművelésügyi Minisztérium Nemzeti Parki és Tájvédelmi Főosztályának égisze alatt.

A Zempléni Tájvédelmi Körzetben október 3-án zajlott a

geotúra 17 fő részvételével, csodálatos őszi időben. Az esemény Pálházáról indult, ahonnan külön kisvonat szállította a „geotúsokat” a rostallói végállomásra. Már maga a közel egy órás vonatkozás is hatalmas élmény volt hazánk legrégebbi erdei-hegyi kisvasútján, amelyet 1888-ban indítottak útjára a Károlyi grófok az uradalmi erdeikben található fa elszállítás céljából. A vonatkozás után a csapat az Ördög-völgyben folytatta útját, különféle típusú vulkáni kőzetek ölelésében. A Zempléni-hegységet (hagyományos nevén Eperjes–Tokaji-hegységet, vagy geológus körökben Tokaji-hegységet) egy kb. 15 millió évvel ezelőtt induló, s kb. 9 millió évvel ezelőtt befejeződő szakaszos vulkáni működés építette fel. A több km vastag vulkáni összetételű rendkívül változatos: éppúgy képviselve vannak benne savanyú összetételű kőzetek (pl. riolit, dácit és ezek tufái), mint az intermedier (pl. andezit) vagy a Sárospatak környékéről már csak fúrásokból ismeretes bázikus magmás kőzetek (pl. bazalt). A kiömlési és törmelékes vulkáni kőzetekből álló vastag összetételű vulkáni működés szüneteiben és azt követően jelentős utómagmás hatások érték, ezért a terület Kárpát-medencei szinten is rendkívül gazdag ércekben és különféle ásványtársulásokban is. Az ásványok közül kiemelendők az Ördög-völgyben is fellelhető opálfélék. A miocén riolit üregeiben (litofízis riolit) szép számmal gyűjthetők itt különféle tejopál-félék.

Az Ördög-völgy meredek kaptatója után a geotúra résztvevői a Mlaka-réten pihenhettek meg. A Kárpátokat idéző hangulatú kaszálórétet nyírfacsoportok tarkították, amelyek között a gyepen őszi kikerics virágai díszlettek. Innen már csak pár perc séta volt a sárga háromszög jelzésen a háromhutai Sólýom-bérc sziklataréja, amely a túra legszebb kilátóhelye volt, ahonnan egészen Regéc váráig pásztázhattuk a tájat. Itt már nem az Ördög-völgyben látott rioliton jártunk, hanem az afölött települő, kb. 12 millió éves lemezes szerkezetű, szürkés színű andeziten. Ez a kőzetfajta alkotja a legmagasabb tetőket és hátakat a Magas-Zempléni-ben. A Sólýom-bércet tanulmányozva láthatóvá vált, hogy egy közel É–D-i irányú, meredek falakkal határolt sziklataréj képét mutatja a hegy, amelynek kialakulása a jégkorszakok hideg és fagyváltozó korszakához köthető, amikor a fő felszínformáló tényező a fagyaprózódás volt. Ekkor a Zempléni-hegység 500 méter tszf. magasságú régiói az ún. periglaciális klímaterület határai alá tartoztak, s megindulhatott a kemény és lemezes szerkezetű kőzeteken a változatos formakincs kialakulása. Ezt a folyamatot krioplanációnak, az így létrejött, egymással szoros kapcsolatot mutató formaegyüttest pedig krioplanációs formakincsnek nevezzük.

A szép kilátást adó krioplanációs taréjtól az Országos Kéktúra felújított útvonalán folytattuk utunkat a szigorúan védett István-kúti Nyírjes irányába. A terület már a Zempléni Tájvédelmi Körzet létrejötté előtt jó 30 évvel védeltséget élvezett az ott található növényritkaságok miatt. A mesterségesen fenntartott nyírjesben megtekintettük a jéghideg vizű István-kutat is, amely a terület egy viszonylag állandó hozamú leszálló forrása. A jó pár órás geotúra végén a résztvevők ismét kisvonattal térhettek vissza a pályázati kiindulási pontra.

A zempléni geotúrát követő héten, azaz október 10-én került vizsgálódásaink középpontjába az Aggteleki-karszt. A már hagyományos túra 10 órakor indult az aggteleki harangtorony előtti parkolóból. Sajnos az időjárás már hasonlítható sem volt az előzőhöz, ezért a 13 fős „geocsapat” a délelőtti esős szakaszt egy barlangtúrával vészelte át. Jósavafőrről indulva, a Tohonya-szurdok érintésével a Vass Imre-barlang felé vezetett utunk. A csodálatos cseppkőképződményekkel tarkított, több szintes, aktív patakok föld alatti világában kb. egy órát töltöttünk el.

Az Aggteleki-karszt (vagy a tágabb értelemben Gömör–

Tornai-karszt) kőzeteinek nagy része a földtörténeti triász időszakban (245–208 millió év) képződtek. Ekkor változatos üledék-képződési környezetben több km vastag, főleg karbonátos összletek alakultak ki. Ezek a földtörténet későbbi szakaszaiban jelentős deformációt szenvedtek, ezért ma takarók formájában található meg. A vastag üledékes kőzettömeg főként különféle nagy tisztaságú mészkő (pl. Steinalmi, Wettersteini mészkő), amelyek a szénsavas víz hatására kiválóan oldódnak. Ez az alapja annak, hogy a vidék karsztos képződményekben az egyik leggazdagabb terület a Kárpát-medencében.

A délutáni órákra már csendesedett az eső, ezért nekivágtunk a felszíni karsztos geotúráknak, melynek célja a barlangok felett található térszín geológiai képződményeinek és formakincsének megismerése volt. A vizsgálódásainkat Jósavfő fölött kezdtük, egy védett geológiai alapszelvényénél, ahol a középső-triász korú Steinalmi Mészkő onkoidos lagúna fációsét vettük szemügyre. A feltárástól nem messze található a Vörös-tó. Mivel az itteni dolina (töbör) alját vízzáró agyagréteg bélelte ki, ezért a benne összegyűlt víz nem tud a mélybe szivárogni és tavat alkot. A tó mellett lekerekített, bizzar formájú sziklák, az ún. Medve-sziklák hívják fel magukra a figyelmet. Ezek egy korábbi karsztos oldódás eltemetett, majd újra kitakarózott (exhumált) tanú, ún. paleokarsztos formák. A Baradla-barlang vörös-tói bejárata és a Borókás-töbör érintésével érkezünk meg a Baradla tanösvény mentén a Zombor-lyukhoz, amely a Baradla-barlang aktív víznyelője. A nyelőnél szépen tanulmányozható a fedett és nyílt karszt határa. A vízzáró rétegekkel fedett karszton a csapadékvizek nem tudnak a mélybe szivárogni, hanem a felszínen igyekeznek a mélyebb pontok felé. Ha útkor során elérik a felszínen lévő mészkövet, akkor azonnal a mélybe fejeződnek és eltűnnek a barlangokban. Ez figyelhető meg itt a Zombor-lyuknál és az innen nem messze lévő Kis- és Nagy-Ravaszlyuknál is.

A geotúra Aggtelek határában ért véget, az Aggteleki-tó és a tó-hegyi karrmező („ördögszántás”) mellett. Az Aggteleki-tó egy víznyelő „eldugulásával” jött létre. Sajnos az idei év szárazsága és emberi bolygatás miatt nyílt víztükrre napjainkra eltűnt.

A két hétvége tanulsága szerint a laikus, a természetet és a természetjárást kedvelő magyar közönség igen is fogékony a földtudományokra, ha arra felhívják a figyelmét. Mindkét geotúrán CSERNY Tibor készített fényképfelvételeket, amelyek az alábbi linken érhetők el:

Geotóp nap a Zemplénben:

https://picasaweb.google.com/115175948992649184746/151003_Geotop_Zemlenben?authkey=Gv1sRgCOj-nI-HnMHCsgE

Geotóp nap Aggteleken:

https://picasaweb.google.com/115175948992649184746/151010_Geotop_Aggteleken?authkey=Gv1sRgCOKg38eD29WngwE

VERES ZSOLT

Beszámoló a XVII. Székelyföldi Geológus Találkozósról

Ebben az évben a már hagyományossá vált találkozót a Székelyföld délnyugati határvidékén, a Segesvárhoz közel fekvő Székelykeresztúron tartották, 2015. október 22–25 között. Október 23-án, volt a földtani kirándulás, 24-én, az előadóiülés. A találkozóznak mintegy 80–100 résztvevője volt, közel fele részben erdélyiek és magyarországiak, néhányan pedig Kárpátaljáról jöttek. A konferenciát a 2010-ben alakult, kolozsvári Koch Antal Földtani Társaság rendezte. A lelkes szervező csapatot a budapesti

ELTE erdélyi származású hallgatói, NAGY Orsolya Réka és SZÓCS Emese alkották, BARTHA István Róbert vezetésével. A helybeli szervezők a következők voltak: DÉNES Szilárd (Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Kolozsvár), JÓZSA Sándor (ROMGAZ, Székelykeresztúr) és TÓTH Attila (Sapientia Tudományegyetem, Kolozsvár).

A kirándulás Székelykeresztúron a Molnár István Múzeum meglátogatásával kezdődött, ahol SZÉKELY Attila helytörténész, nyugalmazott történelem tanár tartott nagy tudásról tanuskodó tárlatvezetést. A terepbejárás útvonala a várostól északra a Gagy pataka völgyében vezetett a Firtos-hegy déli oldaláig, majd vissza a Fejér-Nyikó völgyében Székelykeresztúrra. A terület nagy részét az Erdélyi-medence pannóniai medenceüledékei borítják. Ezeket KRÉZSEK Csaba (2005) szedimentológiai összeállítása alapján BARTHA István mutatta be. Az itt található, főleg homokos és kavicsos üledékek a medence keleti peremén rakódtak le, a behordás kelet felől történt. Nyugatról kelet felé haladva egy tenger alatti törmelékűp és azt tápláló tenger alatti csatornarendszer, majd a delta és folyóvízi csatornák üledékeit láthattuk. A Firtos-hegyen ezekre a medence üledékekre diszkordánsan pontusi vulkano-szediment üledékek települnek, amelyeket SZAKÁCS Sándor ismertetett. A kirándulás kultúrtörténeti látványlójá a Firtos vára alatt épült Énlaka község volt. Unitárius temploma főleg a kazettás mennyezetén látható rovásírásos felirat miatt híres.

Az előadóiülésre október 24-én a székelykeresztúri Berde Mózes Unitárius Gimnáziumban került sor. Ez a tekintélyes épület a hozzátartozó történelmi kollégiummal és templommal együtt az unitárius egyház egyik szellemi központja Erdélyben. Először 3 plenáris előadást hallgattunk meg, majd két szekcióban összesen 26 előadásra és 2 poszter bemutatására került sor.

A plenáris előadások közül PÁLFY József (Budapest) a rétegtan korszerű módszereiből mutatott be néhányat. Különösen érdekesek voltak a számítógépes alkalmazások. WANÉK Ferenc (Kolozsvár) hatalmas anyagot felölelő tudománytörténeti áttekintésében a kolozsvári egyetemen folyó földtani oktatás 20. századi magyar és román személyiségeiről emlékezett meg. SZAKÁCS Sándor (Kolozsvár, SEGHEDI Ioannal együtt) a Keleti-Kárpátok neogén vulkáni vonulatának vulkáni fáciéseit foglalta össze.

Az előadások közül több foglalkozott még a Kelet-erdélyi vulkáni vonulattal. FARKAS Attila (Székelyudvarhely) geomorfológiai elemzésében azt mutatta ki, hogy a vulkanizmus dél felé való fiatalodása abban is kifejezésre jut, hogy ott a vulkáni-üledékes plató lepusztulásának mértéke is csekélyebb. KARÁTSÓN Dávid (Budapest) a Csomádon folytatott igen kiterjedt vulkanológiai kutatást tekintette át. A vulkáni koszorú északabbra eső és idősebb, kárpátaljai részének földtani korviszonyaival GÖNCZY Sándor (Beregszász, KOZÁK Miklóssal együtt) foglalkozott.

Az Erdélyi-medence kainozoos üledékes rétegsorával is több előadás foglalkozott. MAGYAR Imre vezetésével BOTKA Dániel és BÁLINT Ildikó (Budapest) főleg a délnyugati peremvidék pannóniai puhatestű faunáját vizsgálta. Kolozsvári kutatók, KÖVECSI Szabolcs Attila és munkatársai a kalotaszegi eocénből egy szinte egyetlen fajt tartalmazó (monospecifikus), nagy mennyiségű *Nummulites perforatus*-ból álló pad képződési körülményeit tisztázták. SOS Tibor (Marosvásárhely) és TÓTH Attila (Kolozsvár) a korondi aragonit forrásüledékekben fosszilizálódtott későpleisztocén hullómaradványokkal foglalkoztak. Egy nagyszámú, erdélyi és magyarországi résztvevővel és SÜMEGI Pál (Szeged) vezetésével működő kutatócsoport az erdélyi negyedidőszak végi tőzeglápok sokoldalú környezettörténeti vizsgálatát tűzte ki célul.

Néhány olyan téma is előkerült, amelyek Erdélyre vonat-

koznak. A marosvásárhelyi Meteorológiai Szolgálat mérései RUSZ Otília szerint azt mutatják, hogy a talajhőmérsékleti értékeket a talaj minősége is befolyásolja, amelyben a mérést végezték. A tudománytörténeti témák közül KORODI Enikő és munkatársai (Kolozsvár) a régi katonai felméréseken alapuló, Erdélyre vonatkozó földtani térképek georeferálásáról számoltak be. VICZIÁN István (Debrecen) eddig nem ismert, TELEKI Domokosnak Drezdából írt leveleket dolgozott fel.

Új színfoltja volt a konferenciának a geoturisztikával, földtani természetvédelemmel foglalkozó csoportok bemutatkozása. Ezek között megismerhetjük a vargasi „Elveszett világ” csoportot (DEMETER Zoltán Béla és DÉNES Ildikó), a Korond környéki Sóvidéket bemutató geoturisztikai csoportot (PÁL Zoltán), a Brassó székhelyű és a Persányi-hegységben működő Carpaterra Egyesületet (SOÓS Ildikó et al.), a sepsiszentgyörgyi Vinca Minor Egyesületet (TAMÁS Réka és HEGYELI Attila), amely a Csomád-Bálványos Natura 2000 védett terület gondnokságát látja el. PAPUCS András (Sepsiszentgyörgy) azokat a lehetőségeket tekintette át, amelyekkel a Rétyi Nyír lápterülete megmenthető lenne. Kárpátjáról BERGHAUER Sándor és munkatársai poszttere a beregszászi járás geoturisztikai értékeit vette számba.

Néhány magyarországi szervezet is bemutatkozott. CSORVÁSI Nikolett (Budapest) a Velencei-hegységbe vezetett sikeres tömeges geotúrákról számolt be. PÁLL Dávid Gergely és VERES Zsolt (Szeged) a magyar Földtani Védőegyletet, illetve a kevésbé ismert, Ózd környéki Vajdavár-hegységet mutatták be. KÉRI András et al. (Budapest) a tanösvények készítésének módszertanáról beszélt. VINCZE Péter (Budapest) a földtudományi természeti értékek védelméről szóló új törvényt ismertette.

A konferencián néhány magyarországi kutatási eredményekről számoltak be. Egy SZAKÁLL Sándor által irányított projekt keretében LOVÁSZ Anikó (Miskolc) két, a Kárpát-medencében új, NH₄-tartalmú ásványt mutatott ki, amelyek a Pécs-vasasi égő szénmeddőben keletkeznek. KERCSMÁR Zsolt (Budapest) a somogyi gypvasérccek képződésére adott korszerű geokémiai magyarázatot. POLONKAI Bálint és munkatársai (Budapest) badeni tengeri sünöket, CSOMA Vivien (Budapest) szarmata foraminiferákat és kagylósrákokat vizsgált. Somogy megye északi részén a Pannon-tó feltöltődésének folyamatát követte nyomon szeizmikus szelvények alapján SZILÁGYI Zsanett és KARANCZ Szabina (Budapest).

Összegezve megállapíthatjuk, hogy az elmúlt évekhez hasonlóan sikeres, jó hangulatú konferencián vehettünk részt. A helyiek több, tágabb körben is érdekes témát mutattak be. A konferencia a magyarországiaknak mindig jó alkalom megismerkedni a Székelyföld egy részének földtani felépítésével, valamint történelmi és tudománytörténeti emlékeivel. Kölcsönösen érdeklődésre tarthat számot, hogy Erdélyben több olyan földtani kutatási projekt folyik, amelyet magyarországi szakemberek irányítanak, de a helyiek közreműködése is jelentős. Örvendetes a földtani természetvédelem és természetjárás fejlődése Erdélyben.

VICZIÁN István

Földtudományos forgatag 2015 Földtudományok a változó világban

Régi-új helyszínen, a Magyar Természettudományi Múzeumban rendeztük meg 2015. november 7–8 között, immáron hetedik alkalommal a Földtudományos forgatagot. Az érdeklődő nagykö-

zönség számára nyitott, és egyre népszerűbb geokiallítást első két alkalommal a Természettudományi Múzeumban, majd ezt követően a Miskolci Egyetemen rendeztük meg. Az elmúlt három esztendőben a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet adott otthont a forgatagnak, színvonalas körülmények között, egyre több látogatót vonzva. Az épület kereteit kinőve, a közönség érdeklődését fenntartva, elfogadtuk KORSÓS Zoltán főigazgató meghívását, így idén a Múzeumban tartottuk meg a rendezvényt. Ez alkalommal kétszer nagyobb alapterület állt rendelkezésünkre, mivel a korábbiakhoz képest jóval több kiállító és program körvonalazódott.

A rendezvényen 27 földtudományi kutatással foglalkozó állami és akadémiai kutató intézet, természettudományi gyűjtemény, felsőoktatási intézmény és vállalat mutatta be — kicsiknek és nagyoknak egyaránt érthetően — a földtudományok jelentőségét mindennapjainkban. Az érdeklődők megismerkedhettek ásványkincseinkkel, az energiahordozók szerepével a változó világban, a klímaváltozás nyomaival a kőzetekben, és a földtani veszélyforrásokkal. A kiállítók elhozták a Föld mélyét vizsgáló geofizikus eszközöket, vulkánkitörést modelleztek, bemutatták hogyan működnek az olajfúrótornyok. Nemzeti parkjaink és geoparkjaink szakemberei hazánk legszebb felkereshető földtani látványosságait mutatták be, geotúra ajánlatokkal várták az érdeklődőket.

A kisebbeket geojátszóházak, „aranyosás”, az ifjakat és felnőtteket ismeretterjesztő filmek, előadások és az Utazó planetárium is várta, ahol közelről ismerkedhettek a Föld és a bolygók történetével, ősmaradványokkal, ásványokkal, kőzetekkel.

A földtudományi szakma legkiválóbb előadói, összesen 13 előadást tartottak a Semsey teremben, az évmilliók történéseiről, ősmaradványokról, drágakövekről, vulkánokról, klímaváltozásról, a bor és a földtan kapcsolatáról. Az óránként kezdődő előadásokkal párhuzamosan föld- és természettudományos témában 18 rövidfilmet mutattunk be a Múzeum egy másik zugában.

Újdonságként jelent meg a Forगतagon, és hallatlan népszerű volt az Utazó planetárium, amely elkápráztatta a kicsiket és a nagyokat a csillagos ég rejtelmeivel, a bolygók csodálatos világával, a Nap és Hold kutatásának érdekes eredményeivel.

A kiállító szakemberek poszttereik, eszközeik (mérő-, észlelő műszerek, mikroszkópok stb.), valamint gyűjteményi tárgyak (csontok, ősmaradványok, ásványok, kőzetek, fűrómag), továbbá a bemutatkozó információkon (szórolapok, prospektusok, térképek, színes füzetek) keresztül tartották fenn szünet nélkül a látogatók érdeklődését. Ezen kívül, a gyermekek számára a földtudomány széles spektrumát bemutató színes geo-játszóházak, kvízek, értékes nyeremények és szóró ajándékok voltak.

A Magyarhoni Földtani Társulat idén először mutatta be az „Év ásványát” (evasvanya.foldtan.hu, Facebook: Év ásványa) és az „Év ősmaradványát” (evosmaradvanya.foldtan.hu, Facebook: Év ősmaradványa). A program lebonyolításában és szakmai tartalmak kialakításában az MFT Ásványtan–Geokémiai Szakosztályának és Őslénytan–Rétegtani Szakosztályának vezetősége mellett részt vett az MFT Oktatási és Közművelődési Szakosztálya is. A kezdeményezés kiemelt támogatója BUBIK Veronika grafikus, aki a roll-upokat, a szórolapokat, a naptárakat és a pólógrafikát tervezte.

A forgatagra a szakmai- és közönségzavazás győzteseiről, a gránátról és a Nummulitesről készült minikiállításoknak óriási sikere volt, a vitrineknél bemutatót tartó kollégák mindkét nap megállás nélkül magyaráztak, mutogattak és beszélgettek az érdeklődőkkel, akik lelkesen faggatták őket. Az „Év ásványa” és „Év ősmaradványa” program a tervek szerint végig fogja kísérni a 2016-os évet, amelynek során több, a földtudományokhoz kapcsolódó rendezvény keretein belül tölt majd be ismeretterjesztő és a

földtant népszerűsítő szerepet. A programot a szervezők mostantól éves ciklusokban tervezik lebonyolítani.

A két napon mintegy 2200–2300 érdeklődő látogatta meg a rendezvényt. A visszatérő látogatók és kiállítók egybehangzó véleménye szerint a Földtudományos forgatagra a jövőben is nagy szükség lesz!

A kétnapos rendezvényen készült fényképfelvételek megtekinthetők a MFT honlapjáról (www.foldtan.hu) elérhető Földtudományos forgatag oldalon, illetve a következő Picasa linken: https://picasaweb.google.com/115175948992649184746/1511071108_Foldtudud_Forgatag?authkey=Gv1sRgCKD5yJjWy_a9KQ

CSERNY Tibor

A magyar földtudományi kutatók az EU H2020 expresszvonatán

A Magyar Tudomány Ünnepe keretében a MAB Bányászati–Földtudományi–Környezettudományi Szakbizottsága, a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kara és a Magyarhoni Földtani Társulat társrendezésében 2015. november 12-én Miskolcon sikerrel zajlott le a Horizon 2020 — nemzetközi műszaki földtudományi projektek a régióban című konferencia és partnerkereső fórum.

A rendezvényen résztvevett többek között TÖRÖK Dezső, Borsod-Abaúj-Zemplén megye közgyűlésének elnöke, Prof. Michal CEHLÁR, a TU Kosice BERG karának dékánja, Prof. JÁRMAI Károly, a Miskolci Egyetem rektorhelyettese, SZÜCS Péter, a ME Műszaki Földtudományi Kar dékánja, Dr. BAKSA Csaba, a Magyarhoni Földtani Társulat elnöke. A résztvevők száma meghaladta az ötvenet.

Az előadóülésem az Európai Unió átfogó Horizon 2020 kutatás-fejlesztési-innovációs keretprogramja különböző témáiban sikeres olyan pályázatok témáit mutatták be az előadók, amelyek a következő 2–3 évben részben a Műszaki Földtudományi Kar vezetésével, részben részvételével valósulnak majd meg. A Miskolci Egyetem összesen hat ilyen pályázatban nyert részt, a Műszaki Földtudományi Kar eredménye ezért is figyelemre méltó. Két pályázatban a másik társpályázó az EFG, s ezen keresztül hazai tagszervezete, a Magyarhoni Földtani Társulat. A négy eddig nyertes projekt:

KINDRA — a hidrogeológiai kutatások EU méretű adatbázisának létrehozása

INTRAW — a kontinens nyersanyag-kitermelő és feldolgozó iparának felzárkóztatására számba vehető stratégiai fontosságú eszközök, együttműködések előmozdítása;

CHPM2030 — Geotermikus-energia-termeléssel kapcsolt fémkinyerés fúrólukás módszerekkel ultra mély ércetekből (koordinátor: ME MFK);

UNEXMIN — Elárasztott bányatérsegek kutatására és feltérképezésére alkalmas autonóm robot fejlesztése (koordinátor: ME MFK).

A második részben a 2016–2017-ben benyújtható H2020 kutatási pályázatkifirásokra indítottak a szervezők partnerkeresést. A pályázatok sikerének egyik fő titka a kellő időben felvetett projekt ötlet, és a konzorcium keresés, építés. Ebben a szekcióban mutatta be az ilyen irányú innovációs projektjeit a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, valamint több kis-közepes vállalkozás. A 2016–2017-ben folytatódó pályázati ciklusban a földtudományokat az SC4 és SC5 részprogramok érintik, melyeknek részletei a munkaprogramban olvashatók: <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/draft-work-programmes-2016-17>.

A rendezvénywn készült képek elérhetők a következő linken:

https://picasaweb.google.com/115175948992649184746/151112_MTU_MAB_MFT_Miskolc?authkey=Gv1sRgCJip54XK2N3RFQ

FÖLDESSY János

„Algyő 50”

(Beszámoló a NosztalGEO 2015 rendezvényről)

Az MFT Alföldi Területi Szervezetének legnagyobb szabású éves rendezvényét, a NosztalGEO-t idén már negyedik alkalommal rendeztük meg Algyőn. A program helyszíne — a korábbi Algyői Faluház helyett — kivételesen az algyői „Jura” Ipari Park volt. A helyszínváltás ellenére azonban ebben az évben kiemelt érdeklődés övezte a rendezvényt, hiszen a résztvevők száma megközelítette a százat (91 fő). A nagy érdeklődést egyrészt a NosztalGEO kezdeményezés immár hagyománnyá válása, másrészt ez évi rendezvényünk aktualitása teremtette meg: a szakmai program az „Algyő szénhidrogén mező” felfedezésének 50 éves évfordulója köré csoportosult. Ennek megfelelően az MFT már majdnem fél évszázados Alföldi Területi Szervezete ebben az évben az MTA Szerves Geokémiai Albizottságával közösen szervezte a szakmai előadásokat, amelyek természetesen az „Algyő mező” megismeréséhez, kutatásához és termeléséhez kapcsolódtak.

Köszöntőjében Kiss Balázs megosztotta a hallgatósággal DANK Viktor (az első algyői kutak kútúzóje) gondolatait, majd a rövid nosztalgizást 8 színvonalas szakmai előadás követte.

Elsőként M. TÓTH Tivadar ismertette az Algyői-hát és környezetének metamorf kőzeteit, majd MILOTA Katalin (és mtsai.), valamint SAJGÓ Csanád (és mtsai.) előadásait hallhattuk, amelyekben szerves geokémiai megközelítésben az Algyő mező kutatásával kapcsolatos eddigi eredményeket (anyagkőzet; kőolaj geokémia: főkomponensek, nyomelemek, izotóp-geokémia, biomarkerek, migrációs modell) ismerhettük meg. A sztratigráfiai és szedimentológiai szemelvényeket MAGYAR Imre és SZTANÓ Orsolya kiváló érzékkel állította össze: előadásukban a legújabb ismeretek és az elődök (RÉVÉSZ István, MUCSI Mihály) meglátásai előtti tisztelgés ötvöződött. A délelőtti blokk zárásaként GEIGER János (és mtsai.) sziporkázó humorával élénkítette fel a hangulatot. Segítségével a szemcseméret-eloszlástól, a porüstorkon át nem csak a földtani vagyoni jutottunk el, hanem ezt követően az eseményről nem maradhatott el a szegedi halászlé és a túrós csusza sem. A kissé kései ebédet BLAHÓ János (és mtsa.) komplex előadása követte az algyői szénhidrogén telepek rendszeréről, majd PALÁSTHY György az eltelt fél évszázad tükrében rendszerezte az Algyő mező művelési technológiáit. A NosztalGEO 2015 rendezvény szakmai zárásaként SZANYI János Algyő térségének felszín alatti áramlási rendszerét ismertette, végezetül VARSÁNYI Zoltánné a kapcsolódó víztestek vízkémiai jellemzőit foglalta össze.

A szakmai nap lehetőséget biztosított kötetlen beszélgetésekre, az előadásokkal kapcsolatos kérdések megvitatására. A résztvevők összetétele (és nagy száma) alapján elmondhatjuk, hogy a területi szervezet programján változatlanul sikerült összehozni a “már régóta fiatal” (nyugdíjas, illetve senior kutató) kollégákat egymással és a “még nem olyan régóta fiatal” szaktársakkal (fiatal szakemberek, kutatók, egyetemi hallgatók). Az algyői rendezvényen a Magyarhoni Földtani Társulat vezetését CSERNY Tibor képviselte.

A rendezvényen készült fényképek elérhetők az alábbi linken: https://picasaweb.google.com/115175948992649184746/151120_NosztalGEO_Algyo50?authkey=Gv1sRgCIPZiJiCnIyaEA

RAUCSIKNÉ VARGA Andrea

Személyi hírek

Gyász hírek

Szomorúan tudatjuk, hogy Dr. DÉNES György tagtársunk 2015. április 30-án elhunyt.

HAÁZ Istvánné tagtársunk életének 90. évében elhunyt.

Dr. SOMFAI Attila, Professzor emeritus, a Miskolci Egyetem Földtan-Geofizikai Intézetének nyugalmazott igazgatója 2015. szeptember 16-án, életének 82. évében elhunyt.

Megrendülten, de a Teremtő akaratában megnyugodva tudatja a család, hogy MÜLLER Pál Mihály DSc. 2015. szeptember 13-án, életének 81. évében elhunyt.

STANZEL Antal tagtársunk hosszan tartó súlyos betegség következtében 2015. szeptember 20-án elhunyt.

Dr. FODOR Tamásné NAGY Piroska 2015. november 2-án, életének 80. évében elhunyt.

HOLLÓ Ila tagtársunk 2015. november 6-án elhunyt.

Emlékük szívünkben és munkáinkban tovább él.

Könyvismertetés

William SMITH's 1815 Geological Map

British Geological Survey 2015, ISBN 9780751837889

A British Geological Survey azzal emlékezett meg William SMITH (1769–1839), „Az angol geológia atyja” korszakalkotó földtani térképe közreadásának 200. évfordulójáról, hogy alkalmi kiadványként megjelentette az eredeti térkép digitalizált, méretében felére redukált változatát.

William SMITH eredeti térképét 1815. augusztus 1-én mutatta be Londonban, és a nyomtatott, kézzel színezett példányokat saját kézjegyével látta el. A térkép címe: „A Delineation of the Strata of England and Wales, with Part of Scotland; exhibiting the Collieries and Mines, the Marshes and Fen Lands originally overflowed by the Sea, and the Varieties of Soil according to the Variations in the Substrata, Illustrated by the most descriptive Names by W SMITH”.

Méltán kiérdemelheti a leghosszabb című földtani térkép rangot, de tömörítve benne van a térkép tartalmára vonatkozó valamennyi információ. Első helyen az, hogy a földtani tartalom egész Angliára, Walesre és Skócia egy részére, a déli szegélyre terjed ki.

A földtani tartalmat SMITH a „Strata” szóval adja meg, ami mai

fogalmaink szerint „képződményt” jelent, közelítve a litosztratiográfiai alapú „formáció” fogalomhoz, annak formális definíciós kritériumai nélkül. A földtani tartalom a jelzett, több mint 150 000 km²-nyi területet folyamatosan kitölti, így joggal nevezhetjük a világon az első országos földtani térképnek.

További jellemzője a térképnek, ami megkülönbözteti a korábbi, litológiai alapú, részterületekre vonatkozó előfutáraitól, hogy a képződményeket kőzetanyaguk és főleg ősmaradványtartalmuk alapján szigorú, települési helyzetüknek megfelelő időrendbe sorolta, és megkülönböztető névvel látta el. Ezek közül több mint a „Great Oolite”, „Purbeck Stone”, „Chalk”, „London Clay” ma is ismerősen cseng.

A földtörténeti korbeosztás kidolgozása a következő évtizedek eredménye lesz, pontosítása napjainkban is tart, így SMITH csak a saját tapasztalatai alapján megszerzett relatív időbeosztást alkalmazhatta. Ezzel megteremtette a rétegtani alapon nyugvó földtani térképkészítés módszertanát! A térképen található, 23 képződményt tartalmazó jelmagyarázat, és a látványos, kissé túl magasított szelvény tartalma összhangban van a térkép készítési elvével. A reprint kiadvány készítői hűek maradtak az eredeti térkép színvilágához. SMITH saját, egyedi elképzelése szerint a képződményeket a természetben található kőzeteik színével ábrázolta, eltérően a mai, kor szerinti színezés alapelvétől.

A térképi tartalomhoz hozzátartozik a címben is jelzett, művelés alatt levő bányák jelölése, köztük a szén-, ólom-, réz-, cink-előfordulások, amik a 19. század kezdetén javában zajló ipari forradalom alapvető nyersanyagigényeinek kielégítését szolgálták.

Az eredeti térkép méretaránya az angol mértékegység szerinti „5 miles to the inch”, átszámítva: 1:312 000, mérete ennek megfelelően hatalmas, 267×188 cm.

A nyomtatott korabeli nyomdatechnikának megfelelően rézmet-szerű nyomólemezeken készült, és a lapokat utólag illesztették össze. Említést érdemel a nagyszerű topográfiai alap készítője, John Cary, a kor legnevesebb angol kartográfusa, SMITH üzlettársa, barátja. Neve a térkép alján található kolofonban szerepel.

A Brit Földtani Szolgálat által közreadott térkép az eredetinek mintegy felére kicsinyített változata, 133×93 cm méretű, egyetlen lapon nyomtatva, méretaránya: „10 miles to the inch”, átszámítva: 1:625 000.

William SMITH több évtizedes terepi megfigyeléseinek, munkáján alapulva, saját intuícióit követve, előzmények és példák nélkül alkotta meg művét, amit a digitális korig terjedő modern tematikus kartográfia kiinduló pontjának tekinthetünk.

BREZSNYÁNSZKY Károly
