

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 morfosztratigráfiai 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 teraszfelszínt 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.

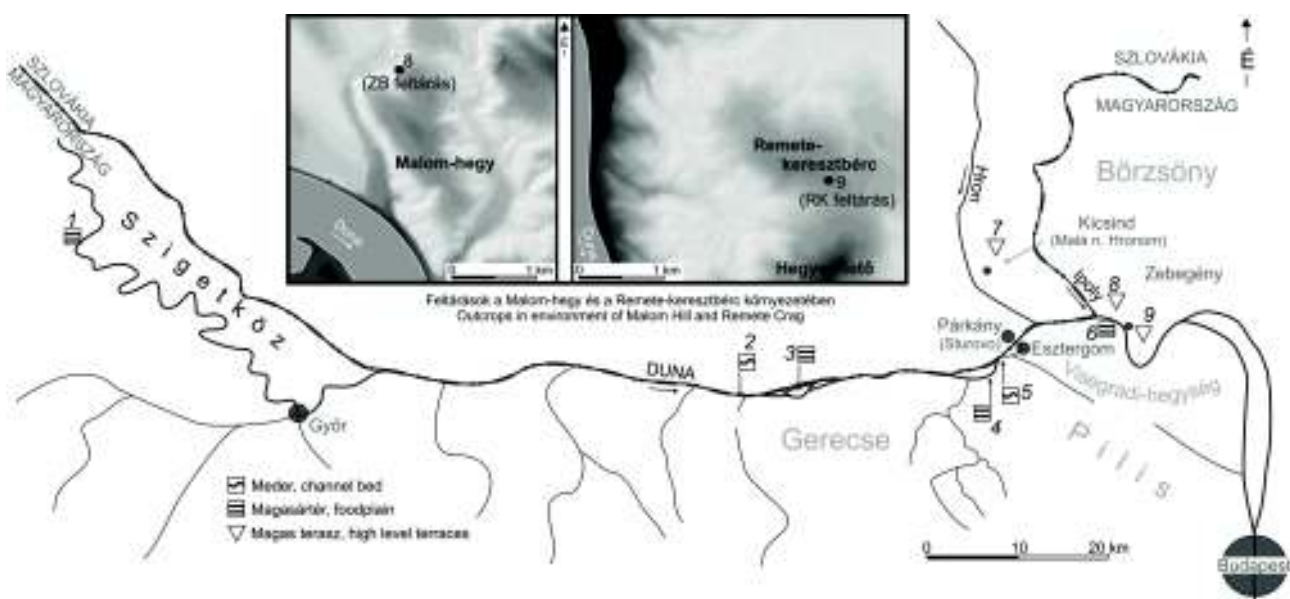
Jelen kutatásunk során tehát alapvető célunk a Remete-keresztbérc (PÉCSI szerint VI. és VII. terasz) környezetében, illetve a Malom-hegy (PÉCSI szerint IV–V. terasz) környezetében lévő magas helyzetű „terasz kavicsok” miocén vagy dunai felhalmozódásának meghatározása.

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

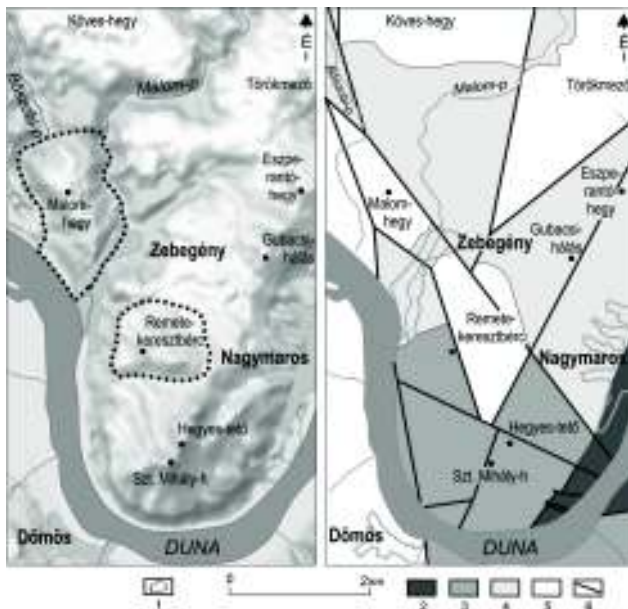


1. ábra. A kutatási terület vázlatos térképe a mintavételi helyek feltüntetésével

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

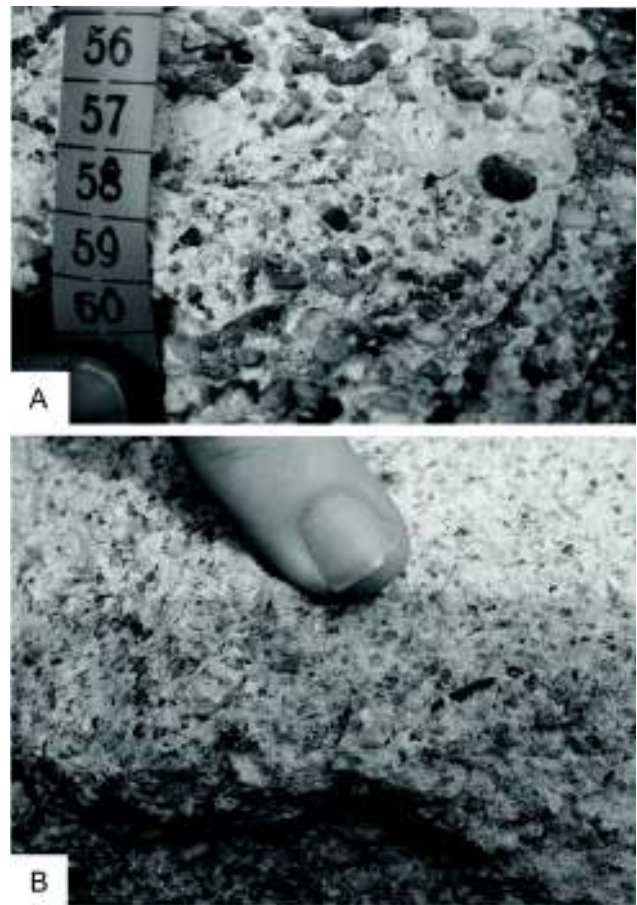
Figure 2. Topographical and geological map of research area. Based on KÖRPÁS & CSILLAGNÉ (1998), KARÁTSON et al. (2006) és KARÁTSON (2007).

Legend: 1 – Research area; 2 – Lower Miocene rocks; 3 – Visegrád 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 Köves-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-törmelék 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 szöveteleg nem teljesen homogén. Főleg az oldott

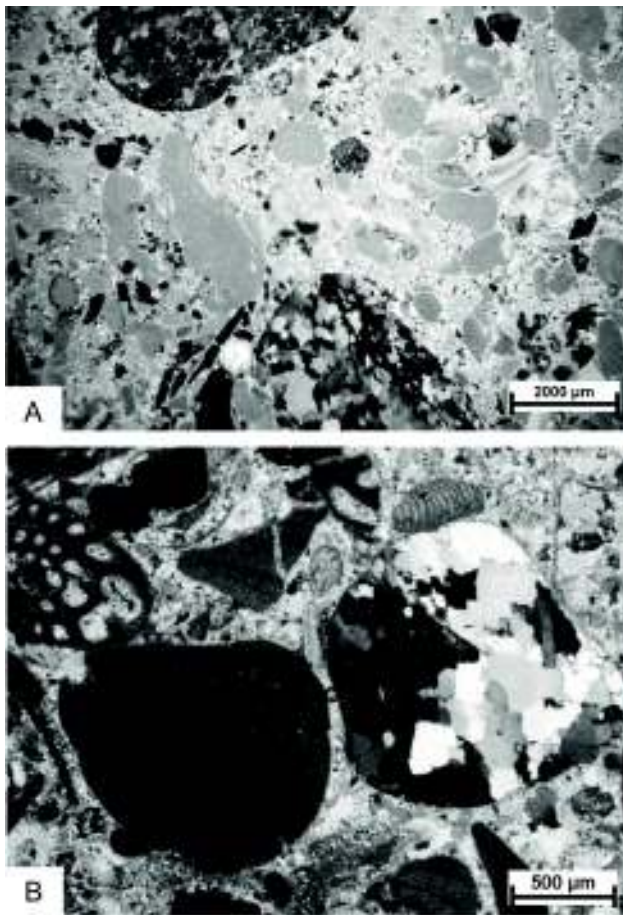


1. kép. A Lajtai Mészko kavicsos kifejlődésének makroszkópos képe. A – Osztályozatlan szemcsék (zebegényi mészko bányája), B – Jól osztályozott szemcsevázú kőzet rész (Kicsind, Köves-tető - Malá nad Hronom, Kamence).

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 szembe tűnő, 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 kvarckvarcit 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 extraklasztok elvesztésével is járhat, ezért az ezekre vonatkozó információkat az értékelés során, a Lajtai Mészkő szálkőzet vékonycsiszolatainak vizsgálatával ellenőriztük).

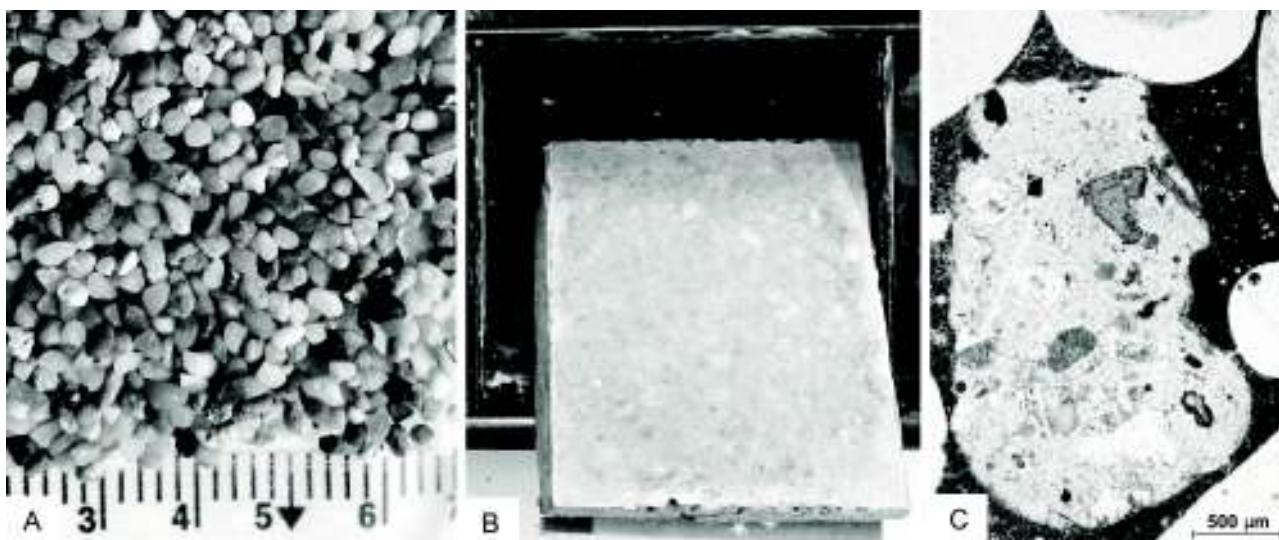
A kavicsanyagot száraz, majd nedves, végül megint száraz módszerrel 2–3 mm-es mérettartományra szitáltuk le. A kavicsokból portland cement segítségével mesterséges, szemcsevázú konglomerátum-betontéglákat hoztunk létre. Ennek elkészítéséhez 20 ml-es edénybe kimértük a

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

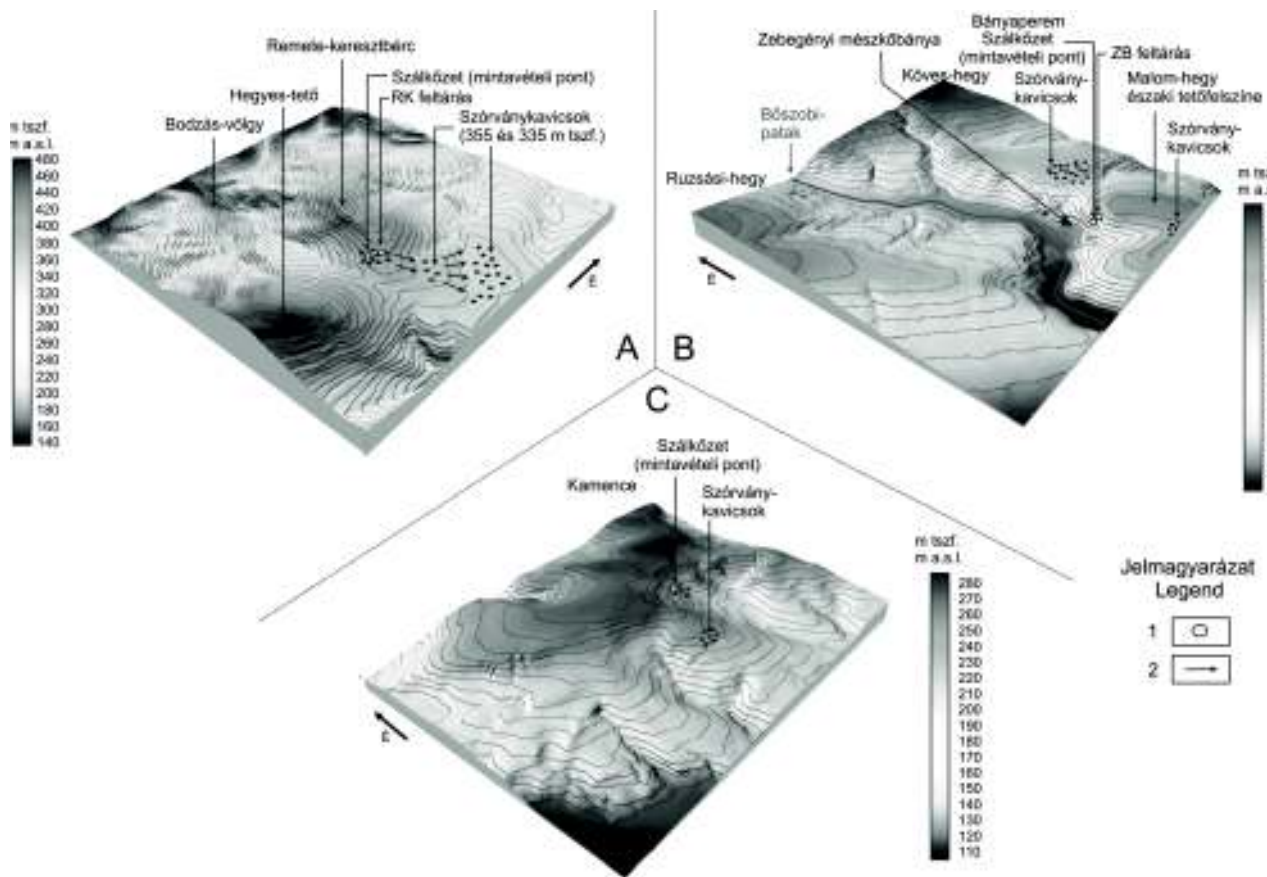


3. kép. Darakavics módszer fontosabb fázisai. A – leszitált kavicsok, B – Mesterséges konglomerátum, C – Vékonycsiszolat
Picture 3. Most important phases of fine grained pebble examination. A – Separated pebbles, B – Artificial conglomerate, C – Thin section

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, Köves-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

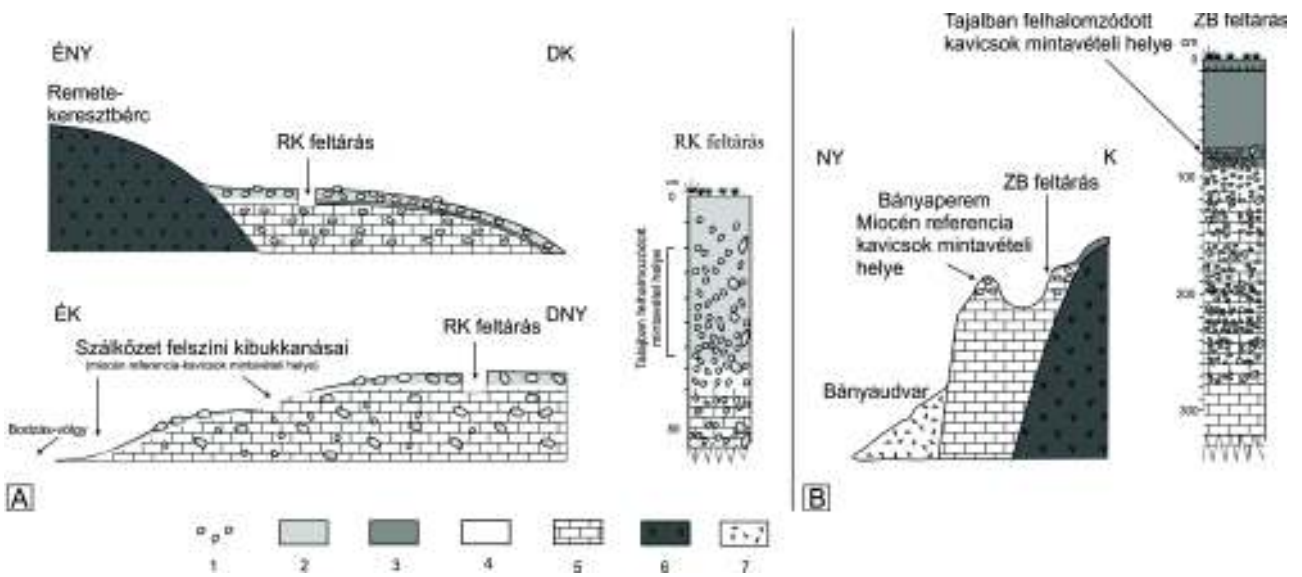
A PÉCSI (1959) által megadott magas szintek közül csak Remete-keresztbérc és a zebegényi mészkőbánya esetében lehetett közvetlenül a felszínről és a talajból elegendő mennyiségű kavicsmintát gyűjteni a darakavics-vizsgálatokhoz. Ezekhez feltárásokat létesítettünk, melyek jól mutatják a kavicsok és azok fekvésében 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 kavicsos telepe. Itt létesítettük az RK feltárást (3. ábra, A. és 4. ábra, A).

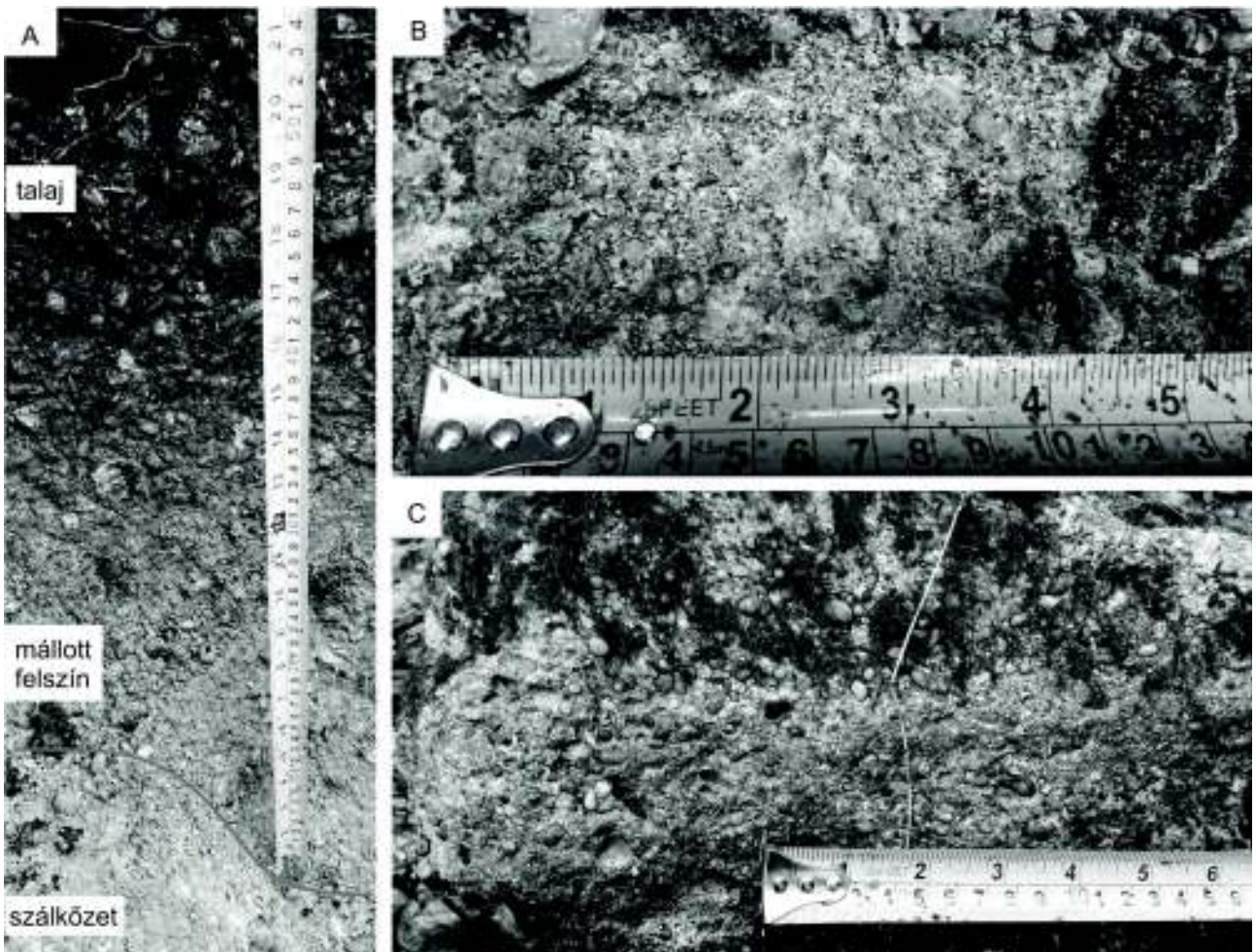
A remete-keresztbérci feltárásban a 80 cm mélyen található fekvő, a Lajtai Mészke Formáció kavicsos rétege figyelhető meg. A mészkő felső mállott része (80–65 cm) könnyen porlik (felfelé növekvő mállottsági fok), a 0,2–15 cm átmérőjű kavicsok kiforgathatók (4. kép, A, B). 65–20 cm-ig az eróziós felszín 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 szalkőzet nagyított képe, C – A völgyoldali helyzetű szalkőzet kibukkanása
 Picture 4. RK outcrop. A – layers of outcrop, B – Zoom to bedrock, C – Basset of bedrock in valley side

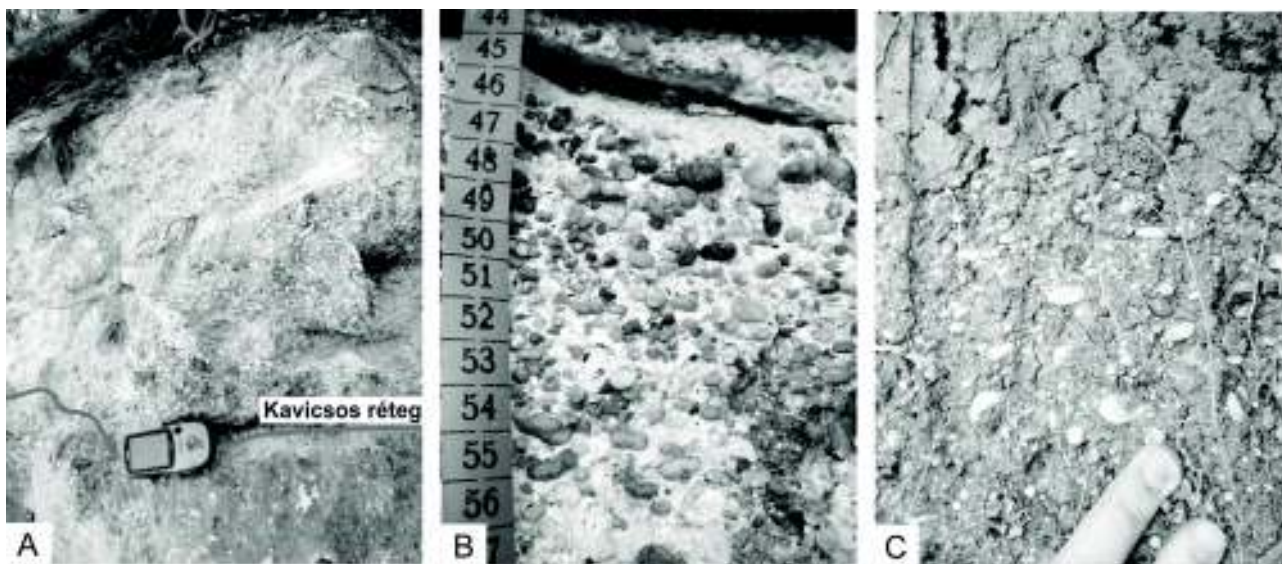
cén kavicsok referenciamintái. A felszíni kibukkanások helyzete alapján a Lajtai Mészke kavicsos rétegének vastagságát legalább 5–8 méterre becsüljük.

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.

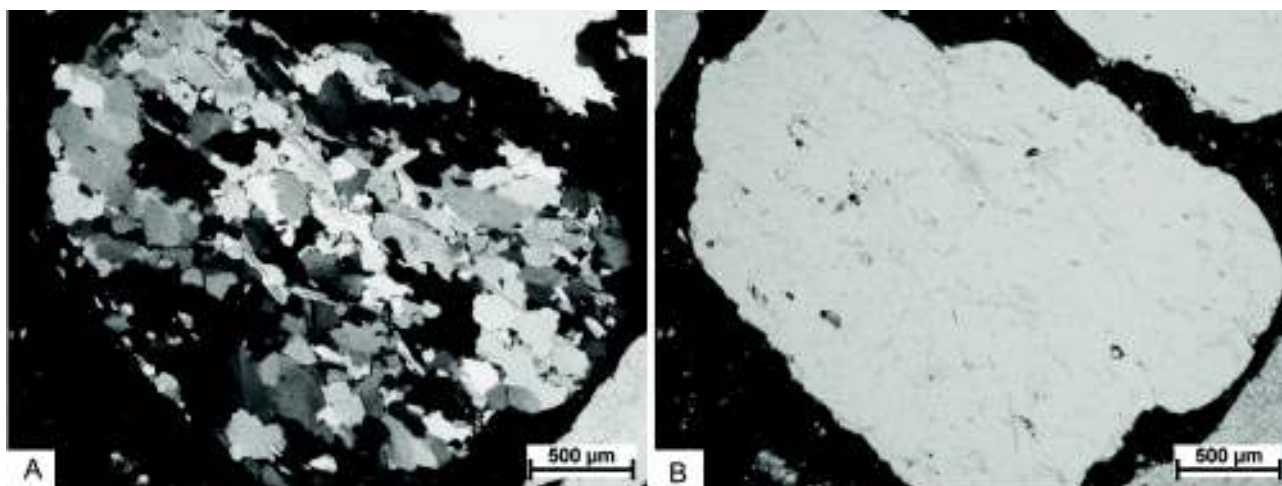
A petrográfiai vizsgálat összesített eredménye

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.

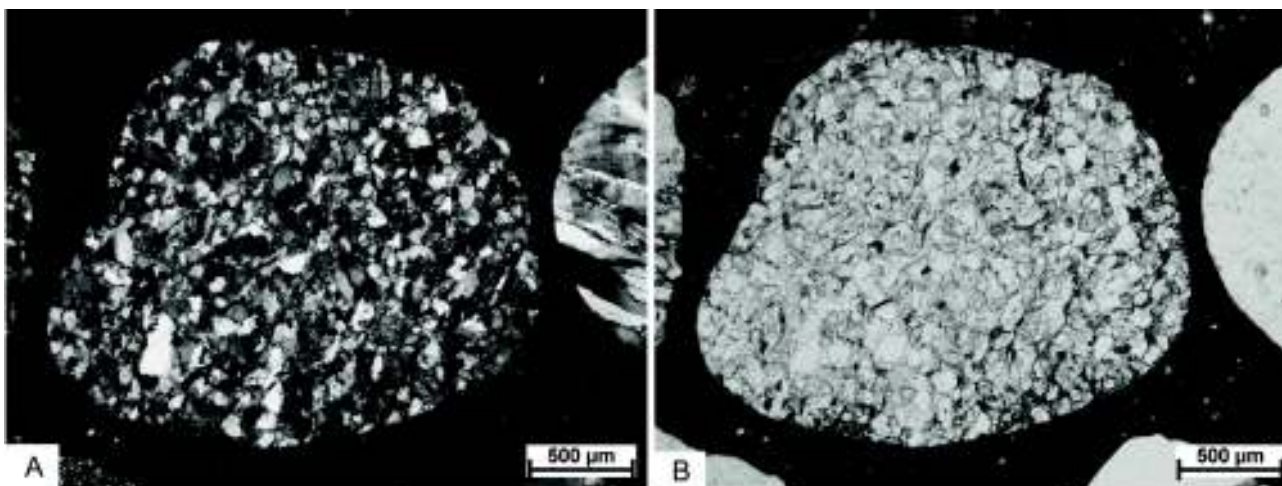
A mészkezeteknek 2 fő típusa van:

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, sávos, ooidos stb.) jelenik meg. Ósmaradványt 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.

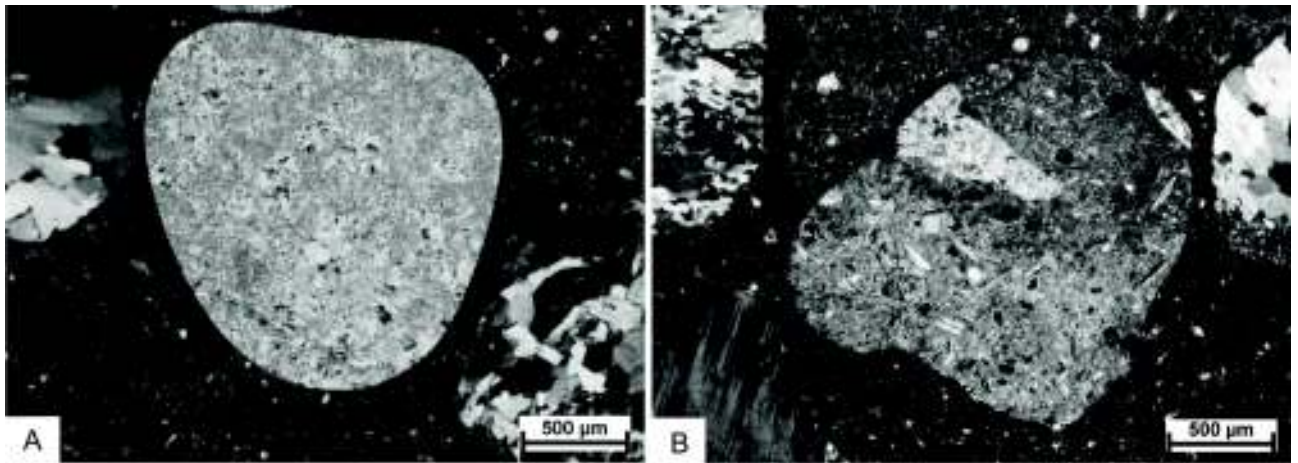
2. Jól, de az előző mészkőtípusnál kicsit gyengébben koptatott. Ritkán pátitos, gyakrabban miropátitos mikrites karbonátanyagot tartalmaz, amely esetenként egy nikollal világos sárgás vörösesbarna színű, valószínűleg a finomeloszlású limonit- és egyéb szennyező ásványanyag-tartalom miatt. Ritkán az alapanyag 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.

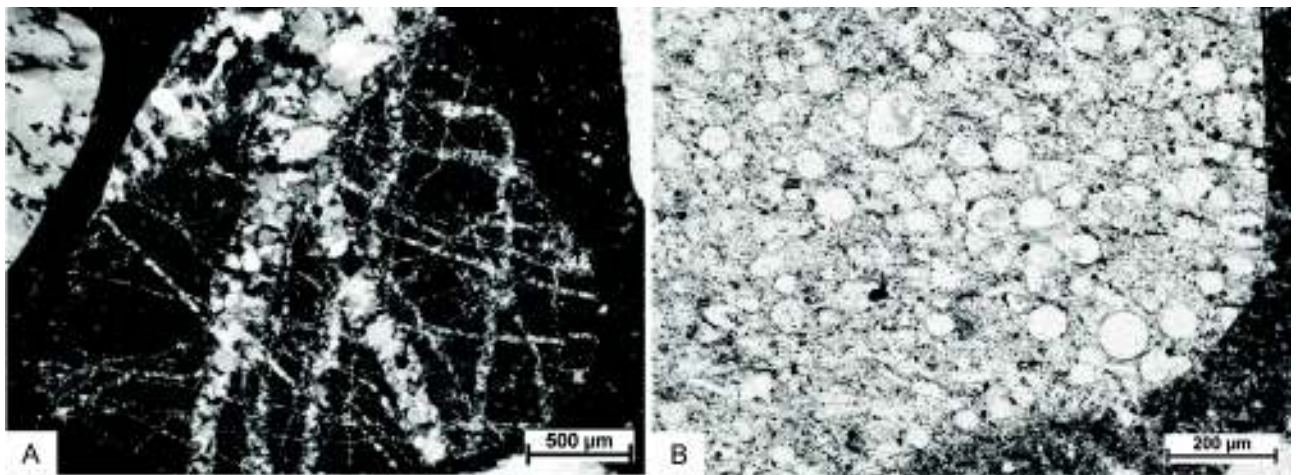
Vízi élőlények nagyméretű önálló mészvázttöredékei gyakran megfigyelhetők a Duna-menti hordalékok vékonycsiszolataiban. Ezekről nem mindig dönthető el egyértelműen, hogy recens dunai, vagy esetleg kainozoos eredetűek-e.

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, sugárállatkákat 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 ósmaradvány mentes mikro- és kriptokvarcitokat is ide soroltuk. Ennek a kőzettípusnak egyaránt van a „miocén csoportra” és a „dunai csoportra” jellemző fajtája (az összehasonlításnál részletezve).

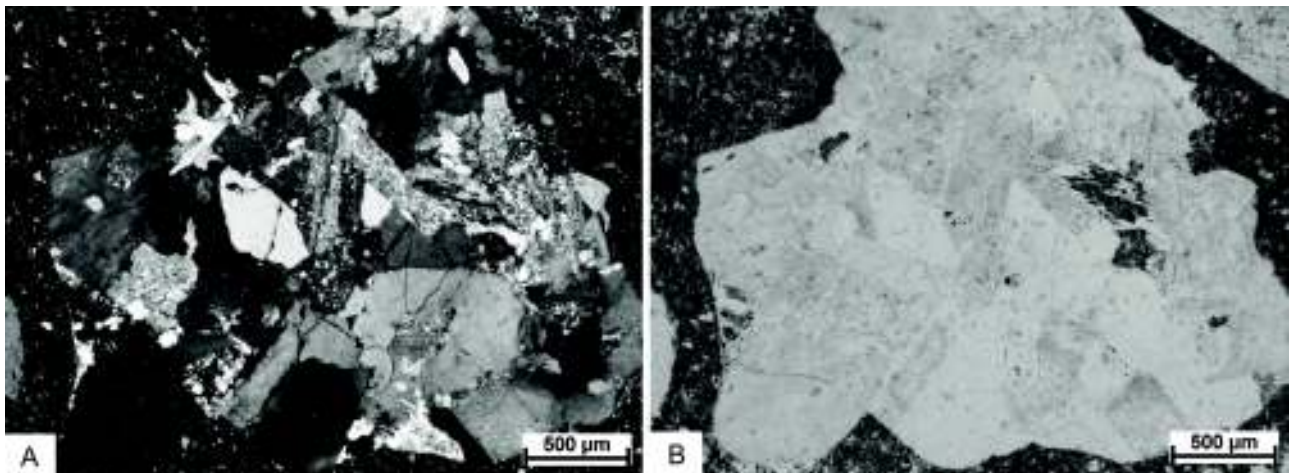
A granitoidok (10. kép) teljes kőzetként ritkán mutat-



8. kép. Mészkőzetek jellemző vékonycsiszolati képe Pilismarótról (+N) A – mezozoos jellegű mészkő, B – kainozoos jellegű mészkő
 Picture 8. Typical thin sections of Limestones from Pilismarót (+N). A – meozoic 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 pleokroos allanit ritkák. Ez a kőzettípus a „miocén csoportra” és a „dunai csoportra” egyaránt jellemző.

A vulkanitok közül három fő típus ismerhető fel:

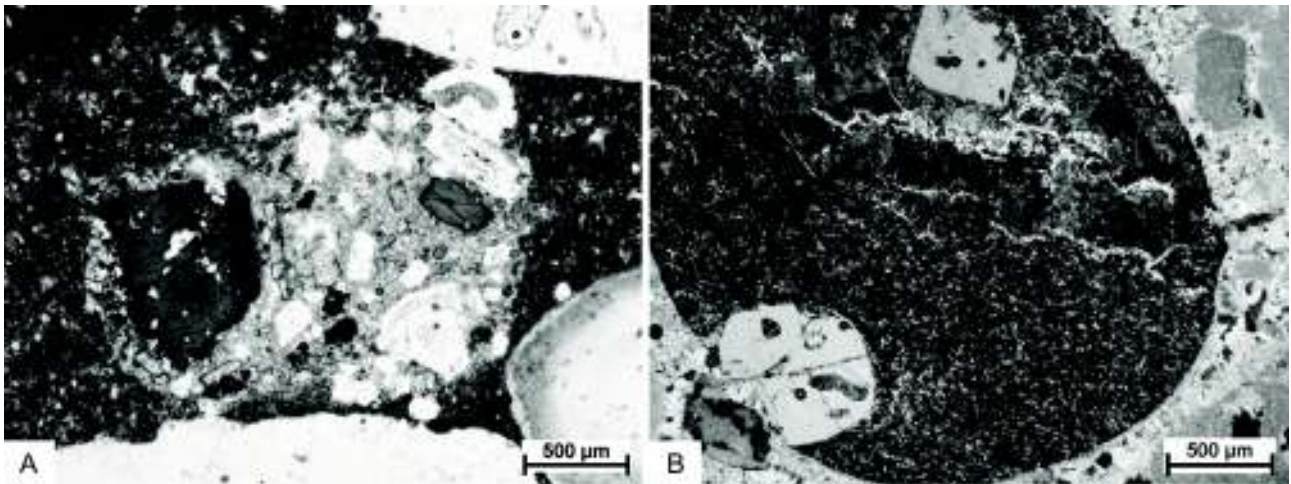
1. *Porfíros szövetű andezit*. (11. kép, A). Szemcséi rosszul koptatottak. Alapanyaguk erősen átalakult kőzetű, de gyakori a teljesen kristályos alapanyagú változat is. Nagyméretű porfíros elegyrészei a viszonylag üde, erősen zónás plagioklász és az általában erősen átalakult színes elegyrészek (opacitós 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.

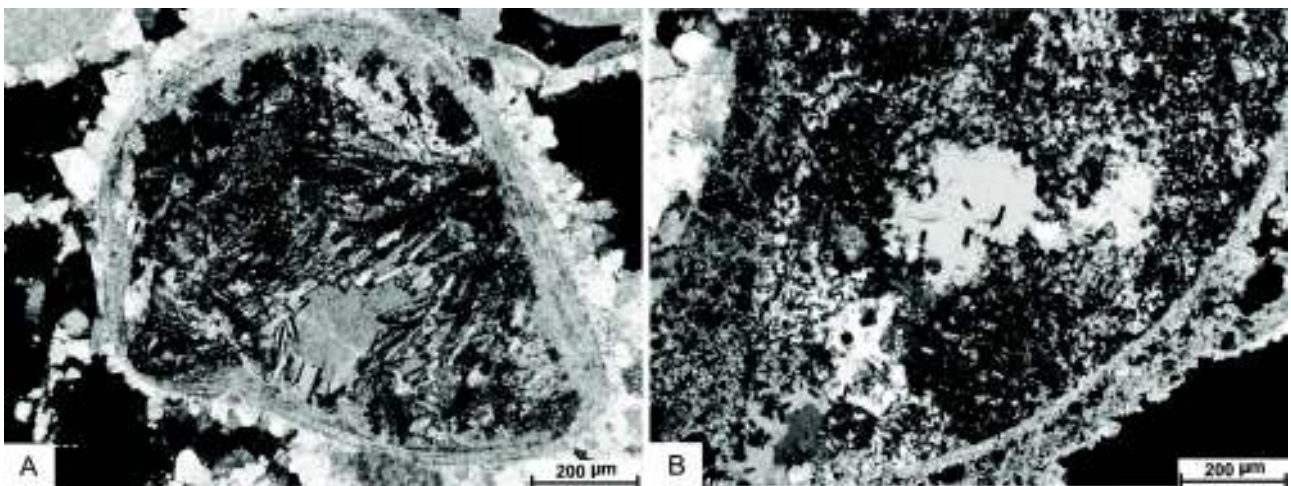
3. *Szubvulkáni teléreként értelmezhető felzites, mikroikilit szövetű riolit*. A kőzet kevés porfíros elegyrészt tartalmazó durva szemcsés alapanyaggal jellemezhető szövetében a mozaikot adó kvarcból vékony földpátlécek ismerhetők fel (12. kép). Ez a kőzettípus kizárólag a „*miocén csoportra*” jellemző.

A vizsgált törmelékanyagok önálló ásványszemcséket 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 kvarcsemmek, 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-keresztbécéről (+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-keresztbécéről (+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%), homokkővek (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 homokkővek*, 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 homokkővek*, 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

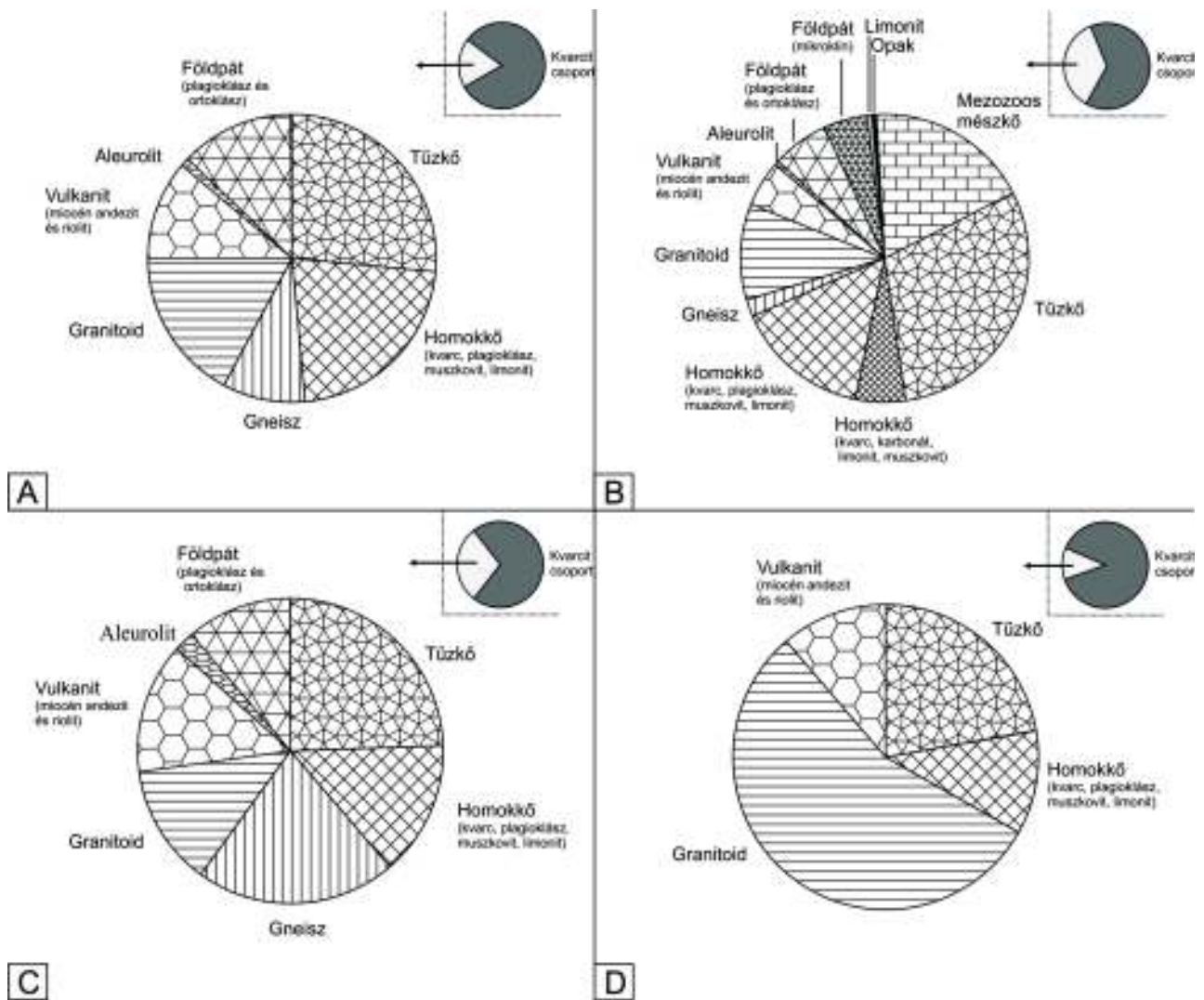
Az egyes kőzettípusok részletesebb vizsgálata (például szöveti jellegzetességek) alapján további eltérések is felismerhetők a „*dunai*” és a „*miocén*” csoport között.

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 szivacsstű tartalmú 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-keresztbércnél 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%), homokkővek (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 kvarcittcsoport 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 kvarcittcsoport túlnyomó többsége (87,9%) jellemzi. Ezek mellett jelen vannak a tűzkövek (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 tűzköveket kerültek elő, illetve egyértelműen kimutatható a poikilitos szerkezetű riolit is.

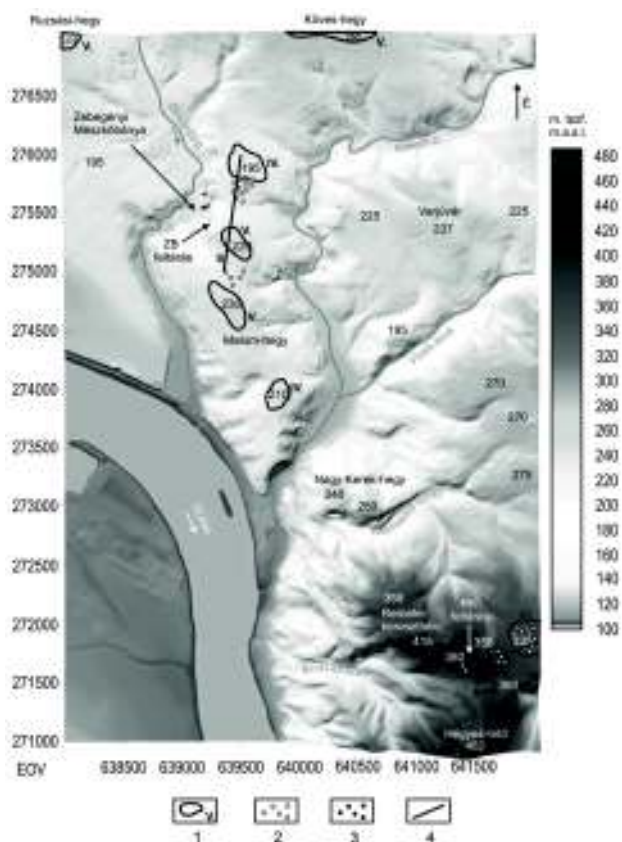
A ZB feltárás esetében egy nagyon érett kavicsanyagról van szó, amely ásvány-kőzetösszetétele alapján eléggé egyveretű, nem hasonlítható jól egyik referencia mintához sem. A részletes vizsgálat során előkerült kőzettípusok jellegze-

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).

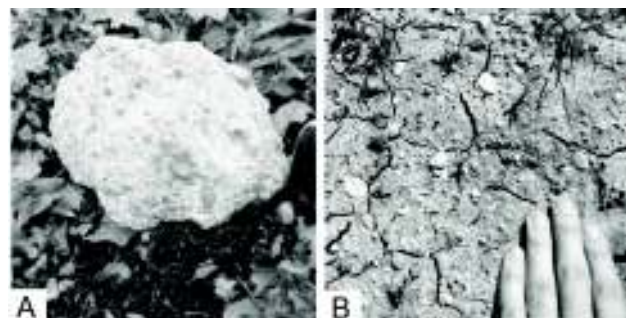
felszínnek jelennek meg. A nagyobb egységek között és helyenként azok oldalában (190–200 m tszf.) felszínnek találhatók. A tetőhelyzetű és a völgyoldali felszínnek a PÉCSI-féle nomenklátúra szerint a IV. és V. teraszok szintjeiben helyezkednek el.

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. teraszhoz 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 mészkövön kialakuló talajban a mállási képesség és a pedogenezis miatt halmozódtak fel. A szálkőzetből kimállott és talajban felhalmozódott kavicsok áthalmozódás 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 felszíneken 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.)

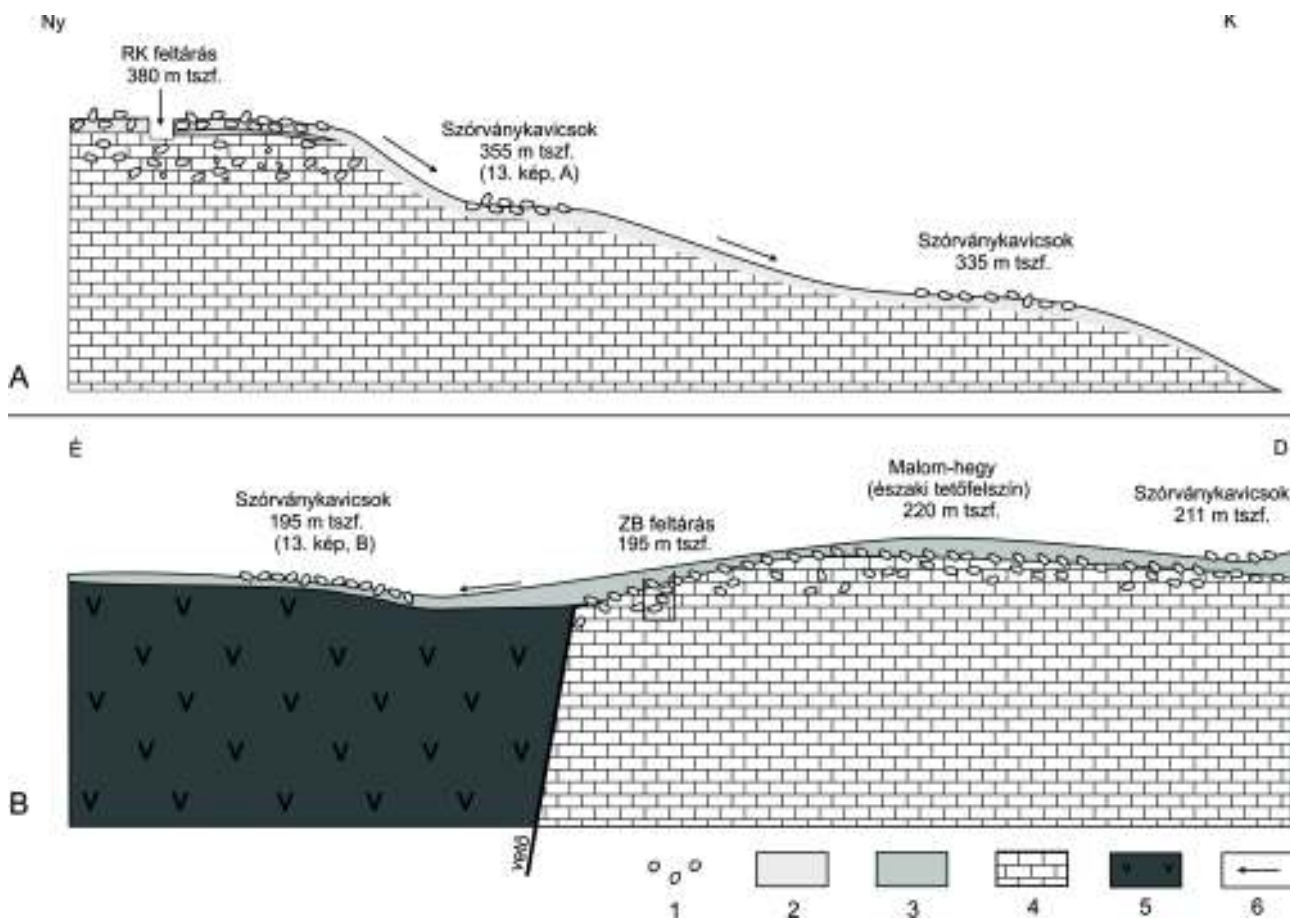
Picture 13. Pebbles of study area. A – Pebbles on lag surface of Malom Hill (195 m.a.s.l.), B – Pebbles and debris of gravelly Limestone on lag surface of Remete Crag (335 m.a.s.l.)

anyagának az áthalmozódott 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 áthalmozódással 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.

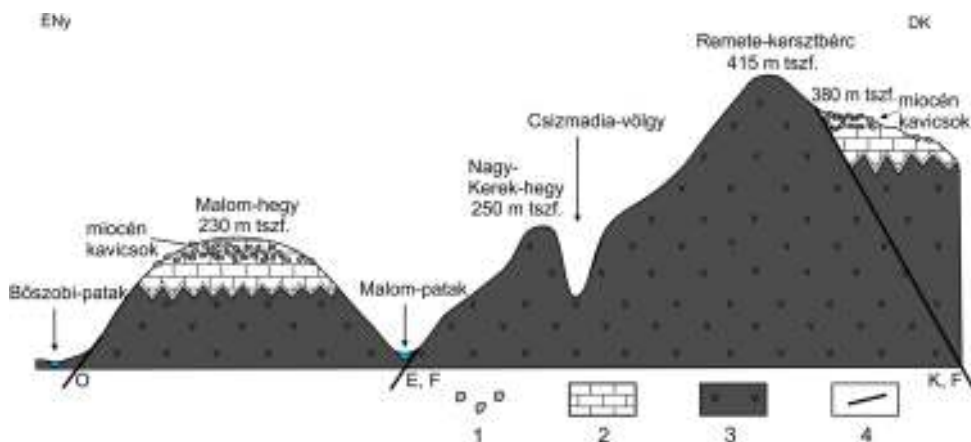


7. ábra. A Remete-keresztbérc (A) és a Malom-hegy felszínén (B) települő szórványkavicsok helyzete
 Jelmagyarázat: 1 – Kavicsok, 2 – Talajszint a Remete-keresztbérc környezetében, 3 – Talajszint a Malom-hegy környezetében, 4 – Lajtai Mészkö, 5 – Vulkáni kőzetek, 6 – Áthalmazódás iránya

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: *Börsönytől 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.

