Földtani Közlöny 128/2–3, 499–518 (1998) Budapest

A Kisalföldi és a Gerecse-peremi Duna-teraszok nehézásvány vizsgálata

Heavy mineral analyses of the Danube-terraces of the Gerecse-margin and the Little Hungarian Plain, Hungary

CSAPÓ László[1]

(8 ábra, 2 táblázat)

Abstract

The interpretations of the formations of the Danube in the Little Hungarian Plain, and Gerecse-margin are not homogeneous. The different models are not convincing enough to identify the outcrops and the terraces. To explain the geological formations of the area this study summerises the micromineralogical peculiarities of the gravel outcrops of the region.

The outcrops of the young terraces (II/a–II/b) of the Little Hungarian plain show little variety of heavy mineral distributions, while the older (terrace IV.) formations are different and can be characterized by a lower content of garnet.

The differences among the heavy mineral spectra were formed during the preparation. The weight of the magnetic fractions of the samples have crucial effect upon the result of the analyses. On the basis of this fact it can be stated that – in the Danubian sediment of the area – the differences between the younger terraces and the terrace IV., and older gravel levels, are due to the different weight proportion of the magnetic fractions. This means a lower quantity of garnet in the heavy mineral spectrum. The reason for these differences is probably the fact that II/a–II/b and IV–VI terraces are partly from different source areas. At the time (Early Pleistocene) of the deposition of IV, and older gravel levels, the deposits of the others rivers (for example from the Carpathians) played a big part in sedimentation.

Inside the area analysed, the most varied developments appear on the border of the Gerecse Mountains. Taking into account the effect of the river Danube in Gerecse, we can distinguish 3 areas: the northern margin of the Gerecse, the western margin of the Gerecse, and the Lábatlan region. The northern margin of the Gerecse reflects a strong Danubian effect (i.e. they reflect a similar pattern to II/a–II/b terraces in the Little Hungarian Plain). The terraces in the Lábatlan region have a combination characteristic of Gerecse Mountains, the heavy mineral spectrum of the western margin of the Gerecse is the same as the outcrops of the terraces (IV–VI) of Győr-Tata.

The outcrops of the catchment area of the Által-ér bordering the western side of Gerecse Mountains are heterogeneous, while the micromineralogical peculiarities of the upper and the lower regions are significantly different. This is probably due to the fact that the upper region has been affected by the Oligocene–Miocene formations (Csatkai F.) of the Vértes Mountains, while the lower region – showing a high content of magnetite, ilmenite - has been affected by the Cretaceous clastic formation (Lábatlan F.) of the Gerecse Mountains.

Manuscript received: 10. 09. 1998

[1] Nyugat-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség, H-9700 Szombathely, Vörösmarty u. 2.

Összefoglalás

A Duna kisalföldi és Gerecse-peremi képződményeinek értelmezése nem egységes, a különböző modellek nem adnak megnyugtató megoldást a feltárások és a teraszok beazonosításához. E munka keretében összefoglalásra került a terület kavicsos feltárásainak nehézásványspektruma, mely segítséget nyújt a terület földtani képződményeinek értelmezéséhez.

A kisalföldi fiatal teraszok (II/a–II/b.) feltárásainak nehézásványösszetételei egymáshoz igen hasonlóak, az idősebb (Győr–Tatai teraszvidék IV–VI.) teraszai ezektől eltérnek, lényegesen alacsonyabb gránáttartalommal jellemezhetők. Ezen nehézásványspektrumok közti különbségek már a mintaelőkészítés folyamán kimutathatók, a minták mágneses frakcióinak tömege döntő módon befolyásolja a nehézásványvizsgálat eredményét. Ennek alapján megállapítható, hogy a terület dunai üledékei közül a fiatalabb teraszok (II/a–II/b.) és a IV–VI. sz. terasznak tekintett kavicsszintek közti eltérést a frakciók tömegeloszlása közti különbség okozza, mely a nehézásványspektrumban kevesebb mennyiségű gránátot jelent. Az eltérés valószínű oka, hogy a II/a–II/b. és a IV–VI. teraszok részben eltérő lepusztulási területről származnak. A IV. sz. és ennél idősebbnek tekintett kavicsszintek lerakódása idején egyéb (pl. kárpáti) folyók üledékei nagyobb szerepet játszhattak az üledékképződésben.

A vizsgált területen belül a legváltozatosabb kifejlődések a Gerecse peremén jelentkeznek ("közelhegységi hatás"). Ezen belül a dunai hatás mértékét figyelembe véve három terület különíthető el: Gerecse É-i perem, Gerecse Ny-i perem, Lábatlan környéke. A Gerecse É-i előtere erős dunai hatást tükröz (hasonlít a kisalföldi II/a–II/b. teraszokhoz), a lábatlani terület teraszai a Gerecsére jellemző összetételűek (törmelékes kréta). A Gerecse Ny-i előterének nehézásványspektruma azonos a Győr–Tatai teraszvidék (IV–VI.) feltárásaival.

A Gerecse Ny-i oldalát határoló Által-ér vízgyűjtő feltárásai heterogének, lényegesen eltérnek az alsó és felső szakaszának mikrominerológiai jellemzői. Ez valószínűleg annak következménye, hogy a felső szakasz a Vértes oligomiocén (Csatkai F.) képződményei, míg az alsó szakasza – magas magnetit-ilmenit tartalom – a Gerecse kréta törmelékes kifejlődés (Lábatlani F.) hatása alatt áll.

Bevezetés

Magyarország legismertebb, legtöbbet vizsgált és legtöbb problémát felvető teraszvidéke a Duna kisalföldi és Gerecse-előtéri teraszrendszere. A közel nyolcvan éves kutatási időszak alatt a kutatási módszerek bővülésével a területről eltérő értelmezések keletkeztek.

CHOLNOKY (1925) az üledékek térbeli elhelyezkedése alapján két Duna teraszt különböztetett meg. Az 1920-s években előtérbe került Duna-völgyi kutatások során KÉZ (1934a, 1934b) a Duna Győr–Budapest szakaszáról öt átmenő teraszt ismertetett. SZÁDECZKY-KARDOSS (1938) kisalföldi munkájában hat teraszt vélt kimutathatónak. PÉCSI (1959) a Duna Gerecse-előtéri szakaszán hét, a kisalföldi szakaszán kettő, az átmeneti területeken kettő-öt teraszt különített el.

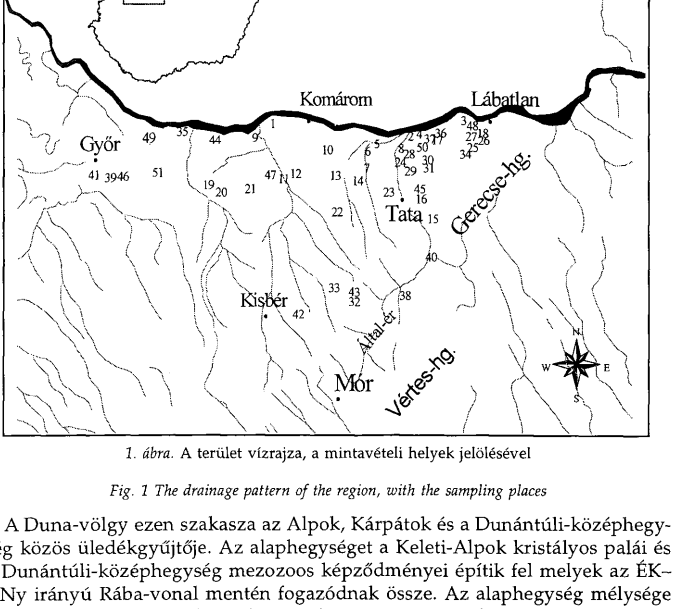
A Magyar Állami Földtani Intézetben a kilencvenes évek elején indult DANREG program keretében a területet újratérképezték, ennek során az elméletek közti eltérés, mint gyakorlati probléma jelentkezett. Nehéz a feltárások és a teraszszámozás egymáshoz rendelése (pl. a 17. sz. feltárás PÉCSI szerint a IV. sz. teraszhoz, HAHN szerint a III. sz. teraszhoz, MOLDVAY szerint a II/b. sz. teraszhoz tartozik (HAHN 1972), a lepusztulás miatt a gyengén fejlett teraszrendszerek igazolása, a nyolcvanas évek végén végzett kutatások eredménye-

inek (HAHN 1989; KROLOPP 1991) keretbe illesztése, ezeken keresztül kérdéses a modellek megalapozottsága.

Ezen problémák megoldásához, a terület földtani képződményeinek értelmezéséhez szükséges vizsgálatok keretében készült el a különböző teraszok nehézásványvizsgálata.

Földtani felépítés

A vizsgált terület a Duna jobb partján Győr és Lábatlan között helyezkedik el, déli határa a Dunántúli-középhegység északi előterében húzható meg (*1. ábra*).



1. ábra. A terület vízrajza, a mintavételi helyek jelölésével

Fig. 1 The drainage pattern of the region, with the sampling places

A Duna-völgy ezen szakasza az Alpok, Kárpátok és a Dunántúli-középhegység közös üledékgyűjtője. Az alaphegységet a Keleti-Alpok kristályos palái és a Dunántúli-középhegység mezozoos képződményei építik fel melyek az ÉK–DNy irányú Rába-vonal mentén fogazódnak össze. Az alaphegység mélysége a neogén üledékképződés súlypontjában a 8000 m mélységet is meghaladja (NEMESI et al. 1994), a Komárom–Pápa vonalban hozzávetőlegesen 1000 m mélységben húzódik, majd a Dunántúli-középhegységben felszínre bukkan. A terület DK-i része az oligocén folyamán megsüllyedt és az alaphegységre több száz méter vastag limnikus-fluviális durvatörmelékes sorozat települt (Csatkai F.).

A Kisalföld medencéje (északi rész) az alsó-miocénben (Paratethys) jött létre (VASS et al. 1990), majd fokozatosan dél felé terjeszkedett. A szarmata végén (12 millió év) a Pannon-medence elveszítette összeköttetéseit a világtengerekkel, kialakult a Pannon tó, mely mintegy 7 millió éven át létezett. A pannon során nagyvastagságú agyagos–homokos üledéksor képződött, a partmenti sávokon alapkonglomerátummal. A tó a pliocén elejére teljesen feltöltődött, végső feltöltésében a folyók (Duna, Morva, Vág, Garam, Zsitva, Nyitra) is részt vettek (keresztrétegzett homokos rétegsorok). A Duna a pliocén végén a Gerecséig kiterjedően jókora hordalékkúpot épített (A Gerecse központi része a Pannon tó legnagyobb kiterjedése idején is szárazulat volt) és bevágódott a Visegrádi szorosba, részben elrombolva a Ny-Kárpátokból eredő folyók hordalékkúpját. Korábban SZÁDECZKY-KARDOSS (1938) a pliocén végén a Duna déli folyását valószínűsítette, a Dunának tulajdonított kavicsoknak (Billege) azonban pannon fedője van (HAHN 1989; PÉCSI 1991), így a Duna déli folyása nem bizonyítható. A Duna teraszainak kialakulása kora-pleisztocénban következhetett be (MOLNÁR P. 1995) miután a Kisalföld a pleisztocén folyamán végig süllyedt, míg a Győr–Tatai teraszvidék a süllyedésből kimaradt.

Terasznak azokat az egykori folyóvízi völgytalpakat tekintjük, melyek a folyó jelenlegi völgytalpánál magasabb helyzetben találhatók és általában inverz sztratigráfiával jellemezhetők (Győr környékén a feltárások (41, 39, 51) szerint még normál sztratigráfia érvényesül). Az elméletek szerint terasz tektonikai és/vagy klimatikus okok miatt keletkezhetett. Az éghajlati változások – melyek glaciálisokban és interglaciálisokban fejeződtek ki – jól egybevágnak a Föld pályaelemeinek változásaival (MILANKOVICH 1930; BACSÁK 1955).

A teraszképződés klimatikus elmélete szerint az eljegesedések alatt a folyók völgyei törmelékkel feltöltődnek, melyből az interglaciálisok idején a megnövekedett vízmennyiség nagyobb eróziós munkája teraszt alakít ki. A teraszok morfológiailag markánsan jelentkeznek, ha a klímaváltozást megelőző szakasz hosszú. Teraszokat csak jelentős vízhozamú folyók alakítottak ki, a kisebb vízfolyások (Által-ér) reagáltak ugyan az éghajlatváltozásra, de a feltöltött völgyhálózatukból nem vésték ki völgyeket, hanem a kéregmozgásoknak megfelelően más területre helyezték át medrüket (MIKE 1991), ugyanakkor PÉCSI (1973) szerint az Által-ér öt teraszos völgyet alakított ki.

A teraszok Győrnél, a Kisalföld medencéjének peremi vetőjénél jelennek meg és Budapest déli részéig nyomozhatók, Győrtől Gerecséig széles sávban. PÉCSI (1959) szerint a legidősebb kavicsszintek (29, 30, 31) egy-egy feltárásban jelennek meg és csak a hegységi szakaszon. KROLOPP (1991) vizsgálatai szerint az kora-pleisztocén (Pécsi szerint VI. sz.) terasz Győr és Tata között is megvan (23, 39, 46). A feltárások kavicsszintjeinek besorolását (PÉCSI 1959 szerint) és a magassági adataikat a 2. *táblázat* tartalmazza. A Duna IV. sz. teraszának képződését követően szakaszosan alakult ki az Által-ér, mely egyike azon vízfolyásoknak, melyek a Vértes É-i előterében található kavicsos üledéket ÉNy-i illetve K-i irányba szétterítették (JÁMBOR & KORPÁS 1969; JÁMBOR 1980). A kisalföldi és a Gerecse-peremi kavicsos képződmények kutatási eredményeinek értékelése ellentmondásos. MOLNÁR P. (1995) szerint PÉCSI (1959) hét teraszos

modelljéből a VI. és VII. számú nem terasz, erre PÉCSI is hajlik (PÉCSI et. al. 1980). HAHN (1989) szerint a dél-pesti területen az V. sz. kavicsszint a pannon agyag alá bukik (Cinkota, Ilona-telep), a pannon fekü fölött csak három kavicsszint mutatható ki (Ócsa), tehát az idősebb terasznak tartott kavicsszintek egy része pliocén. MOLNÁR P. (1995) szerint kb. 730 ezer évre tehető a IV. sz. terasz üledékeinek lerakódása, a III. sz. terasz kifejlődése bizonytalan, a II/b. sz. terasz lerakódásának kora riss (PÉCSI szerint korábban würm eleji, később riss végi), a II/a. terasz lerakódásának kora 60 ezer év (PÉCSI szerint würm második fele).

Mintavétel és mintaelőkészítés

A kavicsszintek a Dunával párhuzamosan helyezkednek el, feltártságuk különösen a Gerecse előtérben elégtelen. Közvetlen vizsgálatukat akadályozza, hogy a teraszok morfológiailag könnyen pusztuló képződmények illetve megmaradásuk esetén vastag fedő alatt helyezkednek el. Irodalmi adatok és értelmezések alapján a vizsgált területen 42 feltárást sikerült azonosítani, melyek valamelyik kavicsszintet tárják fel. Ezen feltárásokból valamint a Duna jelenkori árteréről a kontrollanyagokkal együtt 51 db mintát vettem (*1. ábra*).

– Az ártéri szintről 5 db minta. A 3. sz. minta a parti habzásból, a 35. sz. mintában sok volt az antropogén (bitumen) törmelék.

– A II/a. teraszból 8 db minta. A 8, 44, 49 feltárások fehéres-szürke, az 5, 6, 9, 10. feltárások sárgásszürke kavicsanyagot tártak fel. A 8. erősen homokos kifejlődésű.

– A II/b. teraszból 8 db minta. A feltárások sárgásszürke kavicsanyagot tártak fel, a 16. kissé zöldesszürke. A 39. sz. feltárásban a IV. sz. terasz is megvan.

– A III. sz. teraszból 3 db minta. Csak Lábatlan környékén vannak feltárásai. A feltárások kavicsanyaga fehér színű, szögletes (48. kerekített), édesvízi mészkőtörmeléket is tartalmaz.

– A IV. sz. teraszból 14 db minta. A 25–26. minták egyazon feltárás alsó (25.) és felső (26.) szintjét jellemzik. A 34. feltárás besorolása bizonytalan. A 20, 21, 22, 24, 51. feltárások sárgásszürke, a többi világosszürke kavicsanyagot tár fel. A lábatlani minták nagyon rosszul kerekítettek, a 34. főként tűzkő törmeléket tartalmaz. A 37, 50. feltárások PÉCSI (1959) szerint magasabb szintről suvadtak le, uralkodóan édesvízi mészkőtörmeléket tartalmaznak. A feltárások Sashegy-puszta és Neszmély között általában keresztrétegzett homokra települnek.

– Az V. sz. teraszból 2 db minta. PÉCSI (1959) a Győr-tatai terasz-szigethegyek feltárásaiban nem választotta szét a IV. és V. szintet, így a IV. teraszból vett minták egy részét helyesebb IV–V. jelzéssel szerepeltetni (*I. táblázat*).

– A VI. sz. teraszból 2 db minta a Gerecse Ny-i peremről.

– A VII. sz. teraszba sorolt képződményeknek mintavételre alkalmas feltárása nincs.

– Az Által-ér alsó szakaszáról egy (15.), a középső szakaszáról kettő (38, 40.), felső szakaszáról (32, 33, 42.) három mintát vizsgáltam. A 32, 42, 38. feltárások zöldesszürke kavicsanyagot tárnak fel, 33. erősen mállott, vasas kifejlődésű. A

33, 32. feltárásokban a kavicsanyag egy része gyengén kerekített, 38, 40, 15. édesvízi mészkőtörmeléket tartalmaz.

– 3 feltárásból ismételt mintavétel történt (kontrollminták).

Mintavétel a teraszok aprókavicsos-homokos kifejlődéséből történt, ugyanis ez a szemcseösszetétel biztosítja a teljes nehézásványspektrumot (MOLNÁR B. 1969). A mintavételre két fázisban került sor, először 1994-ben ekkor a 33 db minta súlya egyenként 40 kg volt, illetve 1996-ban, amikor a 18 db minta súlya egyenként 20 kg volt. A minták összehasonlíthatóságát az azonos helyről vett kontrollminták biztosítják (11–47. (Csém), 32–43. (Dad) és a 16–45. (Agostyán)). A minták nedves szitálás (0,4 mm) után spirálszeparátoros dúsításon estek át. A spirálszeparálás során a vizes zagyként 4 mm-s szitán keresztül feladott anyag a 4 m hosszú spirálkarokon sűrűség szerint differenciálódik, a nehezebb rész a spirál belső, a könnyebb a spirál külső ívére kerül. A spirálkarok legbelső ívén külön csatorna fut, melyben tiszta víz áramlik és az erre alkalmas helyeken átbukik a vizes zagyot tartalmazó csatornába, keresztirányban a zagyot szétterítve segítette elő a differenciálódást. A spirálkarok végén a nehezebb és könnyebb részek elválasztó ékkel elkülöníthetők. A spirálszeparátoros dúsítás után mintánként 0,2–2 kg anyag maradt.

A mintaelőkészítés folyamán az első szakaszban vizsgált 33 minta bromoformozására a mágneses szeparálás után került sor, így a bromoformos leválasztásban csak a diamágneses frakció vett részt, a második szakaszban vizsgált 18 db minta esetében a teljes tömeg bromoformozásra került, a mágneses szeparálást megelőzően. Egyéb eltérés a két mintaelőkészítés során nem volt. A minták maratását a limonit és a karbonáttartalom megismerése végett mellőztem. A minták szemcseloszlásának függvénye a vizsgálandó tartomány. MOLNÁR B. (1969) vizsgálatai szerint aprókavicsos–durvahomokos minták nehézásványsprektuma akkor hasonlítható össze ha a 0,1–0,2 szemcseátmérőjű tartományt vizsgáljuk.

A szárított anyag 0,125–0,25 mm átmérőjű részét a mágneses szeparátor ferromágneses (F), három db paramágneses (PI–PII–PIII) és diamágneses (D) frakcióra osztotta. A mágneses szeparálás legnagyobb előnye az ásványfelismerés megkönnyítése (gránátok elkülönítése). A nagy kiinduló anyagmennyiség miatt a mágneses szeparátor kiválasztásánál a gép teljesítménye került előtérbe, a tisztítás hatásfoka másodlagossá vált. A szeparátor három szabályozható paraméterrel rendelkezett: áramerősség (0–3 A), fordulat (0–140 fordulat/perc), elválasztó ék (0–10). A szeparálás során problémát okozott a PII–PIII frakciók szétválasztása. A PII frakciót két fázisban tudtam leválasztani, így a leválasztási sorrend: F, PI, PII (első fele), D, végül a PII (második fele) és a PIII.

A nehézásványvizsgálat során (binokuláris és polarizációs mikroszkóp) frakciók szerint hét látómezőben elemeztem a területlefedés alapján az ásványok százalékos megjelenését. A karbonátok sósavas feltárás során kerültek meghatározásra, a bizonytalan, de főásványként megjelenő szemcsék azonosításához röntgen-diffrakciós vizsgálatok társultak.

Nehézásványvizsgálat

Az ásványok szállításában és a leülepedésében fontos szerephez jut a sűrűség. Ezért a nehézásvány-társulások hasznos genetikai információhordozók lehetnek, eredménnyel használhatók a lepusztulási térszín valószínű összetételének, a lehordás irányának, a felhalmozódási szintek elkülönítésének és kiterjedésének megállapítására (HERMANN 1956; GEDEONNÉ RAJETZKY 1973; MOLNÁR B. 1963, 1964; CSÁSZÁR & ÁRGYELÁN 1994). A mintatér nehézásványtartalmában 20–25 ásvány ismerhető fel (2–3 főásvány (>10%), 2–5 mellékásvány (2–10%) és 15–20 járulékos ásvány (<2%)). Főásványként jelenik meg a gránát, karbonát és a bontott szemcse, esetenként a limonit, ilmenit, hornblende, kőzettörmelék. Homokos– aprókavicsos üledékekben csak 7 nehézásvány (*cirkon, turmalin, apatit, gránát, staurolit, epidot, rutil*) fordul mindig elő, ezek egyben a legellenállóbbak is. A homokos üledékekben mindig előforduló 7 ásvány gyakorisága összességében 2–90%-ig változik, a gerecsei teraszok és a Győr környéki teraszszigethegyek nehézásványspektrumában kisebb részaránnyal jelennek meg.

Szferulit névvel a nehézásványmintákban gyakran előforduló gömbölyű szemcséket illetjük. Általában feketék, fémfényűek, de lábatlani mintákban előfordulnak barnás színűek, sőt átlátszó sárgás színű változatok is. A szferulitok anyaga nagyon hasonlít a meteoritokéhoz, leggyakrabban a kréta korú kőzetekhez kapcsolódva fordul elő (DETRE 1998). A nehézásványvizsgálatok ezt alátámasztották, lábatlani mintákban dúsulnak, emellett gyakoriak a jelenlegi Duna-parton is.

Az *ilmenit* az Által-ér alsó szakaszán lévő mintákban dúsul, szintén gyakori a Győr környéki teraszszigetek maradványokban, a magasabb helyzetű gerecsei teraszokban ritkább.

A *magnetit*, amennyiben nem saját alakú kifejlődésről van szó, az ilmenittől szinte megkülönböztethetetlen. A magnetit mikrominerológiai értelemben a ferromágneses frakcióban lévő fekete opakásvány, az ennél pontosabb meghatározással járó többletmunka nem áll arányban a nyerhető információval. A magnetitdúsulás részben hasonló feltárásokhoz kötődik, mint az ilmenit, kivéve Győr környékén, ahol visszaszorul az ilmenithez képest. Az Által-ér felső szakaszán a magnetit szinte teljesen hiányzik.

A *gránát* domináns ásvány, rózsaszín-lilás megjelenésű, egyes változatok színtelenek. Általában zárványmentes. Lézermikro-optikai emissziós színképelemzés szerint főelemként a Si, Fe, Mg, Al, Ca jelenik meg, Cr hiányos. Több mintában Ti dúsulás észlelhető. A gránáttartalom az Által-ér felső szakaszán dúsul, majd a folyó mentén a Gerecse felé csökken, a Gerecse-peremi teraszokban újra 50–60% gyakoriságú. A magasabb helyzetű gerecsei teraszok és a Győr környéki terasz-szigetek gránáttartalma alacsonyabb, a fiatalabb teraszok gránáttartalma magasabb (kivétel 10, 35.).

A *staurolit* gyakorisága dunai eredetet jelez (PÉCSI 1959), az Által-ér vízgyűjtő területe, és a lábatlani terület alacsony gyakorisággal jellemezhető, a legfelső helyzetű, kőpitei teraszok (30, 31.) staurolit tartalma kiugró.

Az *epidot* szintén alacsony stabilitású ásvány, zöld és színtelen változata jelenik meg. Gyakorisága szeszélyesen változik, hiányzik illetve alacsony gyakoriságú az Által-ér felső szakasza környékén és azon lábatlani teraszokban, melyek közvetlenül paleogén rétegek felett helyezkednek el. Az epidothoz hasonló *zoizit* halvány sárgászöld színű, a dadi mintákban (32, 43.) magas arányban van jelen.

A *hornblende* a lábatlani mintákban nagyobb gyakorisággal fordul elő, jelezve a gerecsei törmelékes kréta kifejlődését, e mellett a Győr környéki terasz-szigethegyeken is viszonylag gyakori, az Által-ér völgyi mintákban alacsony gyakoriságú.

A *karbonát* általában sárgásfehér színű, jól gömbölyített szemcsékként jelenik meg. A karbonáttartalom nem mutat összefüggést sem a teraszok képződési korával, sem a Gerecse–Vértes karbonátos kifejlődéséhez nem ragaszkodik. Teljesen hiányzik a Győr környéki területről.

A csillámok stabilitása eltérő, legkönnyebben a *klorit* mállik, aztán a *biotit*, legellenállóbb a *muszkovit*, a gyakoriság a mintákban ennek megfelelően alakul. A csillámok ott dúsulnak ahol az aprókavicsos feltárás közelében homok is előfordul (24, 22, 51.).

A *bontott szemcse* kifejezés kényszerkategória (GYURICZA 1994), a szemcsék a fizikai-kémiai folyamatok során olyan jelentős változást szenvedtek, hogy mikrominerológiai módszerekkel nem határozhatók meg. Esetenként a minta 30–50%-t is alkothatják, színük rendszerint fehér, színtelen, sárgás. Mikroszondás vizsgálat szerint földpát, gránát, epidot, egyéb szilikátok mállástermékei. A bontott szemcse kategória az értékelést korlátozó paraméter, az idősebb teraszokban nagyobb gyakorisággal szerepel, azaz összefüggést mutat a képződés korával.

A *limonit-, leukoxéntartalom* a bontott szemcsékhez hasonlóan a mállás fokát rögzíti, ez az idősebb teraszok értékelését nehezíti meg.

A *hipersztén* vulkáni hatást jelez, valószínűleg pannon tufákból halmozódik át, sötétbarna-szürke megjelenésű, gyakorisága egyértelműen a Gerecse nyugati oldalához kötődik. Fekete változatát, melynek felületén általában rozsdavörös kéreg képződik *ferro-hipersztén* néven különítik el.

A kőzetek a szállítás során nem mindig esnek szét szemcséikre, ez esetben *kőzettörmelékként* jelennek meg, az eredeti kőzet általában meghatározhatatlan.

A piroxének, amfibolok gyorsan mállanak, így nehézásványtársulásokban viszonylag ritkán jelennek meg (MORTON 1991).

Értékelés

A vizsgálat végeredménye két paraméter szorzataként jelenik meg. Az egyik paraméter valamely frakció tömege (*I. táblázat*) a másik a frakcióban előforduló ásvány gyakorisága, amely a mikroszkóp alatt hét látómezőben megfigyelt becsült átlagérték (*II. táblázat*).

A I. sz. táblázat értékelése

Ahhoz, hogy valamely ásvány főásványként jelenjen meg, nemcsak valamely frakcióban kell uralkodó mennyiségben előfordulnia, hanem a frakció tömegének is nagynak kell lennie, a teljes mintatömeghez képest. Pl. a magnetit a ferromágneses frakcióban általában 40–80%-os gyakorisággal jelenik meg, de miután ennek a frakciónak a tömege a minta össztömegének töredéke, a magnetit a minta nehézásványspektrumában 1% alatti gyakoriságban fordul elő, ilyen értelemben az ásványt tartalmazó frakció tömege preferáló jellegű. A gránát százalékos megjelenését a nehézásványspektrumban elsődlegesen nem a paramágneses II. frakcióban előforduló gyakorisága befolyásolja, hanem ezen frakció tömegének és a minta össztömegének aránya. Bizonyos ásványok több frakcióban is előfordulhatnak (gránát, ilmenit, hornblende, epidot, staurolit, kőzettörmelék), ezek frakció szerinti gyakoriságát összegezni szükséges. A járulékos ásványok általában csak egy frakcióban fordulnak elő (magnetit, cirkon, disztén, rutil, turmalin, apatit), gyakoriságuk a frakción belül is kicsi.

A frakciók önmagukban ásványcsoportok, ezek egymáshoz való viszonyítása, ásványcsoportok viszonyát jelenti. A ferromágneses frakció színe fekete, 40–80%-ban magnetit, kis tömegű. A paramágneses I. frakció színe fekete, 60–80%-ban ilmenit, kis mennyiségű. A paramágneses II. frakció nagy tömegű, színe vörös, 90%-ban gránát. A paramágneses III. frakció közepes tömegű, zöld színű, uralkodó ásványa igazán nincsen, itt koncentrálódik az epidot. A diamágneses frakció viszonylag nagyobb tömegű, színe színtelen-fehér, a bontott szemcse és a karbonát előfordulási szakasza.

Miután a frakció tömegaránya az adott ásvány gyakoriságában index értékű, ezért a frakciók tömegarányai is jellemzőek a mintára, azaz a pontos nehézásványösszetétel ismerete nélkül is értékelhetjük a mintákat. Az 51. minta frakcióinak tömegeloszlása négyféle, azaz négyféle módon történhet a nehézásványspektrum befolyásolása (*2. ábra*).

A *2. ábrán* látható A, B, C, D típusokat térben a *3. ábra* jeleníti meg. Az A típusra a PII>PIII>D összefüggés, a B típusra a PII<PIII>D összefüggés, a C típusra a PII>PIII<D összefüggés, a D típusra a PII<PIII<D összefüggés igaz.

C. típus: 1, 2, 3, 4, 5, 9, 11, 12, 14, 16, 17, 25, 32, 35, 36, 37, 38, 40, 42, 43, 44, 46, 48, 49, 50, 51. feltárások.

A. típus: 6, 7, 13, 18, 20, 21, 26, 27, 29, 34, 39, 41, 47. feltárások.

B. típus: 8, 10, 15, 19, 22, 23, 24, 28, 30, 31, 45. feltárások.

D. típus: 33. feltárás.

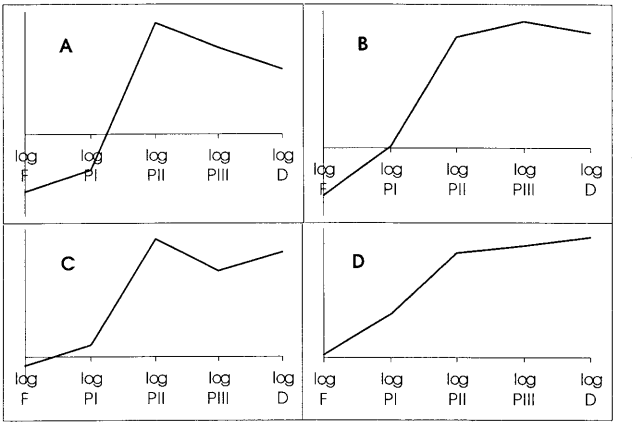
Meg kell jegyezni, hogy az adott típusba tartozás néha egészen kis különbségeken múlhat (7, 29, 20, 26.), melyek határesetként is kezelhetők. Az eredmények mindenképpen magukban hordoznak bizonyos nagyságú véletlen hibát, mely adódhat az eredeti minták különböző szemcseösszetételéből, a spirálszeparátorral történő kezelés során történő kisebb változásokból (víznyomás, elválasztó ék), mágneses szeparálás során fellépő eltérő anyagmennyiségekből következő hibákból.

A feltárások és a teraszszámozás párosítása, valamint a mágneses frakciók (0,125–250) tömege (g)

The pairing of the outcrops and the numbering of the terraces and the weights of the samples, divided by the magnetic fractions

I. táblázat – Table I

		Magasság (tszf.)	Terasz-szám	Ferromágneses	Paramágneses I	Paramágneses II.	Paramágneses III.	Diamágneses
1	Koppánymonostor, part	106	ártér	0,67	1,62	204,52	47,87	109,47
2	Dunaalmás, part	105	ártér	0,85	1,15	130,16	16,86	49,31
3	Süttő, part	104	ártér	9,86	17,39	1207,79	52,49	76,72
4	Dunaalmás, Alsó-sziget	105	ártér	0,22	0,97	101,64	26,53	31,52
5	Almásfüzitő, Nagykolónia	112	II/a	1,97	1,46	126,38	49,73	53,08
6	Almáspuszta	112	II/a	0,20	0,36	22,95	11,37	6,14
7	Naszály	115	II/a	3,14	2,44	98,14	92,11	77,11
8	Dunaalmás, Általi-éri k.bánya	115	II/a	2,24	2,58	94,69	119,40	79,75
9	Ács, Tej-hegy	116	II/a	0,04	0,25	41,11	12,36	30,85
10	Szőny, Puskaporos	114	II/a	0,30	1,03	14,81	43,15	30,67
11	Csém	124	II/b	2,02	3,39	202,54	74,86	79,67
12	Bartusekpuszta	125	II/b	0,25	0,84	57,93	16,85	29,49
13	Mocsa, Boldogasszony-tó	125	II/b	0,18	0,56	84,33	57,72	24,65
14	Grébicspuszta	122	II/b	0,55	1,11	110,55	17,23	54,01
15	Vértesszőlős	150	III	0,46	2,16	7,57	14,19	2,58
16	Agostyán	170	II/b	10,65	21,14	112,12	12,60	22,75
17	Neszmély, Pap-hegy	165	IV	0,81	1,40	80,44	45,81	66,18
18	Lábatlan, Cementgyár	140	III	0,31	0,33	5,67	4,55	4,00
19	Bana, Sínai-hegy	155	IV-V	0,05	0,12	9,38	29,57	13,16
20	Bana Ördögásta-hegy	165	IV	0,10	0,40	45,69	15,75	15,02
21	Bábolna, Nyerges-hegy	160	IV	0,17	0,30	35,21	26,63	21,46
22	Mocsa-Öreghegy	185	IV	0,10	0,53	34,58	45,64	19,48
23	Tata, Grébicshegy	190	IV	0,20	0,93	45,40	54,13	26,43
24	Dunaalmás, Betlehemi elág.	180	IV-V	0,20	1,02	42,45	69,64	48,95
25	Lábatlan, Búzás-hegy K-1	170	IV	0,12	0,17	12,60	2,63	3,44
26	Lábatlan, Búzás-hegy K-2	175	IV	1,24	3,71	167,79	47,38	45,63
27	Lábatlan Búzás-hegy É	140	III	0,05	0,30	8,79	4,60	2,74
28	Neszmély, Neszmélyi-völgy	200	V	0,40	0,45	16,59	39,39	32,85
29	Dunaalmás, Csúcsos-hegy	200	V	0,40	2,40	48,47	45,75	16,62
30	Kőpite É	265	VI	0,01	0,13	1,22	5,93	3,12
31	Kőpite D	265	VI	0,02	0,23	3,04	29,38	9,81
32	Dad	210	-	0,05	3,00	142,92	22,03	31,14
33	Szákszend	200	-	1,08	2,51	9,48	11,03	13,33
34	Lábatlan 2	175	IV	0,04	0,19	4,61	1,09	0,74
35	Gönyű, part	108	ártér	0,99	0,31	3,13	0,84	1,25
36	Neszmély, Korpás-hegy	130	II/b	0,84	8,83	43,09	12,93	26,22
37	Neszmély, Téglagyár 1	140	IV	0,50	8,29	44,44	8,89	13,18
38	Kecskéd	160	II	0,86	5,79	57,97	8,88	16,21
39	Sashegy DNy	130	II/b és IV	0,13	1,86	37,18	13,47	11,97
40	Tatabánya, Bánhida	150	II	1,46	8,03	84,54	10,96	17,43
41	Győr, Kakas-hegy	132	II/b	0,14	4,49	29,46	17,28	16,00
42	Vérteskethely	220	-	0,09	3,70	146,63	11,84	14,84
43	Dad, kontroll	210	-	0,03	2,38	153,70	31,94	55,91
44	Vaspuszta	120	II/a	0,09	0,88	18,95	4,27	8,54
45	Agostyán, kontroll	165	II/b	0,27	1,92	6,69	10,88	2,38
46	Sashegypuszta	140	IV	0,07	0,29	9,68	3,00	5,13
47	Csém, kontroll	125	II/b	0,08	0,84	55,04	23,48	14,40
48	Piszke	135	III	1,29	18,78	70,00	24,53	
49	Győrszentiván	115	II/a	0,03	0,66	5,32	1,15	2,19
50	Neszmély, Téglagyár 2	180	IV	0,08	0,33	4,46	0,83	2,39
51	Tiborháza	140	IV	0,15	5,89	52,75	21,84	26,67



2. *ábra.* Frakciók tömegének jellemző eloszlásai

Fig. 2 The characteristic proportion of the weight of the fractions

A 3. *ábrá*hoz hasonló térbeli elrendeződést ad a 4. *ábrán* látható háromszög diagram.

A háromszög diagram a PII–PIII–D frakciók tömegarányainak felhasználásával készült, Q= PII/PIII, F= PIII/D, L= 1/ $((PII–PIII)^2+(PIII–D)^2)$, azaz Q és F két, az L három frakció arányát veszi figyelembe. A Q-F oldal $^2/_3$-ból és $^1/_3$-ból az L csúcsra bocsátott egyenesekkel a diagram három területrészre osztható, az alsó térrész (Q-L-$^2/_3$QF) a B, a középső ($^1/_3$QF-L-$^2/_3$QF) az A, a felső térrész (Q-L-$^1/_3$QF) a C típusokat tartalmazza, a D típus az L csúcson jelenik meg. Az 5. *ábrán* látható háromszög diagram a teraszok elhelyezkedését mutatja.

A 4. és 5. *ábrák* értelmezésével és összevetésével a következők állapíthatók meg:

– A diagramokon belül a kontrollminták egymás közelében helyezkednek el, a szórás jelentős.

– A II/a, II/b. és a IV. teraszok tömegeloszlásai eltérőek, a IV. sz. teraszra a kis Q érték, a II/b. teraszra kis L érték, a II/a. teraszra közepes Q-F-L érték jellemző. Ez azt jelenti, hogy a különböző teraszok frakcióinak tömege eltérő módon befolyásolja a minták nehézásványspektrumát, a teraszok nehézásványspektruma közti különbségek a frakciók tömegeloszlása között is fennállnak.

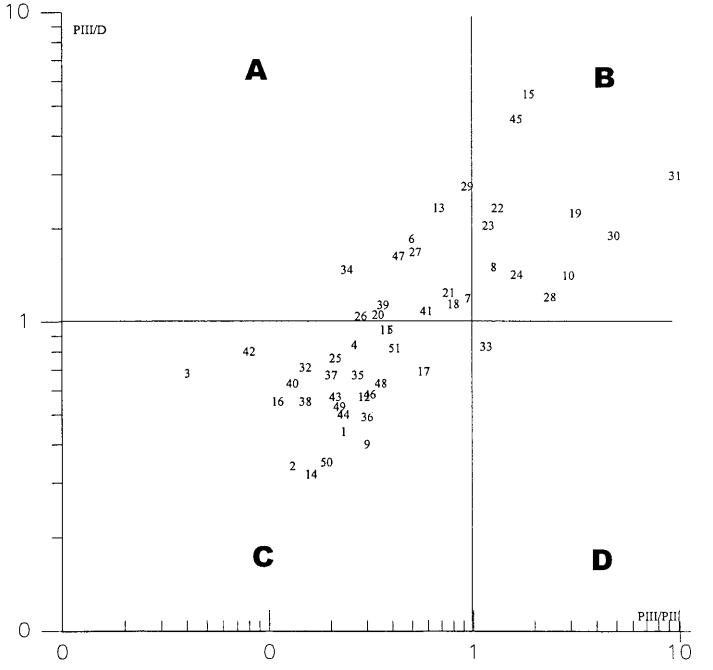
– A Gerecse Ny-i peremén különböző magasságokban elhelyezkedő IV. sz teraszok feltárásai (30, 31, 29, 24.) és az ugyanitt található Által-ér feltárások (15, 45.) tömegeloszlása azonos, ez utóbbiak valószínűen a IV. sz. teraszok áthalmozásai.

Teraszok nehézásványösszetételei (0,125–0,250).
The heavy mineral spectra of the terraces.

II. táblázat – Table II

		augit	tremolit	aktinolit	Zöld amfibol	szillimanit	muszkovit	biotit	klorit	apatit	karbonát	bont. szemcse	leukoxén	limonit	kőzettörm.	kvarc
1	Koppánymonostor	0,1		0,1	5,5	+	0,2		0,2	0,2	28,1	6,0	0,4		0,1	+
2	Dunaalmás, part		+	0,1	5,8	0,1	0,2		0,2		22,9	4,9	0,1		0,3	0,7
3	Süttő, part	+		+	1,7	0,1	0,2		0,1		4,7	1,7	0,2		+	0,1
4	Dunaalmás, Alsó-sziget	0,1			3,9	+	0,2				17,8	5,8	0,3	+	0,2	0,6
5	Almásfüzitő, Nagykolónia	0,2			3,4	0,1	0,8	+	0,2	0,1	19,8	3,8	0,5		0,2	0,7
6	Almáspuszta	0,1		+	6,5		0,2	+		+	0,7	23,7	0,2		0,4	1,1
7	Naszály	0,1			11,7	0,1	0,7			0,5	24,2	10,1	0,4		0,4	2,5
8	Dunaalmás,Által-éri k bánya	0,5			6,2	+	1,1	0,1	0,1	0,2	25,5	24,0	0,4		0,4	0,3
9	Ács, Tej-hegy		+		2,2	0,1	0,4		0,4	0,2	33,3	9,0	0,5		0,2	0,5
10	Szőny, Puskaporos		+	0,2	6,3	0,8	3,8	0,6	0,1	0,1	37,3	29,6			16,1	0,1
11	Csém	0,7	+	0,2	7,6	0,1	0,7		0,1	0,2	15,6	10,2	0,6		0,1	0,7
12	Bartusekpuszta	0,1		0,1	5,7	0,1	0,1			+	24,1	5,9	0,3	+	+	2,2
13	Mocsa, Boldogasszony-tó	+	0,2	0,2	6,8	0,6	2,4	+		0,2	11,4	17,0	0,1		1,0	2,2
14	Grébicspuszta	0,1			6,8	0,2	0,1			0,2	54,8	5,5	+		0,1	0,8
15	Vértesszőlős		+		1,4		0,5	0,1	0,3	0,4	1,1	50,8	0,2	0,1	2,2	0,5
16	Agostyán	+			1,5	0,6	0,4	0,1	0,3	0,1	3,2	6,3	0,1	0,1	0,7	0,8
17	Neszmély, Pap-hegy	0,2	+	0,1	5,1	0,1	0,3		0,1	0,1	31,5	13,3	0,4		0,2	0,7
18	Lábatlan, Cementgyár	0,4			12,3	0,2	0,8		0,2	0,2	36,7	10,1	0,6	0,5	0,6	1,0
19	Bana, Sínai-hegy	0,2	+		3,5	0,1	1,3	0,5	0,1	0,1	22,5	23,3	0,4		9,9	1,5
20	Bana Ördögásta-hegy	0,3			4,5	0,2	0,9				5,7	22,3	1,0		0,6	0,7
21	Bábolna, Nyerges-hegy	0,5		0,2	6,1	0,4	0,7		0,1	0,2	18,3	8,4	0,8	+	0,1	0,1
22	Mocsa-Öreghegy	0,4	0,1		3,6	0,2	2,9		0,3	0,2	0,2	42,9	3,0	0,3	2,2	1,0
23	Tata, Grébicshegy	0,5		0,1	4,6	0,3	1,5		0,1	+		19,6	1,7		0,5	0,4
24	Dunaalmás, Betlehemi elág.	0,3			5,0	0,4	2,2	0,2	0,9	0,6	26,1	23,9	0,1	0,6	1,0	4,4
25	Lábatlan, Büzás-hegy K-1	0,2		+	26,7	0,1	0,2			0,1	15,3	8,5	0,3	1,9	0,2	1,0
26	Lábatlan, Büzás-hegy K-2	0,2		0,1	3,4	0,1	0,2			+	15,6	7,0	0,5			0,5
27	Lábatlan Büzás-hegy É	0,1			9,9	0,2	0,9		0,1		9,8	17,0	0,3	46,7	0,2	0,6
28	Neszmélyi-völgy	0,1			4,8	0,1	0,6		+	0,3	34,6	21,1	0,3		+	2,1
29	Dunaalmás, Csúcsos-hegy	0,7			7,3	0,1	1,0	0,2	0,6	0,6	9,5	11,9	0,4		0,3	0,8
30	Kőpite É	1,0			2,4	0,1	1,7	0,1		0,3	15,9	41,7	0,1	19,3	0,8	3,1
31	Kőpite D				3,1	0,8	1,9			+	0,8	52,8	0,8	2,1	0,3	2,4
32	Dad	0,2			0,9	0,6	0,4			0,3		6,0	1,4		0,2	1,1
33	Szákszend				3,0	0,1	1,5				29,5			51,4	+	0,8
34	Lábatlan 2	+			0,1	0,1	0,2				0,1	0,8	0,3	0,2		5,5
35	Gönyű, part	+			2,9	0,3	+				6,7	13,6	0,3	2,7		0,2
36	Neszmély, Korpás-hegy	0,1			5,2	0,2	0,1				18,9	12,8	1,2		0,6	0,2
37	Neszmély, Téglagyár 1	+			3,1	+	0,1				13,5	8,5	0,8	+	2,0	
38	Kecskéd				4,5	0,1	+		0,1		12,9	3,9	0,5	0,2	0,2	0,2
39	Sashegy DNy				2,1	+	0,2		+		0,2	20,1	0,1		+	1,5
40	Tatabánya, Bánhida			+	4,5	0,1	+			+	11,6	7,7	0,3			0,4
41	Győr, Kakas-hegy	0,1			10,0	0,2			0,2			31,4	+	0,1	1,0	4,5
42	Vérteskethely				+	0,2	+					6,4	0,4			0,1
43	Dad, kontroll	0,1			1,1	0,2	+		0,1	0,5		8,4	0,3			2,6
44	Vaspuszta		+		4,0	+	0,1			0,1	19,2	5,6	0,1		0,2	0,3
45	Agostyán, konroll	0,1			2,2	0,4				0,1	3,0	6,0	0,1	0,1	0,3	4,6
46	Sashegypuszta	+		0,5	17,3	+	+					31,9	1,2	+	0,2	2,6
47	Csém, kontroll	0,2			6,5	0,2			+	0,1	2,4	22,8	0,7		0,5	0,8
48	Piszke			0,3	2,7	0,1				0,3	11,4	13,8	0,5	+	0,2	1,5
49	Győrszentiván			+	2,7	+	0,1		+		15,7	13,6	1,2		0,1	1,9
50	Neszmély, Téglagyár 2			0,1	4,4	0,1	+				23,8	5,9	2,0	0,2		2,8
51	Tiborháza	0,1		0,1	6,3	0,4	3,0					30,2	0,6	0,1	0,1	0,3

		szferulit	hematit	ilmenit	rutil	magnetit	granát	cirkon	disztén	staurolit	topáz	epidot	zoizit	turmalin	rhipersztén	hipersztén	diopszid
1	Koppánymonostor			1,3	0,1	0,2	52,9	+	0,3	1,8		2,3		0,1		0,1	
2	Dunaalmás, part			0,4	0,1	0,3	60,2	+	0,2	1,2		1,0		0,4		1,0	
3	Süttő, part			1,1	0,1	0,1	87,8	+	0,2	0,8		0,5		+		0,5	
4	Dunaalmás, Alsó-sziget			0,3	0,1	0,1	62,3	0,2	0,3	4,9		2,0		0,5		0,3	
5	Almásfüzitő,Nagykolónia			0,5	0,1	0,6	59,6	0,1	0,4	3,0		5,0	0,1	0,6	+	0,3	
6	Almáspuszta			0,6	0,1	0,4	62,0	0,2	0,4	0,8		2,1		0,1		0,3	
7	Naszály			0,6	0,1	0,4	38,6	0,1	0,9	4,6		3,6		0,4		0,4	
8	D.almás,Által-ér k.bánya			0,5	+	0,5	37,6	0,1	0,3	1,4		0,7		0,2		0,1	
9	Ács, Tej-hegy		0,1	0,2	0,1	+	48,0	0,2	0,4	1,9		1,6		0,2		0,4	
10	Szőny, Puskaporos		0,6	0,1	0,1	+	3,2	0,1	0,2	0,1		0,4		0,1		0,1	
11	Csém			0,7	0,2	0,3	50,2	0,1	1,8	5,9		2,4		1,1		0,6	+
12	Bartusekpuszta			0,3	0,1	0,2	53,1	0,2	1,7	2,6		2,4		0,3		0,7	
13	Mocsa, Boldogasszony-tó			0,3	0,2	+	51,0	0,1	0,5	3,2		1,6		1,0		0,2	
14	Grébicspuszta		0,1	0,9	0,6	0,5	18,0	0,6	2,6	3,2		3,4		0,7		0,7	
15	Vértesszőlős			11,7	0,2	1,6	25,1	0,2	0,4	0,2		1,6		0,5		1,1	
16	Agostyán			17,2	0,3	5,7	52,0	0,3	0,7	1,1		1,2	+	1,4	+	5,7	
17	Neszmély, Pap-hegy		0,1	1,1	+	0,3	36,8	0,2	0,2	2,3		6,5		0,2		0,3	
18	Lábatlan, Cementgyár	+	0,4	1,5	0,4	1,1	29,0	0,2	1,1	0,8	+	0,6		1,3			
19	Bana, Sinai-hegy			0,1	0,1	0,1	24,4	0,1	1,6	5,9		2,9	0,1	0,8		0,5	
20	Bana Ördögásta-hegy			0,3	0,1	0,1	54,6	0,1	0,8	5,1		0,7		0,2		1,8	+
21	Bábolna, Nyerges-hegy			0,3	0,2	0,1	45,9	0,1	2,0	4,5	+	10,2		0,3		0,4	0,1
22	Mocsa-Öreghegy		+	0,4	0,2	+	34,1	0,1	0,8	4,5		1,2		0,6		1,0	
23	Tata, Grébicshegy		0,1	0,5	0,4	+	53,8	0,2	2,5	1,4	0,2	9,9		0,9		0,5	
24	D.almás, Betlehemi elág.			0,4	0,5	0,1	20,1	0,1	1,1	1,9		3,6		2,8		3,7	
25	Lábatlan, Büzás-hegy K-1		0,1	0,8	1,2	0,6	36,7	0,1	1,7	0,5		1,1		2,2	+	0,6	
26	Lábatlan, Büzás-hegy K-2		0,5	0,2	0,2	0,5	64,0	0,2	0,3	3,1		2,4		0,6		0,5	+
27	Lábatlan Büzás-hegy É		0,5	1,5	0,4	0,2	6,8	0,1	2,5	0,1	+	0,3		1,7			
28	Neszmélyi-völgy			0,3	0,2	0,3	29,8	0,5	0,2	0,6		2,6		0,4		1,1	0,1
29	Dunaalmás, Csucsos-hegy			1,3	0,3	0,2	53,6	0,1	0,6	4,2		1,8		1,1	+	2,6	
30	Kőpite É		+	0,6	0,5	0,1	1,3	0,1	2,2	1,4		4,6	+	2,7	+	+	
31	Kőpite D		+	1,2	0,4	+	13,3	+	6,4	5,3		5,0		3,2		0,2	
32	Dad			0,1	0,4	+	76,8	0,3	0,8	0,5		0,6	8,2	0,9		0,4	
33	Szákszend		3,3	4,3	0,2	2,5	2,2	0,2	0,2	0,2		0,1		0,1	+	0,8	
34	Lábatlan 2		0,2	90,5	+	0,2	1,0	+	0,4	0,2	+	0,1		0,2	+	+	
35	Gönyű, part	+	2,6	7,6	+	6,9	51,8	+	0,6	0,5		1,9		0,6	0,1	0,4	
36	Neszmély, Korpás-hegy		+	8,3	0,1	0,5	41,9	2,1	1,7	2,0		2,3		1,0		0,4	
37	Neszmély, Téglagyár 1		0,1	4,8	0,1	0,3	59,4	0,6	0,4	3,1		3,0		0,3		0,3	
38	Kecskéd		0,1	7,4	+	0,8	64,5	0,4	1,3	0,1		2,1		0,3		0,1	
39	Sashegy DNy		0,6	6,8	+	0,1	62,5	0,2	1,4	1,6	+	2,4		0,1	+	0,1	+
40	Tatabánya, Bánhida			8,7	+	0,5	62,1	0,5	1,2	0,5		1,8		0,1		0,1	
41	Győr, Kakas-hegy		0,1	10,3	0,1	0,1	35,8	0,1	1,1	0,6		3,7		0,3		0,6	0,1
42	Vérteskethely		+	0,6	+		90,2	0,1	0,6	+		+	1,1	0,2		+	
43	Dad, kontroll			0,6	0,1		74,4	0,1	1,1	0,6		0,2	8,8	0,7		0,3	
44	Vaspuszta			3,1	+	0,1	64,6	0,1	0,8	0,7		0,8		0,3		0,2	+
45	Agostyán, kontroll		0,2	17,0	0,1	1,0	56,1	0,7	1,0	0,8		2,6		0,1		4,1	
46	Sashegypuszta		+	8,6	+	+	31,4	0,1	1,6	1,1		2,4		0,3		0,6	
47	Csém, kontroll			1,6	0,1	0,1	53,3	0,2	1,1	2,8		4,7		1,2		0,4	
48	Piszke		0,1	8,3		0,4	55,4	0,1	0,3	1,7	+	1,9		0,2		0,5	
49	Győrszentiván			1,7	+	0,1	58,2	0,1	1,2	0,5	+	1,1		1,0		0,6	
50	Neszmély, Téglagyár 2			10,2	0,1	0,2	46,6	0,6	0,6	0,9		1,0		0,2		0,4	
51	Tihorháza		+	11,2	+	0,1	40,6	0,1	1,1	1,1		4,2		0,2		0,6	



3. ábra. A feltárások eloszlása a frakciók arányai szerint

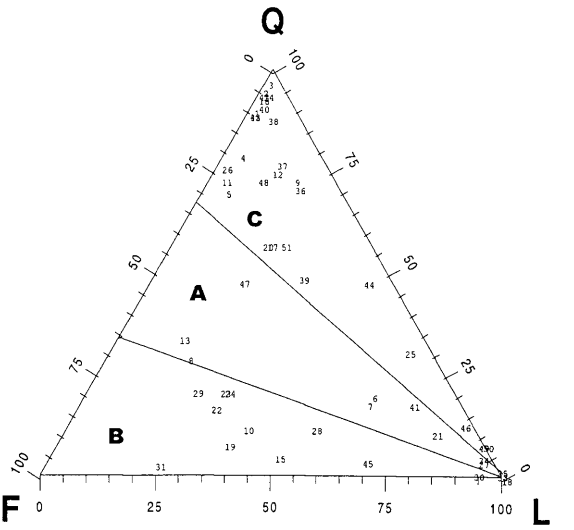
Fig. 3 The dispersion of the outcrops according to the weight proportion of the fractions

– A IV. sz terasz feltárásai két csoportra bontva jelennek meg. A csoport egyik ágát a Gerecse Ny-i peremi feltárások és a Tatai-terasz-szigethegyek feltárásai képviselik. A csoport egyik ága megfelel a tömegeloszlás B típusának, a csoport másik ága a C és A típusok határán helyezkedik el, melybe a lábatlani és a Győr környéki teraszok tartoznak.

– Az A típust a Duna komáromi öblözetének feltárásai és a 11. minta alkotja. A C típusba tartozik az említett IV. sz. terasz egy része, a II/b. teraszok, az ártéri szint valamint az Által-ér mintái.

– A III. sz. terasz 48. feltárása valószínűbb, hogy II/b.

– A leghatározottabb a II/b–II/a. és a IV. sz. teraszok közti különbség, mivel az a PII–PIII frakciók súlyának arányaiban jelentkezik azt jelentheti, hogy a két terasz nehézásványspektruma eltérő mennyiségben tartalmaz gránátot (ezt alá-



4. *ábra.* Feltárások eloszlása a frakciók tömegének arányai szerint

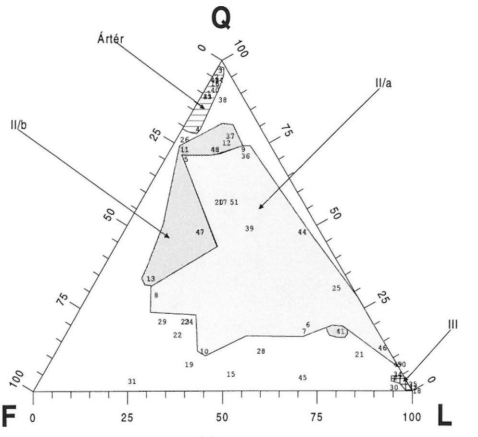
Fig. 4 Dispersion of the outcrops according to the weight proportion of the fractions

támasztják részben a nehézásványspektrumok), vagy azt, hogy nem azonos frakcióba tartozó gránátot tartalmaznak. A IV. sz. terasz feltárásában előforduló gránátok kevésbé vasdúsak. Ennek eldöntésére készült lézermikro-optikai emissziós színképelemzés nem bizonyult alkalmasnak a különbségek kimutatására, a bizonyításhoz mikroszondás vizsgálatok szükségesek.

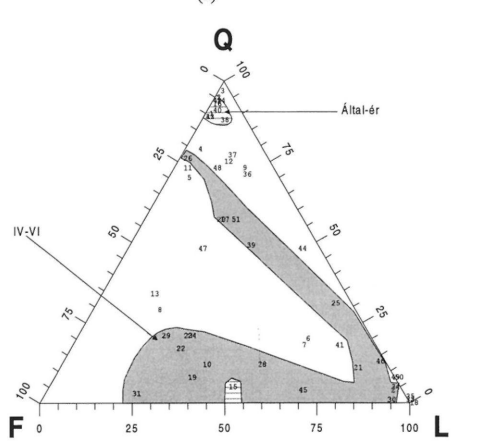
A fentiek szerint – mivel a nehézásvány-összetételének számításában a tömegeloszlás meghatározó – a minták nehézásványspektruma alapján az alábbi csoportok elkülönülése várható: Által-ér, IV. teraszon belül Győr környéke, tatai teraszhegyek–Gerecse Ny-i perem, Lábatlan. A II/a–II/b. teraszokon belül csak a Komáromi öblözet különül el, ettől K-re és Ny-ra a tömegeloszlás azonos. A Duna III–IV–V–VI. teraszai közt különbség nem várható.

A II. sz. táblázat értékelése

Az értékelés ezen része a feltárások nehézásványspektrumának hasonlóságán alapszik, ezen keresztül történt a területek szétválasztása. A *II. táblázat* eredményei és egyes irodalmi adatok közt eltérések tapasztalhatók, a különbség abban áll, hogy a korábbi vizsgálatok lényegesen alacsonyabbra határozták a terület kavicsszintje-



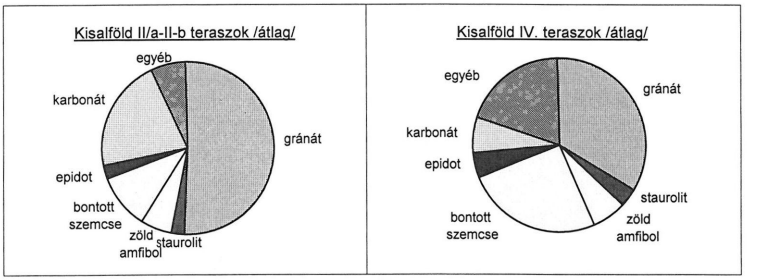
(a)



(b)

5a, b. ábra. A kisalföldi, Gerecse-peremi és Vértes előtéri teraszok elhelyezkedése

Fig. 5a, b The terraces in the Little Hungarian Plain, Gerecse-margin and Vértes Foreland



6. ábra. A kisalföldi teraszok nehézásványösszetételei

Fig. 6 The heavy mineral spectra of the terraces of the Little Hungarian Plain

inek gránáttartalmát (PÉCSI 1959; MOLNÁR B. 1964; HERMANN 1956). Ugyanakkor a GYURICZA (1994) és MIKE (1991) nehézásványvizsgálat adataival a *II. táblázat* adatai egybecsengnek. Az eltérés és a hasonlóság oka az eltérő, illetve azonos vizsgálati metódus lehet. (Ugyanazon folyó finomhomokos és kavicsos üledékeinek azonos szemcseátmérőjű nehézásványtársulásai eltérőek (MOLNÁR B. 1969), kis és nagy tömegű minta nehézásvány összetétele szintén lehet különböző.) A különböző időpontban vett hasonló – bár sorrendiségében némileg eltérő – vizsgálati metóduson átesett anyag nehézásványösszetétele azonos, a kiinduló anyag (40 ill. 20 kg) eltérő mennyisége nem hat zavarólag (A csémi kontrollpontban az ilmenit és az epidot valamivel nagyobb mennyiségben jelenik meg, a karbonát kisebb arányban). A *II. táblázat* alapján az alábbiak állapíthatók meg:

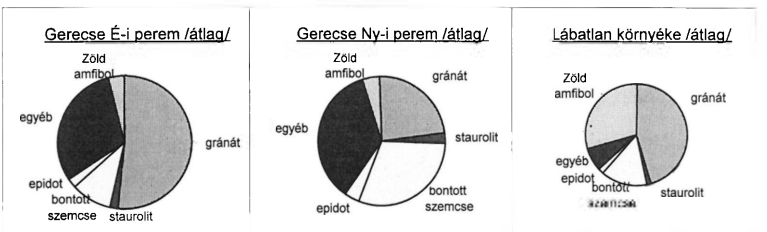
– A jelenkori Dunapart és a II/a és II/b. terasznak tekintett képződmények (1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 47.) nehézásvány összetétele Ácstól Mocsáig, Dunaalmásig jellegében változatlan, 50–60% gránáttartalommal, 15–25% karbonáttartalommal, 5–15% bontott szemcse aránnyal, alacsony magnetoilmenit tartalommal jellemezhetők. Ezen a területen belül a 10. eltérő összetételű, nehézásványspektrumában a karbonát, bontott szemcse és a kőzettörmelék összege 80%-nál nagyobb arányú, gránáttartalma minimális.

– A Kisalföld D-i részén a IV. sz. terasznak tekintett szigethegyek (19, 20, 21, 22, 23.) nehézásványösszetétele különbözik az előbb II/a–II/b. teraszok területétől, relatíve kisebb gránáttartalommal jellemezhető (*6. ábra*). A terasz-szigetsor Ny-i, Győr környéki vége (39, 41, 46, 51.) ilmenitdúsabb, mint a Tatai-árok Ny-i oldalán elhelyezkedő, emellett bontottság, karbonát, gránát, hornblende, epidot tekintetében is jobban elkülönülnek a fiatalabb teraszok (35, 49, 44.) nehézásványspektrumától.

– A Gerecsén belül a dunai illetve közelhegységi hatás mértékét figyelembe véve három területet lehet elkülöníteni (*7. ábra*). Az első csoportba (Gerecse É-i

perem) az erősebb dunai hatás érvényesül, nagy gránát és közepes mennyiségű staurolit tartalommal jellemezhető, a 3, 26, 36, 37, 48, 50. mintavételi pontok képviselik, a nehézásványösszetétel a Kisalföldi II/a–II/b. teraszokhoz hasonlít. A második (Lábatlan) csoportba (18, 25, 26, 34.), mely területileg fedésben van az előzővel, az erős "közelhegységi" hatást tükröző minták kerültek, ezekre kis staurolit-, gránát- és epidottartalom és nagy hornblende arány jellemző valamint az alacsony bontott szemcse mennyiség. A harmadik csoportot (17, 24, 28, 29, 30, 31.), a Gerecse Ny-i peremén elhelyezkedő feltárások alkotják, melyek a dunai teraszrendszer legidősebb kavicsszintjei, magas bontott szemcse mennyiséggel, sok hiperszténnel, epidottal és staurolittal, valamint alacsony gránáttartalommal. Ezen feltárások nehézásványsprektuma a tatai terasz-szigethegyek feltárásaihoz hasonlít.

– A Vértes É-i előterében elhelyezkedő mintavételi pontok (42, 33, 43, 32.) eltérő lepusztulási területre utalnak, ugyanis egymáshoz sem hasonlítanak. A 32, 43. min-



7. ábra. A gerecsei teraszok nehézásvány összetételei

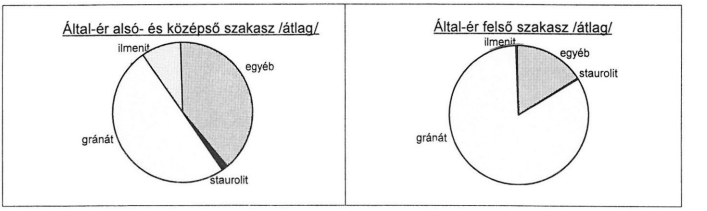
Fig. 7 The heavy mineral spectra of the terraces of the Gerecse Mountains

tavételi pontok zoizit tartalmukkal ütnek el környezetüktől, a 42. és a 33. feltárások nehézásványspektruma gránát, limonit, ilmenit, hornblende, epidot tekintetében tér el. Külön csoportot alkotnak az Által-ér alsó és középső szakaszán elhelyezkedő minták (8, 38, 40, 15.), melyek magas magnetit és ilmenit tartalommal bírnak, kisebb a gránáttartalmuk, nagyobb a hipersztén és a staurolit mennyisége.

Következtetések

– Az eredmények csak azonos mintavételezésen és mintaelőkészítésen átesett mintákkal hasonlíthatók össze.

– A minták tömegeloszlásának és nehézásványspektrumának értékelése hasonló, ez azt jelzi, hogy a különbségek már a mintaelőkészítés folyamán kialakulnak, s a frakciók eltérő tömegeloszlásában jelennek meg. Ugyanakkor az *I. táblázat* eredményeinek értékelését az *II. táblázat* csak részben igazolja vissza.



8. ábra Az Által-éri feltárások nehézásvány összetételei

Fig. 8 The heavy mineral spectra of the outcrops of the Által-ér

Ennek oka, hogy az I. *táblázat*, 3 paraméter (PII–PIII–D) értékeinek feldolgozásával kialakult különbségek megoszlanak a *II. táblázat* 20–30 paramétere között, azaz ezen összefüggések tisztázása bonyolultabb.

– A minták tömegeloszlása alapján a következő teraszok mutathatók ki: ártér, II/a, II/b, IV–VI, a minták nehézásványtartalmában csak a II/a–II/b. és a IV–VI. teraszok közti különbség mutatható ki. A nehézásványösszetételből nem következik a teraszok valószínűsíthető száma.

– A nehézásványspektrum a IV. sz. teraszon belül ingadozik. A szint kialakulásakor jelentős különbségek voltak az adott szakaszhoz tartozó lepusztulási területek között, a szinten belül eltérő földtani kifejlődések interferálódnak. A II/a–II/b. teraszon belül a változatosság lényegesen kisebb.

– A IV. sz. terasz és a III–V–VI. között nem lehet különbséget tenni, azaz jellegükben azonosak, ez azt jelzi, hogy hasonló földtani háttér mellett képződtek. A II/a–II/b és a IV. teraszok közti különbségek a lepusztulási környezetek közti különbségre vezethetők vissza, a IV. terasz anyagának lerakódása idején a Duna mellett más folyók (pl. Kárpátokból) üledékei is nagyobb szerepet játszottak az üledékképződésben. Erre utal, hogy a IV. teraszok feküje Sashegy-puszta és Neszmély között azon keresztrétegzett homok, mely képződésében a Kárpátok folyói is részt vettek.

– Az Által-éri minták összetétele mind a gerecsei, mind a kisalföldi területtől eltér, az Által-ér alsó-középső (Tatai-árok) és felső (Vértes É-i előtér) szakaszán eltérő nehézásványspektrumok fordulnak elő. Ez valószínűleg annak következménye, hogy a felső szakasz a Vértes oligomiocén (Csatkai F.) képződményei, míg az alsó szakasza – magas magnetit-ilmenit tartalom – a Gerecse kréta törmelékes kifejlődés (Neszmélyi F.) hatása alatt áll. A felső és középső szakasz mintáinak tömegeloszlása hasonló, ugyanakkor nehézásványtartalmuk különböző, ennek az a magyarázata, hogy a tömegeloszlás értékeléséhez használt frakciók (PII, PIII, D) nem tartalmazzák a nehézásványspektrumban megjelenő különbségeket (ilmenit, magnetit – F, PI frakciók). Az Által-ér felső szakaszának feltárásai egymáshoz sem hasonlítanak, ezen a területen további részletesebb vizsgálatok szükségesek a lepusztulási területek azonosításához.

Köszönetnyilvánítás

Jelen munka az OTKA T 016788 sz. projekt támogatása révén készült, ezúton szeretnék köszönetet mondani a projekt irányítóinak.

Irodalomjegyzék–References

Bacsák Gy. 1955: A pliocén és a pleisztocén az égi mechanika megvilágításában. – *Földt. Közl.* **85**, 70–105.

Cholnoky J. 1925: A folyóvölgyekről. – *Mat. Term. Tud. Ért.* **42**, 101–110.

Császár, G., Árgyelán, G. 1994: Stratigraphic and micromineralogic investigations on Cretaceous Formations of the Gerecse Mountains, Hungary and their palaeogeographic implications. – *Cretaceous Research* **15**, 417–434.

Detre Cs. 1998: A szferulák. Kozmikus események hírnökei. – *Term. Világa* **2**, 71–73.

Gedeonné Rajetzky M. 1973: Fosszilis folyóvízi üledékek mikrominerológiai spektrumának értelmezése recens hordalékvizsgálatok alapján. – Földt. Közl. **103**, 285–293.

Gyuricza Gy. 1994: Mikrominerológiai vizsgálatok Paks térségében. – MÁFI Kézirat. 50 p.

Hahn Gy. 1972: Tata környékének geomorfológiai képződményei. – *Földr. Ért.* **21/4**, 389–408.

Hahn Gy. 1989: A magyarországi kavicsszintek és teraszok kronológiai átértékelésének gyakorlati jelentősége. – *Földt. Kut.* **32/4**, 59–64.

Hermann M. 1956: Kisalföldi és dunántúli pannóniai homok mikrominerológiai vizsgálata. – *Földt. Közl.* **86**, 59–65.

Jámbor Á. 1980: A Dunántúli- középhegység pannon képződményei. – *MÁFI Évkönyve* **62**, 259 p.

Jámbor Á., Korpás L. 1969: A Dunántúli- középhegység kavicsképződményeinek rétegtani helyzete. – *MÁFI Évi Jel.* **1969-ről** 75–92.

Kéz A. 1934a: A Duna Győr-Budapesti szakaszának kialakulásáról. – *Földr. Közl.* **62**, 175–193.

Kéz A. 1934b: A Duna visegrádi áttörése. – *MTA Mat. és Term. Ért.* 713–751.

Krolopp E. 1991: Kisalföldi folyóvízi képződmények Mollusca-faunája, – MÁFI Kézirat 16 p.

Mike K. 1991: Magyarország ősvízrajza és felszíni vizeinek története. – Aqua Kiadó, Bp. 698 p.

Milankovich, M. 1930: Mathematische Klimalehre. Hb. d. Klimatologie. 1. köt. Berlin 176 p.

Molnár B. 1963: A Délalföldi pliocén és pleisztocén üledékek tagolása nehézásvány-összetétel alapján. – *Földt. Közl.* **93/1**, 97–107.

Molnár B. 1964: A magyarországi folyók homoküledékeinek nehézásvány-összetétel vizsgálata. – *Hidr. Közl.* **8**, 347–355.

Molnár B. 1969: A szemcsenagyság és a nehézásvány összetétel összefüggései. – *Földt. Kut.* **12/2**, 8–17.

Molnár P. 1995: Duna teraszok- Fejlődési modell, – MÁFI Kézirat 14 p.

Morton A.C.1991: Geochemical studies of detrital heavy minerals and their application to provenance research. – *Geological Society Special Publication* **57**, 31–45.

Nemesi L. et al. 1994: A kisalföldi medence aljzatának és kéregszerkezetének kutatása az ELGI-ben 1982–90 között. – *Geof. Közl.* **39/2–3**, 193–223.

Pécsi M. 1959: A magyarországi Duna-völgy kialakulása és felszínalaktana. – Akadémiai kiadó Bp. 292 p.

Pécsi M. 1973: Geomorphological position and absolute age of the Lower Paleolithic site at Vértesszőlős. – *Földr. Közl.* **21**(97), 109–115.

Pécsi M. et. al. 1980: A Gerecse hegység geomorfológiai szintjei. – MÁFI Adattár 84 p.

Pécsi M. 1991 : A magyarországi Duna-völgy teraszai és szintjei. – In: Pécsi M.: *Geomorfológia és domborzatminősítés. MTA FKI kiadvány*, Bp. 36–57.

Szádeczky-Kardoss E. 1938: Geologie der Rumpfungarlandischen kleinen Tiefebene – *A soproni Bánya és Erdőmérnöki Főiskolai Közl.* **10** (2). 444 p.

Vass, D. et al. 1990: Out-line of Danube basin geology. – *Földt. Közl.* **120**, 193–214.

A kézirat beérkezett: 1998. 09. 10.