

Az alföldi pannóniai s.l. képződmények ásványi összetétele I. A pannóniai s.l. homokok és homokkövek jellemzői és eredete

*The mineral composition of the Pannonian s.l. Formations in the
Hungarian Plain (I). The characteristics and origins of the Pannonian s.l.
sands and sandstones*

THAMÓNÉ BOZSÓ Edit¹ – JUHÁSZ Györgyi¹ – Ó. KOVÁCS Lajos²

(9 ábra, 1 táblázat)

*Tárgyszavak: pannóniai s.l., Alföld, homokok és homokkövek, nehézasványok, bezsállítási irányok,
statisztikai vizsgálatok*

*Keywords: Pannonian s.l., Alföld (Hungarian Plain), sands and sandstones, heavy minerals, transport directions,
statistical methods*

Abstract

The composition and origin of sediments transported from different directions into Lake Pannon – which was on the area of the Hungarian Plain during the Late Miocene – Pliocene (Pannonian s. l.) – were studied on the basis of the available heavy mineral data of 868 sand and sandstone samples from 53 boreholes. Statistical methods were also used and the depositional facies were taken into account.

Based on the results of cluster and discriminant analyses, characterize the mineral composition of sediments which came from different directions could be characterised, the transport directions based on seismic interpretations could be corrected, and transport directions far from the source areas could be deduced (e.g. sands coming from NW reached the middle and southern parts of the Hungarian Plain). The results of correlation analysis indicate the origin of some minerals and also point towards selective sorting.

The occurrence of heavy minerals shows that the detritus of the low grade metamorphic rocks of the Carpathians; and recycling of older sedimentary rocks (primarily flysch sediments of the surrounding areas) spread almost over the whole area that was studied. Minerals that originated from medium- and high-grade metamorphic rocks are most abundant in the NW, in the fluvial sands of the Jászság Basin and the Danube–Tisza Interfluve. These minerals originated in the Western Carpathians, the Alps and the Bohemian Massif. In the sands that came from the NE, minerals from the Inner Carpathian volcanites are characteristic; they are most frequent in the North part of the Transtisza region, but also occur in its southern part, and in other areas, too. The sediments which came from the SE and E into the Hungarian Plain are subordinate in quantity and have a varying composition. They originated from the Apuseni Mountains.

Összefoglalás

A Pannon-tó alföldi területére különböző irányokból érkező üledékanyag összetételét 53 db fúrás 868 db homok, illetve homokkő mintájának korábbi mikromineralógiai vizsgálati eredményei alapján értékeltük ki, részben statisztikai módszerek segítségével, figyelembe véve a képződmények fáciesét is.

Az alkalmazott klaszteranalízis és diszkriminancia-analízis eredményei alapján sikerült jellemezni a fő bezsállítási irányokból érkezett üledékek összetételét, tovább pontosítani a szeizmikus mérések alapján

¹Magyar Állami Földtani Intézet, Medenceanalízis Osztály, 1143 Budapest, Stefánia út 14.

²Magyar Geológiai Szolgálat, Információs Központ, 1143 Budapest, Stefánia út 14.

kijelölt üledékbeszállítási irányokat, és meghatározni a lehordási területtől távolabbra jutott homokok beszállítási irányait, például azt, hogy az ÉNY felől érkező homokok eljutottak az Alföld középső és déli részére is. A korrelációszámítás eredményei segítségével egyes ásványok eredetére következtettünk, és kimutathatóvá vált a szelektív osztályozódás hatása is.

A nehézásványok elterjedése alapján arra következtettünk, hogy a Kárpátok kiskövi metamorfózis során keletkezett kőzeteiből, illetve idősebb üledékes kőzetek, elsősorban a Pannon-medencét övező flis áthalmazódásából az Alföldön szinte mindenhová eljutott a törmelékanyag. Közepes és nagy fokú metamorfitokból az ÉNy-i felhalmozódási területre érkezett a legtöbb anyag, elsősorban a Jászsági-medence és a Duna-Tisza köze folyóvízi homokjaiba, melyek forrásközei a Nyugati-Kárpátokban, az Alpokban és a Cseh-masszívumban lehettek. Az ÉK felől érkező homokokra a belső-kárpáti vulkáni vonulatból származtatható ásványok jellemzőek, melyek az Észak-Tiszántúlon a leggyakoribbak, de a Tiszántúl déli részén és másutt is számottevő a mennyiségük. Az Alföldre DK, K felől érkező, alárendelt, változatos összetételű üledékanyag az Erdélyi-középhegységéből származtatható.

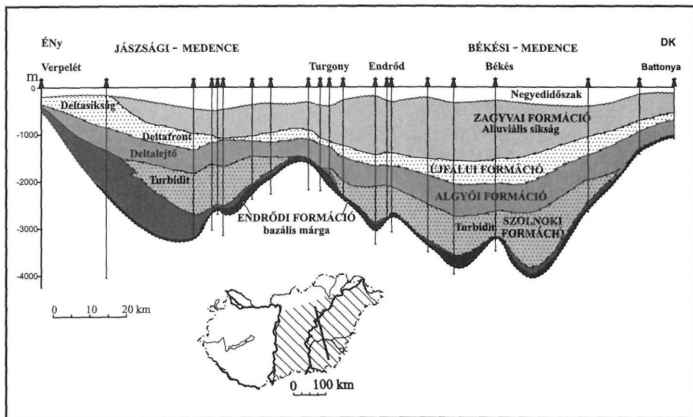
Bevezetés

A szedimentológiai adatok, a szeizmikus és lyukgeofizikai mérések, valamint a szekvenciasztratigráfiai eredmények alapján a Pannon-tó Alföldre eső területére az üledékanyag elsősorban ÉNy és ÉK, alárendelten DK felől érkezett nagy folyóvízi és deltarendszereken keresztül a pannóniai s.l. során. A homok- és homokkőminták mikromineralógiai vizsgálati eredményei alapján az üledékanyag eredetére vonatkozóan számos következtetést vontak már le korábban. A mikromineralógiai adatok mostani együttes kiértékelése viszont lehetővé teszi az ásványi összetétel térbeli és időbeli változásának nyomonkövetését, a fő beszállítási irányokból érkezett üledékanyag összetételének jellemzését és eredetének kiderítéséhez is hozzájárul.

A vizsgált pannóniai s.l. üledéksor az extenziós medence kialakulását követő post-rift tektonikai fázisban, a fokozatosan kiédesedő Pannon-tó süllyedő medencéjében rakódott le (HORVÁTH 1993, HORVÁTH & CLOETHING 1996). A pannóniai során a medencét az ÉNy-i és ÉK-i irányból progradáló deltarendszerek által szállított hatalmas mennyiségű törmelékanyag fokozatosan töltötte fel, míg a már feltöltött területeken folyóvízi üledékek rakódtak le (BÉRCZI & PHILLIPS 1985, POGÁCSÁS et al. 1988, RÉVÉSZ et al. 1989, JUHÁSZ 1992, 1994, VAKARCS 1997, MAGYAR et al. 1999, TÓTHNÉ MAKK 2002, JUHÁSZ et al. 2006). Az így képződött üledékanyag vastagsága az Alföldön meghaladja az 5000 m-t, legvastagabb a Jászsági- és a Békési-medencében, valamint a Makó-Hódmezővásárhelyi- és a Derecskei-árokban.

A medencét alulról fölfelé fokozatosan sekélyedő vízmélységben képződött litofáciesek építik fel (JÁMBOR et al. 1987, BÉRCZI et al. 1987, JÁMBOR 1991, JUHÁSZ 1992, 1994). A néhány helyen előforduló szigetek partvonala mentén parti konglomerátum és homok képződött (Békési Formáció). A hemipelágikus bazális márgák (Endrődi Formáció) fölött a medence legmélyebb zónáiban finomhomokos turbiditek települnek (Szolnoki Formáció), amelyek helyenként több száz méter vastagságot érnek el. A turbiditek fölött az Alföldön általános elterjedésű nyíltvízi, medencelejtőn, illetve deltaletjtőn képződött agyagmárga összletet találunk helyenként homokos üledékekkel (Algyői Formáció). E fölött deltafont, deltasíkság és parti síkság környezetekben leülepedett képződmények települnek (Újfalui Formáció), melyekben a deltaágak mederkitöltéseit, valamint torkolati zátonyait finom és középszemcsés homok építi fel. (Ez utóbbi képződményekre a szövegben „deltafáciesű homokként” utalunk.) A tó környezetében, illetőleg feltöltődése után

lerakódott folyóvízi üledékek alkotják a pannóniai üledéksor legfelső tagját (Zagyvai és Nagyalföldi Formáció). A folyóvízi képződményekben a mederkitöltések, övzátonytestek és a gátszakadási üledékek adják a homok testeket. Az itt felsorolt pannóniai litofáciesek fáciesasszociációkat alkotnak, amelyek térben nagyon jól korrelálhatók és térképezhetők az Alföldön (1. ábra). Jelen munka célja az Alföldre a különböző beszállítási irányokból érkezett pannóniai s.l. homok és



1. ábra. Hagyományos földtani szelvény az Alföld pannóniai s. l. rétegsorában (JUHÁSZ 1992)

Fig. 1 Geological cross-section of the Pannonian s.l. succession (JUHÁSZ 1992)

homokkő képződmények ásványi összetételének jellemzése, eredetük kutatása és a lehordási területtől távolabbra jutott üledékek beszállítási irányainak meghatározása volt.

Az Alföld pannóniai képződményeinek származása a korábbi mikromineralógiai vizsgálati eredmények alapján

A hazai pannóniai homok- és homokkőtestekből igen sok, közel háromezer mikromineralógiai vizsgálat készült, melyek egy része az Alföldön mélyült fúrások anyagának vizsgálatára irányult. A Duna–Tisza közén MOLNÁR (1965a) vizsgálatai szerint a klorit- és karbonátgazdag pannóniai üledékek elsősorban paleozoos kristályos kőzetekből és karbonátokból származtathatók, és a felső-pannóniai homokok és homokkővek ásványi összetétele lényegesen összetettebb, mint az alsó-pannóniai homokoké, de hasonló a pleisztocén üledékekéhez. A Duna–Tisza köze déli részére ÉÉNy-ról és Ny-ról metamorfitek és magmás kőzetek lehordásából érkezett az üledék (MOLNÁR 1977), és a Duna hordalékkúpja a késő-pannóniaiban egészen

Szegedig húzódtott (MOLNÁR 1990). ELEK (1979a) szerint a Duna–Tisza köze középső részén a metamorf kőzetekből származó üledékanyag mellett a fúrások felső szakaszán az amfibolok és piroxének közeli andezitek lehordását jelzik. Jánoshalmánál az alsó-pannóniaiainál változatosabb összetételű felső-pannóniai homokok a dunántúli és az alföldi azonos korú képződményekhez hasonlóak (FRANYÓ 1988).

MOLNÁR & FEKETE (1973) kimutatta, hogy Jászládánál a felső-pannóniai-pliocén üledékek elsősorban a Szlovák-érchegység kistökű metamorf kőzeteiből, alárendetebben a Mátra andezitjéből, valamint a Gömöridák és a Bükk karbonátjaiból származtathatók. GEDEONNÉ RAJECZKY (1976a) szerint az Észak-Alföldön a felső-pannóniai-pliocén homokok északról paleozoos alacsony fokú metamorfotokból, részben a Gömöridák glaukofánpalájából, idősebb (oligocén és miocén) üledékes kőzetek áthalmozódásából, valamint egyes helyeken (pl. Egyeknél) északi vulkáni területről érkeztek. A Tiszántúl ÉK-i részén a Gelénes G–1 fúrásban PANTÓ (1966) szerint a homokok összetétele tükrözi a késő-pannóniai riolitos–andezites vulkanizmust. MOLNÁR (1965a) a neogén vulkanitokból származó barna amfibolt jellemzőnek tekintette az alföldi pannóniai homokokra, amely külön nehézsárvány provinciát alkot. A Tiszántúl középső részén Vésztonnál ELEK (1980a) D és DK felől az Erdélyi-középhegység metamorf kőzetanyagának behordását és miocén üledékes kőzetek áthalmozódását feltételezte. MOLNÁR (1966a) szerint a Békési-medencébe, illetve Szarvas térségébe a kloritgazdag üledékanyag északról érkezett metamorfított lehordásából, Gyomához pedig a nagy magnetit tartalmú homokok ÉNy vagy É felől. GEDEONNÉ RAJECZKY (1976b) vizsgálatai alapján Szarvasnál a fiatalabb pannóniai üledékekben a klorit és a gránát-epidot nehézsárvány-asszociációk idősebb üledékes kőzetekből halmozódtak át, valamint az Erdélyi-középhegység különböző kőzeteiből származnak. Mindszent és Csongrád térségébe GEDEONNÉ RAJECZKY (1973) szerint északról a Gömöridák, a Vepor és a Tatridák metamorfítottainak lepusztuló anyaga is eljutott, valamint DK-ről a Déli-Kárpátok és a Fojána Ruzska kőzeteiből, valamint részben a peremterületek idősebb üledékes kőzeteinek áthalmozódásából is érkezett törmelékanyag. Az Ős-Duna üledékei is elérték ezt a területet, aminek első jele a gránátos antofillitpala-kavicsok megjelenése a Mindszent K–88 fúrásban 967,3 m mélységben. Csongrádnál a felső-pannóniai homokok nagy klorit és gránát tartalma GEITH (1982) szerint metamorfizálódott kloritgazdag üledékanyag túlsúlyát jelzi a lehordási területen.

Üllésnél MOLNÁR (1965a) vizsgálatai alapján a homokok és homokkő testek anyaga a medencealjzat paleozoos kristályos kőzeteiből és karbonátjaiból, valamint az ásványok egy része (amfibol, gránát, piroxén, magnetit) keletről az Erdélyi-középhegységből származhat. Algyőnél BÉRCZI (1969) szerint a homokkő rétegek ásványai főként metamorfotokból valók és a dunántúli pannóniai, valamint a jelenlegi dunai homokokhoz hasonló összetételük alapján alpi eredetűek, magmás ásványok pedig csak alárendelten fordulnak elő az itteni szelvények felső szakaszán. A DK-Alföldre ÉK és K felől magmás és metamorf kőzetekből érkezhettek az üledék (MOLNÁR 1977), Tótkomlós területére pedig a Déli-Kárpátokból és a Bihar-hegység, ill. Erdélyi-érchegység nagyfokú metamorfitjaiból (FRANYÓ 1992).

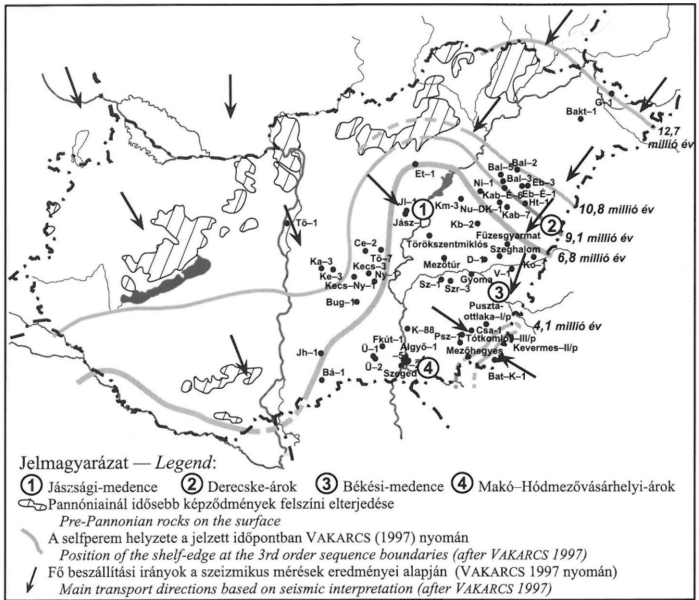
A mikromineralógiai vizsgálati adatok korábbi statisztikus kiértékelése szerint (THAMÓ-BOZSÓ & JUHÁSZ 2002) a Jászsági-medencébe ÉNy és É felől érkezett a gránát és epidot tartalmú üledékanyag a Nyugati-Kárpátok metamorfitjaiból, a biotit és

ilmenit pedig elsősorban közeli vulkanitokból. A Derecskei-árokban a nagy amfibol-, magnetit-, gránát-, biotit- és piroxéntartalmú homok- és homokkőtestek anyaga főként ÉK-ről a belső-kárpáti vulkáni vonulatból származhatott. A Békési-medencébe, ahol az előző ásványok mellett a klorit is jellemző, elsősorban K-ről, az Erdélyi-középhegységéből érkezett a törmelékanyag, míg a Makó-Hódmezővásárhelyi-árok klorit-, gránát-, epidot- és amfibolgazdag homokjaiba ÉNy felől metamorf kőzetekből és a battonyai területen DK-K felől az Erdélyi-középhegységéből. Mindezek mellett az idősebb üledékes kőzetek áthalmazódásából származó anyagnak is mindenütt nagy szerepe lehetett.

Az Alföldre a fő beszállítási irányokból, azaz ÉNy és ÉK felől érkező, kb. 6–8 millió éve lerakódott deltafaciális homokok és homokkövek vizsgálata szerint (THAMÓ-BOZSÓ et al. 2004) azok nagyon hasonló kloritgazdag összetétele metamorf kőzetekből és feltehetően flis áthalmazódásából származhat, míg a plutóni és vulkáni forráskőzetek szerepe alárendelt. Az ÉK-ről érkezett homokokban az amfibol, a piroxén, a biotit és a magnetit-ilmenit gyakorisága neogén vulkanitok anyagának üledékbe kerülését jelzi.

Alapadatok és alkalmazott módszerek

A Pannon-tó alföldi területére különböző irányokból érkező üledékanyag összetételét a korábbi mikromineralógiai vizsgálatok eredményei alapján tanulmányoztuk. A rendelkezésre álló publikált és kéziratot munkákban közölt mikromineralógiai adatok közül csak azokat vettük figyelembe, amelyek pontosan beazonosíthatók voltak, és fáciesüket meg tudtuk határozni, illetve formáció-besorolásukat el tudtuk végezni a fúrások karotázsszelvényei és a fúrási dokumentációk alapján. A besorolás után 53 db fúrásból 868 db homok, ill. homokkőmintát mikromineralógiai adatait vettük figyelembe, melyek legtöbbször 0,1–0,2 mm-es szemcsefrakcióra vonatkozik. A felhasznált adatokat MOLNÁR (1965a, b, c, 1966a, b, 1976, 1977, 1980), MOLNÁR & FEKETE (1973), PANTÓ (1966), VADÁSZ (1969), BÉRCZI (1969), JÁMBOR & SOMSSICHNÉ (1969), SOMSSICHNÉ et al. (1971), RÓNAI (1972), GEDEONNÉ RAJETZKY (1973, 1976a,b), ELEK (1979a, b, 1980a, b, c, 1981, 1987), ELEK et al. (1982), FRANYÓ (1988, 1992), FRANYÓ et al. (1983), GHEITH (1981, 1982), LENNER et al. (1985) és THAMÓ-BOZSÓ et al. (2004) publikációi tartalmazzák. A kiértékelt homok- és homokkőmintákat tartalmazó fúrások elhelyezkedése a 2. ábrán látható, ahol a selfperem különböző helyzeteit és a szeizmikus mérések eredményei alapján kijelölt üledékbeszállítási irányokat is feltüntettük VAKARCS (1997) nyomán. (Néhány fúrás pontos számát a kutatási területen belül a szerzők nem közölték.) A minták térbeli és időbeli helyzete nagyon változó. A legtöbb fúrás nem harántolta át a pannóniai képződményeket, mivel a negyedidőszaki üledékek kutatására irányult. A földtani alapfúrásokból általában igen sok mikromineralógiai vizsgálat készült, míg a mélyebb olajipari fúrásokból szórványosak az adatok. A képződmények pontos kora csak néhány helyen ismert, a Dévaványa D–1 és a Vésztó V–1 fúrásokban paleomágneses mérések történtek (COOKE et al. 1979), a bácsalmási fúrásban bentonitosodott riolitufa betelepüléseken végeztek K/Ar kormeghatározást (KOVÁCS 1992).



2. ábra. A kiértékelt homok és homokkő mintákat tartalmazó fúrások elhelyezkedése

Fig. 2 Location of the wells sampled for sand and sandstone investigation

A kiértékelt minták 200 és 2990 m közötti mélységből valók, harmad részük a mélymedencék területére esik (Jászági-medence, Makó-Hódmezővásárhelyi-árok, Békési-medence, Derecskei-árok), a többi a kevésbé mély helyzetű területekre (2. ábra), zömük finomszemű homok, a közép és durvaszemű homokok ritkábbak, és csak 8%-uk cementálódott homokkővé.

A minták mikromineralógiai adatait statisztikai módszerekkel, klaszteranalízissel, diszkriminancia analízissel és korrelációs számításokkal elemeztük, valamint az üledékek eredetére a fő nehézasványok és az egyes forrásközetekre utaló ásványok alapján következtettünk. Mivel a homokok származásáról a könnyűfrakciónál sokkal változatosabb nehézfrazciónál, azon belül a törmelékes eredetű nehézasványi összetétel hordozza a legtöbb információt, ezért a statisztikai módszerek esetében a minták utáigén és diagenetikus ásványainak elhagyásával csak törmelékes nehézasványi összetételüket vettük figyelembe. Az ásványneveket BOGNÁR (1995) szerint használtuk.

A klaszteranalízis a mintákban előforduló 23 fő törmelékes nehézasvány darabszázalékos gyakorisága alapján készült, olyan eljárással, amely az ásványi összetétel

hasonlóságának mértékét az adatok transzformációja nélkül, abszolút különbségeik (euklideszi távolságuk) alapján számítja, szórásarányosan súlyoz és a csoportok kapcsolatrendszerét a súlyozott átlag technika segítségével építi fel (DAVIS 1986, Ó. KOVÁCS 1986). A klaszteranalízis eredményét megjelenítő dendrogram szemlélteti a minták csoportokba rendeződését, azaz hasonlóságuk, illetve különbözőségük mértékét. Ez a módszer sikeresen alkalmazható az üledékek származásának és beszállítási irányainak kiderítésére (IBBEKEN & SCHLEYER 1991, THAMÓ-BOZSÓ et al. 2002). A klaszteranalízis a kezelhető mintaszám korlátozottsága miatt a minták kisebb, területegységenkénti csoportjain külön-külön készült. A területegységeket úgy alakítottuk ki, hogy a korábbi szeizmikus és szekvenciasztratigráfiai, valamint szedimentológiai kutatások alapján azok bizonyítottan az egyes fő behordási irányokba essenek, illetőleg külön csoportba helyeztük az összefogazódás területeire eső mintákat.

A diszkriminancia-analízis (LE MAITRE 1982, SPSS 1998a, b) egyidejűleg az összes minta összetételének figyelembevételével került alkalmazásra és az alapadatok ugyanazok voltak, mint a klaszteranalízis esetében, néhány igen ritka alkotó elhagyásával. Ez a statisztikai elemzési módszer a minták hasonlóságát előre kijelölt mintacsoportokhoz, illetve azok statisztikai középpontjához viszonyítva adja meg. A mintacsoportok meghatározásakor figyelembe vettük a földtani értelmezések során kapott behordási irányokat, ezek időbeliségét a szekvenciasztratigráfiai vizsgálatok alapján. Öt külön csoportba rendeztük a mintákat: 1. biztosan ÉK-ről érkezett idősebb üledékanyag; 2. biztosan ÉNy-ről érkezett idősebb üledékanyag; 3. a Jászsági-medence ÉK, ill. É felől származtatható fiatalabb üledékanyaga; 4. a DK-Alföld DK felől származtatható fiatalabb üledékanyaga; 5. azok a minták amelyekbe több irányból is érkezhetett üledékanyag. Az 1. és 2. csoport mintáit a 6,8 millió évvel ezelőtti selfperem elterjedésével határoltuk le (2. ábra). A diszkriminancia-analízis eredményeként a minták két- vagy háromdimenziós koordinátarendszerbe kivetítve jeleníthetők meg törmelékes nehézásványaik gyakoriságaira épülő, célszerűen képzett ún. diszkriminancia-függvények alapján. A koordinátarendszerben a minták egy előre kijelölt mintacsoportozathoz való közelebbi helyzete ahhoz való hasonlóságukra utal. A vizsgálat minden egyes mintára meghatározza az előre kijelölt csoportokhoz való hasonlóságának mértékét, és be is sorolja a mintákat ezekbe a csoportokba.

Korrelációs számítással (DAVIS 1986, LE MAITRE 1982) a törmelékes nehézásványok egymáshoz viszonyított mennyiségének alakulását, kapcsolatát vizsgáltuk. Az egymással pozitív korrelációt mutató ásványok feltehetően hasonló eredetűek, vagy az üledékképződés során hasonlóan viselkednek. Ez a módszer segíthet kideríteni az olyan ásványok eredetét, amelyek különböző magmás és metamorf forrásközetekből is származhatnak.

A kiértékelt homokok és homokkövek származására utaló ásványok megjelenését és elterjedését is vizsgáltuk. Ezek az ásványok (pl. glaukofán, sillimanit, kianit, andaluzit, sztaurolit, kőzettöredékek stb.) pontosabban jelzik a homok eredetét (PETTIJOHN et al. 1972, PETTIJOHN 1975, ZUFFA 1985, BALOGH & HAJDÚNÉ MOLNÁR 1991, MANGE & MAURER 1992), még akkor is, ha geokémiai jellemzőikről nem állnak rendelkezésünkre adatok.

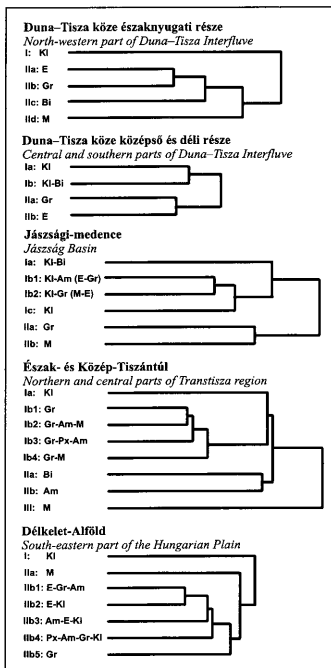
Eredmények

A fúrások karotázsszelvényei és a fúrási anyagok alapján elvégzett fácies-, illetve formációértékelés szerint a vizsgált homok és homokkő minták négy formációba tartoznak. A minták több mint fele (58%) a főként deltafront és deltasíkság fáciesű Újfalui Homokkő Formációból való, sok a Zagyvai Formációba tartozó folyóvízi homok (38%), míg lényegesen kevesebb vizsgálat készült a medencelejtő üledékekből, melyek az Algyői Formációt alkotják (3%), és a turbidit eredetű Szolnoki Homokkő Formációból (1%).

A klaszteranalízis eredményei

A területegységenként készült klaszteranalízis eredményeként kirajzolt dendrogramokon (3. ábra) a csoportok és alcsoportok jele tükrözi az oda tartozó minták leggyakoribb törmelékes nehézásványait.

A Duna-Tisza köze ÉNy-i részéről 3 fúrásból (Tököl Tö-1, Kunadacs Ka-3, Kerekegyház Ke-3) vizsgált 165 db minta – főleg delta-, és részben folyóvízi üledék – két fő csoportot alkot a klaszteranalízis szerint. A kloritgazdag minták az I. csoportba tartoznak. A II. csoport alcsoportjaiban epidot-, gránát-, biotit- vagy magnetitdús mintákat találunk (IIa, IIb, IIc, és IId), amelyek egymáshoz többé-kevésbé hasonlóak. A Duna-Tisza köze középső és déli részén 8 fúrás (Kecske-mét Kec-3 és Kec-NY-1, Nyárlőrinc NY-1, Törtel Tö-7, Cegléd Ce-2, Bugac Bug-1, Jánoshalma Jh-1, Bácsalmás Bá-1) 168 db mintája delta és folyóvízi üledékeket képvisel. Ezek is két fő csoportot alkotnak, a klorit- és klorit-

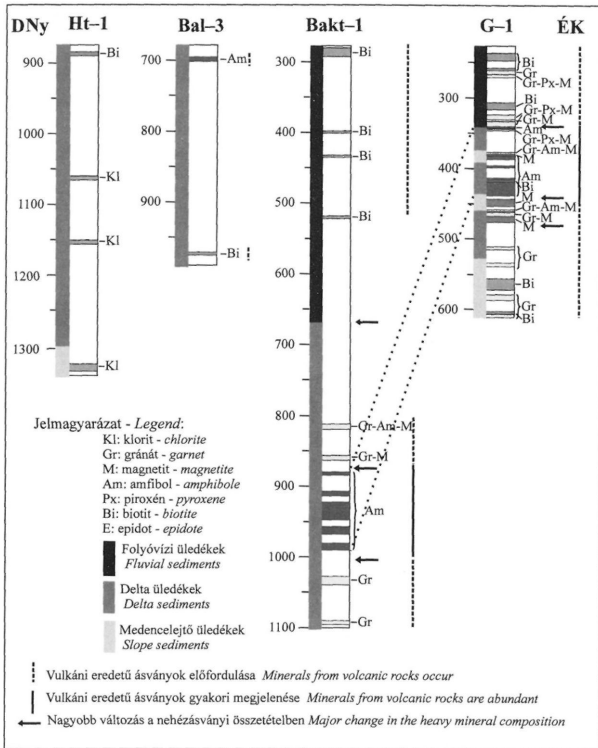


3. ábra. A klaszteranalízis eredménye. KI: klorit, Gr: gránát, E: epidot, M: magnetit, Am: amfibol, Px: piroxén, Bi: biotit. Figyelembe vett törmelékes nehézásványok: amfibol, andaluzit, apatit, biotit, cirkon, epidot, gránát, hematit, kianit, klinizoisit, klorit, kloritoid, korund, magnetit-ilmenit, piemontit, piroxén, rutil, sillimanit, szerpentin, staurolit, titanit, turmalin, zoisit

Fig. 3 Dendrograms of the results of cluster analysis. KI: chlorite, Gr: garnet, E: epidote, M: magnetite, Am: amphibole, Px: pyroxene, Bi: biotite. Detrital minerals, which were taking into account: amphibole, andalusite, apatite, biotite, zircon, epidote, garnet, hematite, kyanite, clinizoisite, chlorite, chloritoid, corundum, magnetite-ilmenite, piemontite, pyroxene, rutile, sillimanite, serpentine, titanite, staurolite, tourmaline, zoisite

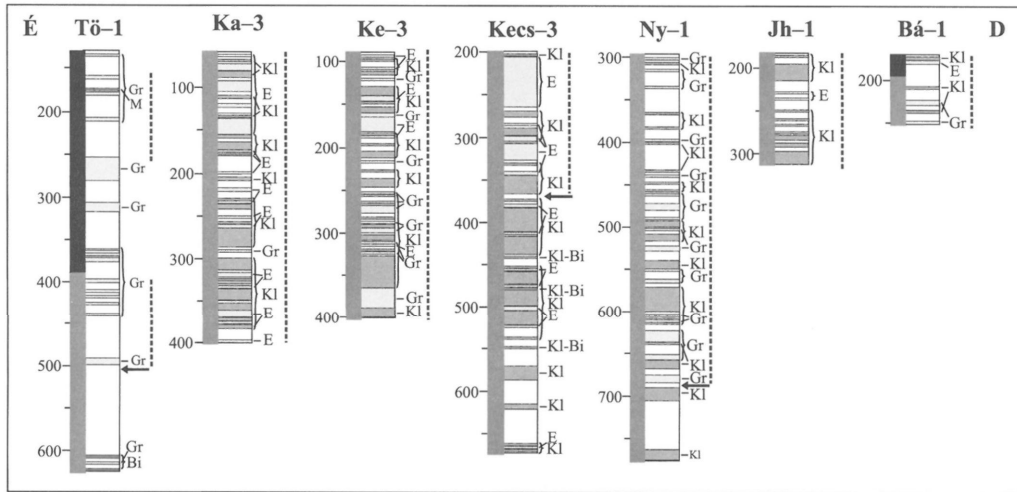
biotitban gazdag minták az I., a nagy gránát- és epidottartalmúak pedig a II. csoportba tartoznak. Eszerint a Duna-Tisza közén a homok-, illetve homokkőminták fele nagy kloritartalmú (I. csoport) és némileg elkülönül a többi mintától.

A Jászsági-medence 3 fúrásából (Jászladány JI-1 és Jász-I, Erdőtelek Et-1) vizsgált 112 db minta szintén főként delta és részben folyóvízi fáciesű. Itt is két fő csoport és több alcsoport alakult ki (3. ábra). Az I. csoportba a kloritgazdag minták tartoznak, amelyek egy részében számottevő a biotit, illetve az amfibol, az epidot, a gránát és a



4. ábra. A homokok és homokkővek jellemző nehézasványi összetétele az ÉK-Tiszántúlon (Az ábrákon helyszűke miatt a mintákat tartalmazó fúrásrészvény-szakaszok nem a jelenlegi felszínalatti mélységüknek megfelelően kerültek ábrázolásra.)

Fig. 4 Characteristic heavy minerals of sand and sandstone bodies on the NE part of Trans-Tisza region (Borehole sections with the samples are not illustrated in the figures according to their recent depth because of the lack of space.)



5. ábra. A homokok és homokkövek jellemző nehézasványi összetétele a Duna-Tisza közén. Jelmagyarázat a 4. ábrán

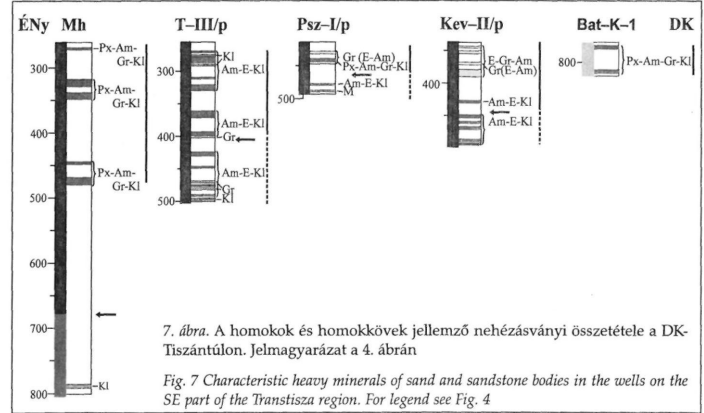
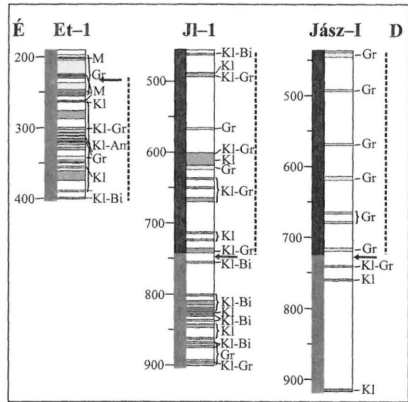
Fig. 5 Characteristic heavy minerals of sand and sandstone bodies in the wells on the Danube-Tisza interfluvium. For legend see Fgi. 4

6. ábra. A homokok és homokkővek jellemző nehézasványi összetétele a Jászági-medencében. Jelmagyarázat a 4. ábrán

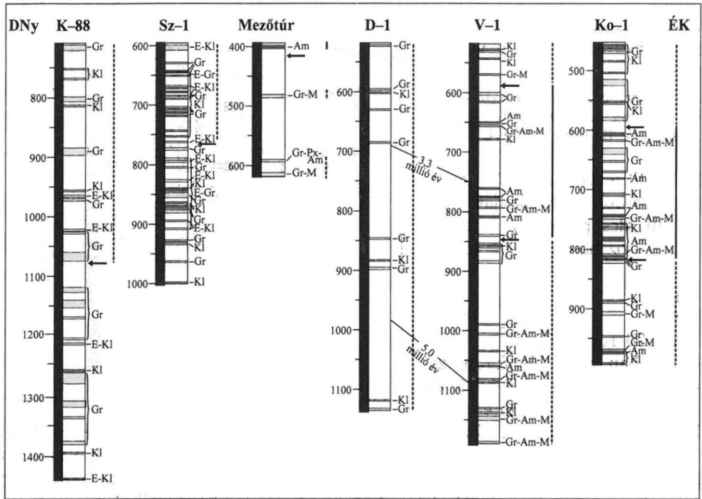
Fig. 6 Characteristic heavy minerals sand and sandstone bodies in the wells on the Jászág basin. For legend see Fig. 4

magnetit is. Gránát, illetve magnetitűs homokok alkotják a IIa és IIb alcsoportokat, amelyek egymáshoz hasonlóak, és többé-kevésbé eltérnek a kloritban gazdag mintáktól.

Az Észak- és Közép-Tiszántúlon 20 fúrás 202 db mintája elsősorban delta és folyóvízi, alárendelten medencelejtő és turbidit üledék (Gelénes G-1, Baktalórántház Bakt-1, Balmazújváros Bal-2, -3, -5, Ebes Eb-3 és Eb-É-1, Hajduszóvát Ht-1, Kaba Kb-2, Kab-7 és Kab-É-6, Nádudvar Nu-DK-1, Nagyiván Ni-1, Kunmadaras Km-3, Dévaványa D-1, Vésztő V-1, Komádi Ko-1, Mezőtúr, Füzesgyarmat, Szeghalom). Ezek három fő csoportba sorolhatók (3. ábra), a kloritűs az Ia, a gránátban gazdagok a Ib csoportba tartoznak, az utóbbi alcsoportjaiban az amfibolok, a piroxének, illetve a magnetit is jellemző. Biotit- és amfibolgazdag homokok alkotják az egymáshoz kissé hasonló IIa és IIb alcsoportokat. A III. csoport mintái nagy magnetit tartalmuk miatt különülnek el.



7. ábra. A homokok és homokkővek jellemző nehézasványi összetétele a DK-Tiszántúlon. Jelmagyarázat a 4. ábrán
 Fig. 7 Characteristic heavy minerals of sand and sandstone bodies in the wells on the SE part of the Transisza region. For legend see Fig. 4



8. ábra. A homokok és homokkővek jellemző nehézasványi összetétele a Tiszántúl középső részén. Jelmagyarázat a 4. ábrán

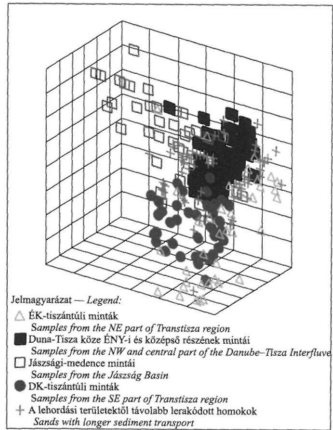
Fig. 8 Characteristic heavy minerals of sand and sandstone bodies in the wells on central part of Trans-Tisza region. For legend see Fig. 4

A Délkelet-Alföldön 19 fúrásból vizsgált 221 db minta elsősorban a folyóvízi üledékeket képviseli, kevesebb a deltafaciésű, és csak néhány medencelejtő, ill. turbidit üledék akad köztük (Forráskúti Fkút-1, Csanádapáca Csa-1, Pusztaszőlős Psz-1, Üllés Ü-1, -2, Algyő-1, -2, -4, -5, Mindszent K-88, Szarvas Szr-3 és Sz-1, Battonya Bat-K-1, Pusztatoftlaka-I/p, Kevermes-II/p, Tótkomlós-III/p, Gyoma, Mezőhegyes, Szeged). Ezek két fő csoportot alkotnak, az I. csoportban kloritdúsak, a II. csoport alcsoportjaiban változatos összetételű, nagy magnetit-, epidot-, amfibol-klorit-, piroxén- és gránáttartalmú minták találhatóak, amelyek egymással rokonságban vannak (3. ábra).

A 4-8. ábrákon a fontosabb fúrászelvények mentén a vizsgált minták klaszteranalízissel nyert csoportokba, illetve alcsoportokba tartozását tüntették fel, leggyakoribb nehézasványaik jelölésével. Ezek az ábrákon helyszűke miatt a mintákat tartalmazó fúrászelvény-szakaszok nem a jelenlegi felszínalatti mélységüknek megfelelően kerültek ábrázolásra. Az egyveretű, főként csak kloritban dús üledékanyagot tartalmazó fúrásokat nem ábrázoltuk. A különböző területek mintáinak összehasonlítására további két klaszteranalízis is készült a kloritban gazdag homokok elhagyásával, melyek eredményeit a kiértékelésnél figyelembe vettük.

A diszkriminancia-analízis eredményei

A minták törmelékes nehézásványi összetétele alapján készült diszkriminancia-analízis eredményét háromdimenziós koordináta-rendszerbe vetítve a 9. ábra mutatja. Eszerint a biztosan különböző irányokból érkezett mintacsoportok elkülönülnek egymástól, bár átfedések is vannak közöttük. Legjobban az ÉK-Tiszántúlról vizsgált, ÉK felől származtatható minták különülnek el (G-1, Bakt-1, Bal-2, -3, -5, Eb-3, Eb-É-1, Ht-1, Kb-2, Kab-7, Kab-É-6, Nu- DK-1), amelyeket szürke háromszögek jelölnek a 9. ábrán. Hozzájuk némileg hasonlóak, de azért elkülönülnek a DK-Tiszántútra DK felől érkező homokok (Bat-K-1, Pusztatotlaka-I/p, Kevermes-II/p, Tótkomlós-III/p, Mezőhegyes); sötétszürke koronggal jelezve. A Jászsági-medence üledékeit szemléltető üres szürke négyzetek (Jl-1, Jász-I, Et-1) más irányban csoportosulva különülnek el. A Duna-Tisza közére ÉNy felől érkező homokokat jelző fekete négyzetek (a Tő-1, Ka-3, Ke-3, Kec-3, Kec-Ny-1, Ny-1, Tő-7, Ce-1, Bug-1 fúrások mintái) az adott koordináta-rendszerben ábrázolt mintaegyüttes központi részén található, és a többi csoport mintáinak egy része velük átfedést mutat.



9. ábra. A diszkriminancia analízis eredménye

Fig. 9 Result of discriminant analysis

A korrelációs számítás eredményei

A korrelációs számítás a peremterületekhez közelebb elhelyezkedő homokok és homokkövek beszállítási irányok szerinti csoportjaira külön-külön készült. Példaként az 1. táblázat a Duna-Tisza közti mintákra vonatkozó adatokat tartalmazza, amelyekhez többé-kevésbé hasonló eredmények adódtak a többi területen is. A legszembetűnőbb, hogy minden mintacsoport, azaz minden fő beszállítási irány esetében jellemző a klorit erős negatív korrelációja a nehézásványok leg-többjével, legerősebben a gránáttal és a magnetittel. A klorit csak a biotittal mutat pozitív korrelációt a Duna-Tisza közén és a Jászsági-medencében, valamint a kloritokkal és a turmalinnal a DK-Tiszántúlon. A biotit általában csak a klorittal áll pozitív korrelációban, ami a szelektív osztályozódással magyarázható, mivel ezek a csillámok a szállítás és a lerakódás közben hasonlóan viselkednek. A nagyobb fokú metamorfózis során keletkező kianit, andaluzit és sztaurolit általában egymással és más metamorf ásványokkal (epidot, klinozoisit, zoisit) korrelál. A titanit is mindig pozitív korrelációt mutat néhány metamorf ásvánnyal. A gyakori ásványok közül a gránát minden területen pozitív korrelációban áll különböző metamorf eredetű

1. táblázat. A Duna–Tisza közéről vizsgált homok és homokkő minták korrelációs számításának eredménye (308 db minta). A vastag, illetve a vastag és aláhúzott számok jelzik, hogy az ásványok között a korreláció a 0,05, illetve a 0,01 valószínűségi szinten szignifikáns (SPSS 1998b)

Table 1 Result of correlation analysis of sand and sandstone samples on the Danube–Tisza Interfluvium (308 samples). Bold, and bold and underlined numbers show that the correlation between minerals is significant at a probability level of 0.05, and 0.01, respectively

	andaluzit	apatit	cirkon	biotit	kianit	epidot	gránát	klorit	kloritoid	klinozoisit	magnetit	rutil	sztaurolit	titanit	turmalin	zoisit	amfibol	piroxén
andaluzit	1	0.233	0.489	0.020	-0.051	-0.095	0.136	-0.192	-0.039	-0.147	0.272	0.322	0.257	-0.030	0.054	0.456	-0.116	0.026
apatit	0.233	1	0.315	-0.010	-0.038	-0.308	0.311	-0.166	-0.105	-0.098	0.014	0.483	0.103	-0.081	-0.102	-0.011	-0.079	0.591
cirkon	0.489	0.315	1	-0.015	0.057	-0.014	0.224	-0.291	0.033	-0.106	0.273	0.454	0.254	0.046	0.115	0.271	-0.116	-0.031
biotit	-0.020	-0.010	-0.015	1	-0.136	-0.235	-0.196	0.063	-0.096	-0.273	-0.034	0.027	0.178	-0.045	-0.069	-0.096	-0.193	-0.109
kianit	-0.051	-0.038	0.057	-0.136	1	0.152	0.356	-0.393	0.158	0.077	0.067	-0.003	-0.003	-0.015	0.463	0.022	0.038	-0.051
epidot	-0.095	-0.308	-0.014	-0.235	0.152	1	0.059	-0.530	0.051	0.473	0.044	-0.090	-0.120	0.252	0.036	0.130	0.317	-0.383
gránát	0.136	0.311	0.224	-0.196	0.356	0.059	1	-0.724	0.000	0.100	0.060	0.268	0.118	0.120	0.198	0.094	0.033	0.315
klorit	-0.192	-0.166	-0.291	0.063	-0.393	-0.530	-0.724	1	-0.017	-0.302	-0.383	-0.245	-0.077	-0.118	-0.269	-0.245	-0.315	-0.112
kloritoid	-0.039	-0.105	0.033	-0.096	0.158	0.051	0.000	-0.017	1	0.044	0.027	-0.040	-0.039	0.048	0.214	0.002	-0.104	-0.118
klinozoisit	-0.147	-0.098	-0.106	-0.273	0.077	0.473	0.100	-0.302	0.044	1	-0.047	-0.149	-0.137	0.111	-0.100	0.135	0.224	-0.036
magnetit	0.272	0.014	0.273	-0.034	0.067	0.044	0.060	-0.383	0.027	-0.047	1	0.150	-0.081	0.001	0.123	0.246	-0.076	-0.092
rutil	0.322	0.483	0.454	0.027	-0.003	-0.090	0.268	-0.245	-0.040	-0.149	0.150	1	0.165	-0.053	0.075	0.134	-0.145	0.102
sztaurolit	0.257	0.103	0.254	0.178	-0.003	-0.120	0.118	-0.077	-0.039	-0.137	-0.081	0.165	1	-0.009	0.143	0.102	-0.061	-0.017
titanit	-0.030	-0.081	0.046	-0.045	-0.015	0.252	0.120	-0.118	0.048	0.111	0.001	-0.053	-0.009	1	-0.021	-0.055	0.015	-0.100
turmalin	0.054	-0.102	0.115	-0.069	0.463	0.036	0.198	-0.269	0.214	-0.100	0.123	0.075	0.143	-0.021	1	0.052	-0.056	-0.224
zoisit	0.456	-0.011	0.271	-0.096	0.022	0.130	0.094	-0.245	0.002	0.135	0.246	0.134	0.102	-0.055	0.052	1	-0.035	-0.045
amfibol	-0.116	-0.079	-0.116	-0.193	0.038	0.317	0.033	-0.315	-0.104	0.224	-0.076	-0.145	-0.061	0.015	-0.056	-0.035	1	0.145
piroxén	0.026	0.591	-0.031	-0.109	-0.051	-0.383	0.315	-0.112	-0.118	-0.036	-0.092	0.102	-0.017	-0.100	-0.224	-0.045	0.145	1

ásványokkal (kianit, epidot, kloritoid, andaluzit, sztaurolit), ami a gránát döntően metamorf eredetét jelzi.

A piroxének a legtöbb területen gyengébb-erősebb pozitív korrelációt mutatnak az apatittal, valamint egyes metamorf ásványokkal. Az amfibolok általában nincsenek erős korrelációban a többi ásvánnyal, gyenge pozitív korrelációban állnak a piroxénnel az ÉK-Tiszántúlon és a Duna–Tisza közén, valamint az utóbbi terület és a Jászsági-medence homokjaiban az epidottal és a klinozoisittal is. A magnetit a Duna–Tisza közén és a Jászsági-medencében elsősorban metamorf ásványokkal, valamint a cirkonnal, a rutilal és a turmalinnal, a DK-Alföldön pedig a gránáttal áll pozitív korrelációban. A turmalin a Duna–Tisza közén és a Jászsági-medencében főként metamorf eredetű ásványokkal, valamint a magnetittel, a cirkonnal, a gránáttal, míg az ÉK-Tiszántúlon az apatittal és a gránáttal áll pozitív korrelációban.

A kiértékelt homok és homokkő-minták származására utaló ásványok elterjedése

A vizsgált homok- és homokkőminták szinte mindegyikében előfordultak főként kifsokú metamorfózis során keletkezett ásványok (pl. tremolit, aktinolit, epidot). Ezek a leggyakoribbak a Duna-Tisza köze és a Jászsági-medence delta képződményeiben, valamint a DK-Alföld folyóvízi homokjaiban, míg a Tiszántúl északi részén alárendeltek (G-1) vagy hiányoznak (Bakt-1, Ht-1, Eb-3). Fillit kőzettöredéket a Bal-3, Nu-DK-1 és Km-3 fúrások mintáiból írtak le. A klorit leggyakoribb a DK-Alföld delta képződményeiben, valamint gyakran előfordul a Duna-Tisza köze, a Jászsági-medence és az Észak-Tiszántúl delta üledékeiben is. A kifsokú metamorf ásványok elsősorban zöldpala, fillit, részben kontakt metamorfitek lehordásából származtathatók. A klorit áthalmazott eredete is feltételezhető, mivel az Alföldön tapasztalt általános elterjedése és nagy gyakorisága a különböző beszállítási irányokból érkező üledékanyagban arra utal, hogy több irányból nagy területről hasonló kőzetanyag érkezett, feltehetően a Pannon-medencét övező flis áthalmazódásából. A nagy nyomáson és viszonylag alacsony hőmérsékleten képződő, többnyire szubdukcióhoz kapcsolódó glaukofán vagy kék amfibol a Jászsági-medencében (Et-1, JI-1, Jász-1), a Bal-3 fúrásban, Mezőtúrnál, Gyománál, Szarvasnál (Sz-1) és Szegednél, valamint a mezőhegyesi, a Bat-K-1 és a K-88 fúrások felső szakaszán fordult elő. Ez a nehézásvány észak felől a Nyugati-Kárpátok Rozsnyói-vonal menti glaukofánpalákból érkezhettek a Jászsági-medence, az Észak- és a Közép-Tiszántúl területére (Bal-3, Mezőtúr, Gyoma, Sz-1, K-88). Míg az Alföld délebbi részén a folyóvízi homokok esetében Szegednél DNy felől származtatható, Mezőhegyes és Battonya környékére DK felől az Erdélyi-középhegységéből érkezhettek.

A közepes és nagyfokú metamorf kőzetek ásványai (sillimanit, kianit, andaluzit, sztaurolit, antofillit) sok mintában előfordulnak, de csak igen kis mennyiségben, elsősorban gneisz és csillámpala eredetűek lehetnek. Ezek az ásványok leggyakoribbak a Jászsági-medence (Et-1, JI-1) és a Duna-Tisza köze folyóvízi homokjaiban, ami jelzi, hogy az ÉNy-i felhalmozódási területre érkezett a legtöbb ilyen anyag. A közepes és nagyfokú metamorf ásványok azonban egyes fúrások anyagából teljesen hiányoznak a Tiszántúl északi részén (Ht-1, Eb-3), valamint az Alföld déli területén (Algyó-1, -2, -5, Psz-1, Csa-1, Pusztatotlaka, valamint az Ü-1, -2 és Algyó-4 fúrások mélyebb részén).

A gránát, melyet többnyire metamorf eredetűnek tartanak, de plutoni és vulkáni kőzetekből is származhat, a Duna-Tisza köze, valamint a Jászsági-medence folyóvízi és delta képződményeiben a leggyakoribb. A gránát áthalmazott eredete is feltételezhető, és általános elterjedése, valamint nagy gyakorisága flisből történt áthalmazódására utalhat, mivel pl. a középső-eocén Magura-öv flise nagy gránát-tartalomalom rendelkezik (WAGREICH & MARSCHALKO 1995).

A korábbi vizsgálatok alapján (pl. MOLNÁR 1965, MOLNÁR & FEKETE 1973, GEDEONNÉ RAJECZKY 1973) a nehézásványok között vulkáni eredetű az augit, a hipersztén, a barna és a zöld amfibol, az oxiamfibol, és részben a biotit, a magnetit, valamint az ilmenit is. Ezek az ásványok az Észak-Tiszántúl homok és homokkő rétegeiben a leggyakoribbak (G-1, Bakt-1, Bal-3). Itt a medencelejtő képződményekre nagy magnetit- és/vagy biotittartalom jellemző, a rájuk települő delta

üledékekben sok az amfibol és helyenként a piroxén, legfelül a folyóvízi homok nagy biotit tartalommal rendelkezik. A magnetit nagyobb gyakorisága (Nu-DK-1) és a szórványosan megjelenő vulkáni kőzettöredék (pl. andezit) szintén vulkanit lehordására utal. Vulkanit eredetű amfibolok és piroxének a Tiszántúl déli részén is gyakoriak a medencelejtő üledékben (Bat-K-1) és főként a folyóvízi homokban (Kevermes, Tótkomlós, Mezőhegyes, Puszttaottlaka), valamint az utóbbi fáciesben a Közép-Tiszántúlon is. Ezek az ásványok másutt is gyakran fordulnak elő, és jellemzőek a Jh-1 és a gyomai fúrásban, a K-88, Jl-1, Jász-1, Sz-1, Kec-3 és Ny-1 fúrások felső szakaszán, valamint a V-1 és Ko-1 fúrás középső részén. A vulkáni eredetű ásványok ritkább előfordulását szaggatott, gyakoribb megjelenését pedig folyamatos függőleges vonal jelzi a 4-8. ábrákon a fúrásszelvények jobb oldalán.

A karbonátszemcsék előfordulása karbonátos forrásközetekre utalhat, de cementáció eredménye is lehet, ugyanakkor hiányukat az is okozhatja, hogy kioldhatták őket a mintaelőkészítés során. A karbonátszemcsék a Tö-1 fúrásban a leggyakoribbak, és a Duna-Tisza közén általában gyakoriak, de másutt is előfordulnak (Ü-1, -2, Fkút-1, Szeged, Algyő-4, -5, K-88, Tótkomlós, Psz-1, Csa-1, Et-1, Jász-1, D-1, V-1, G-1, Ht-1). Törmelékes eredetüket feltételezve gyakoribb megjelenésük a Duna-Tisza közén elsősorban alpi karbonátos kőzetek törmelékanyagának beszállítását jelzi.

Néhány mintából glaukonitot is leírtak (Duna-Tisza közü fúrások, Et-1, Sz-1, G-1, Bakt-1, Bal-3, V-1, Ko-1, Tótkomlós-III/p, Mezőhegyes, Puszttaottlaka-I/p, Kevermes-II/p, Csa-1), ami áthalmazást jelez, pl. oligocén üledékes kőzetekből. Áthalmazódott üledékanyag jelenléte az Alföldön a legtöbb helyen feltételezhető.

A fő beszállítási irányokból érkező homokok jellemzői

Az ÉK-Tiszántúlra ÉK felől érkező üledékanyag turbidit és medencelejtő üledékeiben a klorit dominál, de nagy gránáttartalmú homok is akad (4. ábra). Ezekhez képest az idősebb, de jelenleg magasabb szerkezeti helyzetben található peremi G-1 fúrásban a gránát, a biotit, a magnetit, az amfibol és a piroxén megjelenése jellemző. A delta üledékek egy részében szintén a klorit dominál, helyenként igen gyakori a biotit, a magnetit, a gránát és az amfibol is. A G-1 és Bakt-1 fúrások deltafáciesében a leggyakoribb az amfibol (zöld amfibol) és a piroxén (diopszid, hipersztén). A folyóvízi homokban Gelénesnél gránát-piroxén-magnetit és biotit jellemző, Baktalórántházánál pedig a biotit dominál, amit zöldamfibol, turmalin, sztaurolit és andaluzit kísér. A metamorf ásványok itt nagyon ritkák.

A Duna-Tisza köze ÉNy-i és középső részéről vizsgált deltafáciesű homoktestekben gyakori a klorit, valamint a gránát, illetve az epidot, néha a biotit is számottevő (5. ábra). A folyóvízi homok (Tö-1) sok gránátot tartalmaz, de az epidot, a magnetit (az apatit, a rutil és a diopszid) is jellemző. Itt a zoisit, a klinozosit, a cirkon és az andaluzit is gyakoribb mint az Alföld többi részén.

A Jászszági-medencéből vizsgált deltafáciesű homokban a klorit mellett helyenként gyakori a gránát, valamint biotit, barna amfibol, illetve zöld és metamorf amfibol, és piroxén (augit, ensztatit) is előfordul (6. ábra). A folyóvízi homokra a gránát és a klorit gyakorisága jellemző, illetve legfelül nagyobb biotittartalmú minta is előfordul (Jl-1). Ezeknek a képződményeknek a felső részén gyakoribbak a piroxének (augit, hipersztén, diopszid), a metamorf ásványok (epidot, kianit,

sztaurolit), valamint a Jász-1 fúrásban a turmalin is. A többi területhez képest itt a turmalin, a kianit, az andaluzit, a rutil és az apatit is igen gyakori.

A DK-Alföldön a medencelejtő üledékekben piroxén-amfibol-gránát-klorit ásványtársulás fordul elő (Bat-K-1), az egyetlen deltaüledék (Mezőhegyesnél) kloritdús összetételű (7. ábra). A folyóvízi homokok változatos összetételűek, gyakori bennük az amfibol, az epidot, a gránát, a klorit, valamint helyenként a piroxén (augit, hipersztén) és a magnetit is. Itt a kianit, a sztaurolit, a tremolit-aktinolit és az andaluzit is gyakran előfordul az Alföld más részeihez képest.

A fő lehardási területektől távolabbi medencerészek területére érkezett változatosabb ásványos összetételű üledékanyagot a következő fúrások tartalmaznak: Jh-1, Bá-1 (5. ábra); K-88, Sz-1, D-1, V-1, Ko-1, Mezőtúr (8. ábra). Ide tartozik több olyan fúrás anyaga is, amelyben a sporadikusan vett néhány magból származó minták szinte csak egyveretű kloritdús homokkővet tartalmaznak (Fkút-1, Algyő-1, -2, -4, -5, Ü-1, -2, Szeged, Szt-3, Törökszentmiklós, Füzesgyarmat, Gyoma, Ni-1, Km-3, Csa-1, Psz-1), ezért ezeket az ábrákon nem tüntettük fel. Az Alföld déli részén a nagyobb mélységben elhelyezkedő turbidit fáciesű homok és homokkő testekben (Fkút-1 2739-2993 m, Szt-3 2392 m, Csa-1 1780 m, Psz-1 157-3 m), medencelejtő üledékekben (Fkút-1 2634 m, Ü-1 és 2 1361-1712 m, Szt-3 2206-2351 m, Psz-1 1277 m, Csa-1 871-1145 m) és delta képződményekben (Fkút-1 1653-2110 m, Ü-1 és 2 1129-1312 m, Psz-1 1098-1107 m) a klorit dominál, helyenként kevés gránáttal, illetve biotitral kiegészülve. A deltahomokok és homokkővek a Tiszántúl középső részén is kloritdúsak (Szt-3 1514-1800 m, Törökszentmiklós 722-1050 m, Km-3 958 m), de helyenként a gránát is gyakori bennük (Ni-1 657 m). A Duna-Tisza köze D-i részén a klorit mellett nagy epidot (Jh-1), illetve gránát (Bá-1) tartalmú minták is előfordulnak (5. ábra). Kloritgazdag deltaüledék váltakozik gránát-, illetve magnetitdús homokkal Algyőnél és Szegednél.

A folyóvízi homokrétegekben a Közép-Tiszántúlon a gránát vagy a klorit dominál (D-1, V-1, Ko-1). A V-1 és a Ko-1 fúrásban nagyobb a minták amfibol- és magnetit-tartalma, amfiboldús homok elsősorban 600 és 815 m között fordul elő oxiamfibollal és piroxénnal (augit, hipersztén). Helyenként jellemző a gránát magnetittel és piroxénnal (Mezőtúr 484-622 m, Füzesgyarmat 415-497 m), valamint barna és metamorf amfibollal (Mezőtúr: 8. ábra). A szarvasi Sz-1 fúrásban klorit, epidot-klorit és gránát, a gyomai fúrásban (504-895 m között) a magnetit dominál. Ezekben a mintákban amfibol és piroxén (augit, hipersztén) szintén előfordult. Az Alföld déli részén a folyóvízi üledékek is kloritgazdagok (Fkút-1 1407 m, Ü-1 760-839 m, Szeged, Algyő-4, K-88), helyenként jellemző az epidot is (Ü-2 780 m, Algyő-4, K-88). A K-88 fúrásban a gránát dús homok dominál, és a szelvény felső szakaszán gyakoribbak az amfibolok (zöld és kék amfibol) valamint a piroxének (augit, hipersztén). Epidot, gránát és amfibol jellemző az Algyő-1 (850-1383 m), magnetit pedig az Algyő-4 fúrásban (1710 m).

Következtetések

Az alföldi pannóniai s.l. képződményekből 868 db homok, illetve homokkő minta korábbi mikromineralógiai vizsgálati eredményeinek statisztikai módszerekkel (klaszteranalízissel és diszkriminancia-analízissel) történt kiértékelése segítségével

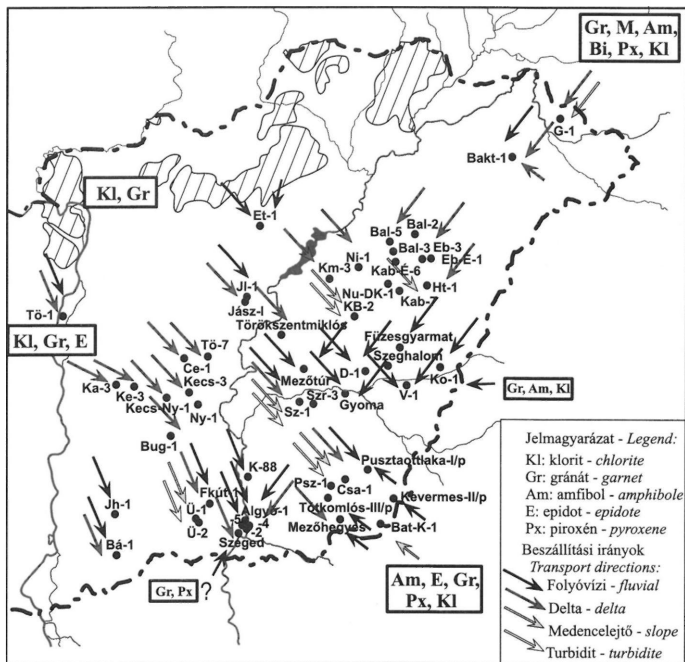
sikerült jellemezni a fő beszállítási irányokból érkezett üledékek összetételét, tovább pontosítani a szeizmikus mérések alapján kijelölt üledékbeszállítási irányokat, és meghatározni a lehordási területtől távolabbra jutott homokok beszállítási irányait.

Az alkalmazott klaszteranalízis segítségével a kiértékelt mikromineralógiai adatok áttekinthetőbbek lettek, és a minták törmelékeny nehézásványi összetételének hasonlósága, ill. különbözősége könnyebben felismerhetővé vált. Az eredmények alapján az Alföldön a kloritgazdag homokok a leggyakoribbak, amelyek mellett nagy gránáttartalmúak is előfordulnak a legtöbb területen. A gyakoribb nehézásványok közül az epidot a Duna–Tisza közén, valamint a Tiszántúl középső és DK-i részén, az amfibol a Tiszántúlon, elsősorban annak ÉK-i és DK-i részén, a piroxén a DK-Tiszántúlon, a biotit az ÉK-Alföldön és a Jászsági-medencében, a magnetit a Közép- és Észak-Tiszántúlon a legjellemzőbb.

A diszkriminancia-analízis és a klaszteranalízis eredményei, azaz a minták hasonlósága alapján azokban a fúrásokban is meghatároztuk a beszállítási irányokat, amelyek távolabb esnek a forrásterületektől, ahol több behordási irány is szerepet játszott. Eredményeink alapján az Alföld középső és déli részén jelenleg mély helyzetben található kloritdús turbidit és medencelejtő homokok, illetve homokkövek (Szt-3, Fkút-1, Ü-1, -2, Psz-1, Csa-1) főként a Duna–Tisza közére ÉNy felől érkező üledékanyaggal mutatnak rokonságot. ÉNy-i delta, illetve folyóvízi üledékanyag jellemző a Duna–Tisza köze déli részén (Jh-1, Bá-1, Fkút-1, Ü-1, -2), Mindszentnél (K-88), Algyő és Szeged térségében, Törökszentmiklós, Szarvas (Szt-3, Sz-1) és Dévaványa (D-1) területén, továbbá a Tiszántúl DK-i részén is (Psz-1, Pusztatotlak, Mezőhegyes). A folyóvízi homokok Mezőtúr és Gyoma közelébe részben ÉK, és részben ÉNy felől érkeztek. Szeged, Komádi (Ko-1) és Füzesgyarmat térségében olyan amfibol, illetve piroxén tartalmú homokok is előfordulnak, amelyek hasonlóak a DK-Tiszántúltra DK felől érkezett üledékekhez. A szekvencia sztratigráfiai vizsgálatok szerint Szeged területére DNy, a Tiszántúl középső részére pedig K felől érkezhetett ilyen üledék. Az megállapított beszállítási irányokat a 10. ábrán tüntettük fel.

A korrelációs számítás eredményei alapján egyes ásványok származására (pl. a gránát döntően metamorf eredetűre) következtettünk, és kimutathatóvá vált a szelektív osztályozódás hatása is, amivel a klorit és a biotit egymással pozitív, a többi ásvánnyal pedig negatív korrelációja magyarázható.

A fő beszállítási irányokból érkező homokok ásványi összetétele alapján megállapítható, hogy az Alföldre ÉK felől érkezett üledékanyag nagy klorittartalmú turbidit-, medencelejtő- és deltaüledékei elsősorban a Kárpátok kiskökü metamorfizációjából és feltehetően flis áthalmazódásából származtathatók. Az ÉK-i peremterületen az éretlen medencelejtő és delta homokok, melyekre a gránát, a magnetit, a biotit, az amfibol és a piroxén megjelenése jellemző (G-1, Bakt-1), és az itteni még éretlenebb biotitdús folyóvízi homokok (Bakt-1) elsősorban a belső-kárpáti vulkáni vonulatból származtathatók, eleinte riolit-dácit, majd andezit, végül újra főként riolit-dácit, ill. ezek tufái anyagából. Ide több vulkáni eredetű anyag érkezett, mint az Alföld más részeire, a metamorf forrásközetek viszont alárendelt szerepet játszottak. A folyók ezt az ÉK-i üledékanyagot az Alföld középső részére Mezőtúr és Gyoma térségéig is elszállították.



10. ábra. A mikromineralógiai adatok kiértékelése alapján kijelölhető üledékszállítási irányok az integrált sztratiográfiai vizsgálatok figyelembevételével és a legjellemzőbb ásványok feltüntetésével. (Az alárendelt behordásokat kisebb betűméret jelzi.) További jelmagyarázat a 2. ábrán

Fig. 10 Sediment transport directions deduced from evaluated micro-mineralogical data and integrated stratigraphical studies with the most characteristic minerals. Smaller letters stand for subordinate input. Further legend in Fig. 2

Az Alföldre ÉNy felől érkezett és a Duna–Tisza közén lerakódott, főként klorit-, gránát-, illetve epidotgazdag deltafáciusú homokok, valamint nagy gránáttartalmú folyóvízi homokok elsősorban metamorfitokból, főként klorittartalmú gyengén metamorf kőzetekből és feltehetően flis áthalmazódásából, továbbá alárendelten vulkanitokból származtathatók. Metamorf forrásközeik a Nyugati-Kárpátokban, az Alpokban és a Cseh-masszívumban lehetnek. A viszonylag kevés vulkáni eredetű anyag a belső-kárpáti vulkáni vonulatból, főként közeli andezitekből származhat. Az elvégzett vizsgálatok szerint ez az ÉNy felől érkezett törmelékanyag nemcsak a Duna–Tisza köze északi és középső részén alkotja a delta, illetve folyóvízi képződményeket, hanem eljutott az Alföld középső és déli területeire is (Jh-1, Bá-1, Fkút-1,

Ü-1, -2, Törökszentmiklós, Gyoma, Szr-3, Sz-1, K-88, Algyő, Szeged, D-1, Psz-1, Pusztatollaka, Mezőhegyes), és a lehordási területtől távolabb kloritdússá válva turbidit és medencelejtő homokként rakódott le (Szr-3, Fkút-1, Ü-1, -2, Psz-1, Csa-1).

A Jászsági-medence irányába ÉNy, illetve É felől érkezett üledékanyagból klorit-, gránát-, biotit- és helyenként magnetitdús delta és hasonló összetételű, de érettebb folyóvízi homokok rakódtak le, az utóbbiak nagyobb piroxén- és metamorf ásvány tartalommal. Több anyag érkezett ide közepes-nagy fokú metamorfitokból, mint máshová az Alföldön, forrásközeik főként a Nyugati-Kárpátok kristályos palái lehettek. A metamorf anyag mellett a folyóvízi üledékekbe sok a közeli belső kárpáti vulkáni vonulatból érkezett törmelék, valamint idősebb üledékes kőzetek áthalmazódásából származó anyagot is tartalmaznak.

A DK-Alföldre DK felől érkezett üledékanyag mennyisége alárendelt, piroxén-amfibol-gránát-klorit összetételű medencelejtő üledékek (Bat-K-1), kloritdús deltahomok (Mezőhegyes), változatos összetételű amfibol-, epidot-, gránát-, klorit-, magnetitgazdag folyóvízi üledékek (Mezőhegyes, Tótkomlós, Pusztatollaka, Kevermes) képviselik. A medencelejtő törmelékanyaga főként közepes és nagyfokú metamorfitek lehordásából, a folyóvízi homokok pedig inkább kisebb fokú metamorfitokból származtathatók. Ugyanakkor mindvégig idősebb üledékes kőzetek áthalmazódásából és vulkanitok lehordásából is érkezett üledékanyag, az utóbbiakból legtöbbet a folyóvízi homok tartalmaz. Forrásközeik nagyrészt az Erdélyi-középhegységben lehettek. Időnként hasonló összetételű homok Szeged térségébe DNy-i, Komádi és Füzesgyarmat területére pedig K-i irányból érkezhetett.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás elvégzéséhez anyagi támogatást az OTKA (T-035168) nyújtott, intézményi háttérrel pedig a MÁFI biztosított számunkra. Külön köszönjük JÁMBOR Áronnak a mikromineralógiai alapadatok összegyűjtésének kezdeményezését és irányítását, valamint jelen tanulmányhoz nyújtott segítőkész tanácsait. Köszönet illeti BAGOLYNÉ ÁRGYELÁN Gizellát és RAUCSIKNÉ VARGA Andrea Beátát hasznos észrevételeiért és javaslataiért.

Irodalom – References

- BALOGH K. & HAJDÚNÉ MOLNÁR K. 1991: Homokok és homokkövek. – In: BALOGH, K. (ed.) Szedimentológia II. Akadémiai Kiadó, 102–157.
- BOGNÁR L. 1995: Ásványnévtár. – Eötvös kiadó, 345 p.
- BÉRCZI I. 1969: Az algyői felsőpannóniai homokkő üledékföldtani vizsgálata. – *Földtani Közlöny* 99, 337–349.
- BÉRCZI, I. & PHILLIPS, R. L. 1985: Processes and depositional environments within deltaic-lacustrine sediments, Pannonian Basin, Southeast Hungary. – *Geophysical Transactions* 31, 55–74.
- BÉRCZI I., DANK V., GAJDOS I., PAP S., RÉVÉSZ L., SZENTGYÖRGYI K. & VÖLGYI L. 1987: Az Alföld kunsági (pannóniai s.str.) emeletbeli képződményei. – *MÁFI Évkönyv* 69, 179–211.
- COOKE, H. B. S., HALL, J. M. & RÓNAI, A. 1979: Paleomagmatic, sedimentary and climatic records from boreholes at Dévaványa and Vésztő, Hungary. – *Acta Geologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 22, 89–109.
- DAVIS, J. C. 1986: Statistics and Data Analysis in Geology. – New York, Wiley, 646 p.

- ELEK I. 1979a: A kunadacsi Ka-3, kerekegyházi Ke-3 és kecskeméti Kecs-3. sz. perspektívus kutató fúrások mikromineralógiai vizsgálata. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1977-ről*, 113–120.
- ELEK I. et al. 1979b: Pusztatotlaka I. (I/p) fúrás földtani anyagvizsgálata. – Országos Földtani és Geofizikai Adattár, 54 p.
- ELEK I. 1980a: A vésztoói V-1. sz. Kutató fúrás mikromineralógiai eredményei. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1978-ról*, 167–172.
- ELEK I. 1980b: A kunadacsi, kerekegyházi, kecskeméti, nyárlőrinci, csongrádi, szarvasi, dévaványai, vésztoói és komádi mélyfúrások mikromineralógiai vizsgálatának összefoglaló értékelése. – Országos Földtani és Geofizikai Adattár, 16 p.
- ELEK I. 1980c: A komádi 1200 m-es perspektívus fúrás mikromineralógiai vizsgálata. – Országos Földtani és Geofizikai Adattár, 6 p.
- ELEK I. 1981: A Jánoshalma 1. sz. fúrás mikromineralógiai vizsgálata. – Országos Földtani és Geofizikai Adattár, 4 p.
- ELEK I. 1987: Alföldi kutatófúrások mikromineralógiai feldolgozásából levonható következtetése. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1985-ről*, 127–135.
- ELEK I., FRANYÓ E., HIHÁLTZ L., RUSCHÁK G. & SZÉLES M. 1982: A Maros-hordalékkúp alapfúrásai. Kevermes-2. (II/p) sz. fúrás földtani anyagvizsgálati jelentése. – Országos Földtani és Geofizikai Adattár, 162 p.
- FRANYÓ F. 1988: A Jánoshalma Jh. 1. sz. alapfúrás földtani és vízföldtani eredményei. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1986-ről*, 327–356.
- FRANYÓ F. 1992: A Tótkomlós III/p jelű vízkutató fúrás földtani és vízföldtani vizsgálata. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1990-ről*, 211–228.
- FRANYÓ E., ELEK I. & RUSCHÁK G. 1983: A Maros-hordalékkúp kutatófúrásainak földtani és vízföldtani értékelése, Tótkomlós-III/p. – Országos Földtani és Geofizikai Adattár, 27 p.
- GEDEONNÉ RAJETZKY M. 1973: A mindszei és a csongrádi kutatófúrások mikromineralógiai vizsgálata, különös tekintettel az anyagszállítás egykori irányaira. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1971-ről*, 169–184.
- GEDEONNÉ RAJETZKY M. 1976a: Adatok az Észak-Alföld üledékösszetételének ismeretéhez. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1973-ről*, 181–194.
- GEDEONNÉ RAJETZKY M. 1976b: Pliocén végi – negyedkori üledékciklusok mikromineralógiai spektruma a Szarvas 1. sz. fúrásban. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1974-ről*, 171–183.
- GHEITH A. 1981: A dévaványi fúrásban feltárt üledékek eredete geokémiai és ásványtani vizsgálatok alapján. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1979-ről*, 169–179.
- GHEITH, A. 1982: Mineralogical and geochemical variations in relation to sedimentation rates in Hungarian Basin. – *Acta Geologica Hungarica* 25, 365–393.
- HORVÁTH, F. 1993: Towards a mechanical model for the formation of the Pannonian basin. – *Tectonophysics* 226, 333–357.
- HORVÁTH, F. & CLOETINGH, S. 1996: Stress induced late-stage subsidence anomalies in the Pannonian Basin. – In: CLOETINGH, S., BEN AVRAHAM, Z., SASSI, W. & HORVÁTH, F. (eds): Dynamics of extensional basins and inversion tectonics. *Tectonophysics* 266, 287–300.
- IBBEKEN, H. & SCHLEYER, R. 1991: Source and Sediment. A case Study of Provenance and Mass Balance at an Active Plate Margin (Calabria, Southern Italy). – Springer-Verlag, 286 p.
- JÁMBOR, Á. 1991: Review of the geology of the s.l. pannonian formation of Hungary. – *Acta Geologica Hungarica* 32, 269–324.
- JÁMBOR Á. & SOMSSICH L-né 1969: Tököl 1 sz. szerkezetkutató fúrás anyagvizsgálati eredményei. – Országos Földtani és Geofizikai Adattár, 810 p.
- JÁMBOR Á., BALÁZS É., BÉRCZI I., BONA J., HORVÁTH F., GAJDOS I., GEIGER J., HAJÓS M., KORDOS L., KORECZ A., KORECZ-LAKY I., KÖRPÁS-HODI M., KÖVÁRY J., NAGY E., NÉMETH G., NUSSZER A., PAP S., POGÁCSÁS Gy., RÉVÉSZ L., RUMPLER J., SÜTŐ-SZENTAI M., SZALAY Á., SZENTGYÖRGYI K., SZÉLES M., & VÖLGYI L. 1987: General characteristics of Pannonian s.l. deposits in Hungary. – JÁMBOR, Á. 1991: Review of the geology of the s.l. pannonian formation of Hungary. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* 70, 137–140.
- JUHÁSZ Gy. 1992: A pannóniai s.l. formációk térképezése az Alföldön: elterjedés, fácies és üledékes környezetek. – *Földtani Közöny* 122, 133–165.

- JUHÁSZ Gy. 1994: Magyarországi neogén medencerészek pannóniai s. l. üledéskorának összehasonlító elemzése. – *Földtani Közöny* **124**, 341–365.
- JUHÁSZ Gy., POGÁCSÁS Gy., MAGYAR I. & RÉVÉSZ G. 2006: Integrált sztratigráfiai és fejlődéstörténeti vizsgálatok az Alföld pannóniai s.l. rétegsorában. – *Földtani Közöny* **136/1**, 51–86.
- KOVÁCS L. 1992: A Bácsalmás I. sz. fúrás pannóniai (s. l.) és negyedidőszaki képződményei. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1990-ről*, 193–210.
- LE MAITRE, R. W. 1982: Numerical Petrology. – Elsevier, Amsterdam, 281 p.
- LENNER S., JÁMBOR Á., KOVÁCS L., KRÖLOFF E., I HAROSNÉ LACZÓ I., VETŐ I., SÜTÖNÉ SZENTAI M., SZÉLES M., KÖRPÁSNÉ HÓDI M., RAVASZ Cs. & RADÓCZ Gy-né 1985: A Bácsalmás-I. sz. Fúrás fiatal képződményeinek anyagvizsgálati eredményei és azok földtani értékelése. – Országos Földtani és Geofizikai Adattár, 364 p.
- MAGYAR, I., GEARY, D. H., & MÜLLER, P 1999: Paleogeographic evolution of the Late Miocene Lake Pannon in Central Europe. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **147**, 151–167.
- MANGE, M. A., & MAURER, H. W F 1992: Heavy Minerals in Colour. – London, 147 p.
- MOLNÁR B. 1965a: Adatok a Duna–Tisza köze fiatal harmadidőszaki és negyedkori rétegeinek tagolásához és származásához nehézsavány-összetétel alapján. – *Földtani Közöny* **95**, 217–225.
- MOLNÁR B. 1965b: Ősföldrajzi vizsgálatok a Dél-Tiszántúlon. – *Hidrológiai Közöny* **45**, 397–404.
- MOLNÁR B. 1965c: Changes in area and directions of stream erosion in the eastern part of the Hungarian basin (Great Plain) during the Pliocene and Pleistocene. – *Acta Universitatis Szegediensis, Acta Mineralogica-Petrographica* **17**, 39–52.
- MOLNÁR B. 1966a: Leholdási területek és irányok változásai a Dél-Tiszántúlon, a pliocénben és a pleisztocénben. – *Hidrológiai Közöny* **46**, 121–127.
- MOLNÁR B. 1966b: Pliocén és pleisztocén leholdási területek változása az Alföldön. – *Földtani Közöny* **96**, 403–413.
- MOLNÁR B. 1976: A nyárlőrinci fúrászelvény mikromineralógiai és szemcsealak vizsgálati eredményei. – Országos Földtani és Geofizikai Adattár, 25 p.
- MOLNÁR B. 1977: A Délkelet-Alföld fiatal harmad- és negyedidőszaki vízáadó homokrétegek üledéktani vizsgálata. – Országos Földtani és Geofizikai Adattár, 28 p
- MOLNÁR, B. 1980. Changes of source areas as reflected by the depression of the Körös Rivers. – *Acta Universitatis Szegediensis, Acta Mineralogica-Petrographica* **24**, 339–353.
- MOLNÁR, B. 1990: Az arzéntartalom származása és kialakulásának kérdései Békés megye vízmű kútjaiban. – Szeged, 57 p.
- MOLNÁR, B. & FEKETE, Á. 1973: Manifestation of the changes of uppermost Tertiary and Quaternary source areas in the Jászság Basin. – *Acta Universitatis Szegediensis, Acta Mineralogica-Petrographica* **21**, 107–121.
- Ó. KOVÁCS L. 1986: Cluster-analízis eljárások TPA/L számítógépen. – *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1985-ről*, 571–582.
- PANTÓ G. 1966: A Gelénes I. számú alapfúrás dokumentációja. – Országos Földtani és Geofizikai Adattár, 160 p.
- PETTIIJOHN, F. J. POTTER, P. E., & SIEVER, R. 1972: Sand and sandstone. – Springer, Berlin, 618 p.
- PETTIIJOHN, F. J. 1975: Sedimentary Rocks. – New York, 628 p.
- POGÁCSÁS, Gy., LAKATOS, L., UJSZÁSI, K., RÉVÉSZ, G., VÁRKONYI L., VÁRNAI P. & RÉVÉSZ I. 1988: Seismic facies, electro facies and Neogene sequence chronology of the Pannonian basin. – *Acta Geologica Hungarica* **31**, 175–207.
- RÉVÉSZ L., BÉRCZI I. & PHILLIPS, R. L. 1989: A Békési-medence alsópannóniai üledékképződése. – *Magyar Geofizika* **30**, 98–113
- RÓNAI A. 1972: Negyedkori üledékképződés és éghajlattörténet az Alföld medencéjében. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **56**, 421 p
- SOMSSICH L-né, CSIMA K., KÖRPÁS L., RADÓCZ Gy-né, FETTER J-né & ÁGOSTON J-né 1971: Baktalórántháza I. számú szerkesztővizsgáló fúrás anyagvizsgálati eredményei. – Országos Földtani és Geofizikai Adattár, 1343 p.
- SPSS 1998a: SPSS Base 8.0 User's Guide. SPSS Inc., USA. 701 p.
- SPSS 1998b: SPSS Base 8.0 Applications Guide. SPSS Inc., USA. 372 p.
- TÓTHNÉ MAKK Á. 2002: Szekvenciasztratigráfiai vizsgálatok a Duna–Tisza köze középső és déli részének késő-miocén rétegsorában. – PhD disszertáció, ELTE, Budapest, 150 p.

- THAMÓ-BOZSÓ, E. & JUHÁSZ, Gy. 2002: Mineral composition of Upper-Miocene–Pliocene (Pannonian s. l.) sands and sandstones in the different sedimentary subbasins in Hungary. – *Geologica Carpathica* 53, Special issue: XVIIIth Congress of the Carpathian-Balkan Geological Association, CD mellékleten.
- THAMÓ-BOZSÓ, E., JUHÁSZ, Gy. & KOROKNAI, B. 2004: Tracing the sediment transport directions into Lake Pannon during the late Neogene, based on mineralogical composition of sandstones in the Hungarian plain. – 23rd IAS Meeting of Sedimentology, Coimbra, 15–17 September 2004., Abstracts book, p. 265.
- THAMÓ-BOZSÓ, E., KERCSMÁR Zs., & NÁDOR, A. 2002: Tectonic control on changes in sediment supply on Quaternary alluvial systems, Kőrös sub-basin, SE Hungary – In: JONES, S. J. & FROSRICK, L. E. (eds): Sediment Flux to Basin: Causes, Controls and Consequences. *Geological Society, London, Special Publications* 191, 37–53.
- VADÁSZ E. 1969: Forráskút 1. számú fúrás. – Országos Földtani és Geofizikai Adattár.
- VAKARCS G. 1997: Sequence stratigraphy of the Cenozoic Pannonian Basin, Hungary. – PhD disszertáció, Rice University, Houston, Texas, 386 p.
- WAGREICH, M. & MARSCHALKO, R. 1995: Late Cretaceous to Early Tertiary palaeogeography of the Western Carpathians (Slovakia) and the Eastern Alps (Austria): implications from heavy mineral data. – *Geologische Rundschau* 84, 187–199.
- ZUFFA, G. G., (ed.) 1985: Provenance of Arenites (NATO Advanced Science Series): Dordrecht, Holland, D. Reidel Pub. Co., 408 p.
- Kézirat beérkezett: 2005. 12. 05.