

# HOMOKKÖVEK OSZTÁLYOZÁSÁRA ALKALMAZOTT KIMÉRÉSI ELJÁRÁSOK BEMUTATÁSA MAGYARORSZÁGI PERMOTRIÁSZ VÖRÖS HOMOKKÖVEK PÉLDÁJÁN

Miklós Dóra Georgina<sup>1,2</sup>, Szakmány György<sup>2</sup>, Józsa Sándor<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Magyar Nemzeti Múzeum, Nemzeti Régészeti Intézet, Archeometriai Labor

<sup>2</sup> Eötvös Loránd Tudományegyetem, Kőzettan-Geokémiai Tanszék, Budapest

e-mail: miklosdoragina94@gmail.com

## 1. Bevezetés

A törmelékes üledékes kőzetek (sziliciklasztitok), mint a földkéreg legnagyobb hányadát alkotó kőzetek régóta foglalkoztatják a kutatókat, valamint az iparban dolgozókat. Köztudott, hogy ezen kőzetek, mint szénhidrogén- vagy víztároló képződmények és mint egykori hegységek lepusztulási maradványai jelentős gazdasági és tudományos jelentőséggel bírnak. Képződésük négy lépcsős (mállás-aprózódás, szállítás, leülepedés, kőzetté válás) folyamat eredménye, amelyből jelen munkában a lepusztult törmelékanyag eredetvizsgálatával, másnéven proveniencia analízisével foglalkozunk. Mindez magában foglalja a lepusztult terület kőzettani összetételének, a törmelékanyag szállítási módjának, valamint a lerakódó üledék összetételét befolyásoló (morfológiai, klimatikus és tektonikai) tényezők meghatározását is.

### 1.1. Kutatástörténeti áttekintés

A recens folyóvízi hordalékanyagok, azon belül is a kavicsfrakció eredete, valamint felhasználása már a kőkor óta foglalkoztatja az emberiséget. Azonban a homokkővek forrásterületének tudományos kutatása csak a 19. században kezdődött el, amelyben nagy szerepe volt a nehézásvány vizsgálatnak. A 20. század során a lepusztulási terület földtani felépítésére és tektonikai fejlődéstörténetére irányuló kutatások egyre elterjedtebbek lettek.

A homokkővek törmelékes, más néven allotigén vagy detritális elegyrészeit többféle petrográfiai paraméterrel jellemezhetjük (méret, alak, termet, koptatottság, anyag stb.). Ezeket a szemcséket különböző kategóriákba sorolták (pl. kvarc: Q, földpát: F és kőzettörmelék: R vagy L), mennyiségüket polarizációs mikroszkópban kimérték, és százalékos megoszlásukat különféle háromszögdiagramokon ábrázolták (Q–F–R-diagram: petrográfiai osztályozás, Folk, 1956; Pettijohn et al., 1973; Q–F–L és kapcsolódó diagramok: forrásterület-analízis, Dickinson, 1970; Dickinson, Suczek, 1979). A homokkővek pontos elnevezéséhez és származási területük megállapításához ezek a rendszerezések széles körben elterjedtek (pl. Pettijohn, 1954; Folk, 1956; Dickinson, 1970, 1985; Pettijohn et al., 1973; Dickinson, Suczek, 1979; Ingersoll, 1990) és a mai napig is használatosak. Hazánkban a Gazzi-Dickinson szemcseelemző módszert Árgyelán (1989, 1995) vezette be.

A technológia és a műszeres analitika fejlődése új utakat nyitott meg az üledékes kőzetekkel foglalkozó kutatók előtt: ásványkémiai, mikromorfológiai, geokémiai és radiometrikus (U-Pb, U-Pb(He), <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar) vizsgálatok (pl. Lihou, Mange-Rajetzky, 1996; Seydoli et al.,

1997; Preston et al., 1998; Bock et al., 2000; Sabaou et al., 2009; Montilla et al., 2013).

## 2. Homokkővek kőzettani leírásához alkalmazott kimérési eljárások

A homokkővek összetevőinek kvantitatív mennyiségi meghatározásához alkalmazott petrográfiai kimérési eljárásokat két fő típusba sorolhatjuk, megkülönböztetjük ugyanis a térfogat/terület, valamint a szemcseszámláló módszereket. Az eljárás elvégzésének módja alapján pedig megkülönböztetünk vonalmenti, négyzetrács vagy vonal pontjai szerinti pontszámlálást, sávzámláló vagy négyzetrácsos területi kimérést. Viszonylag pontos szemcseszámlálási módszernek minősül a sávzámlálós módszer, amely során a vékonycsiszolat egy bizonyos területén található összes szemcse darabonként számításba kerül (Árgyelán, 1995; Varga et al., 2001, 2003, 2004), ugyanakkor ezzel a módszerrel a szemcséközi anyagok (mátrix, cement, pórus) mennyisége nem mérhető. Ugyanez igaz a vonalmenti kimérésre abban az esetben, amennyiben úgy történik a kimérés, hogy egy szabadon választott egyenes vonal mentén azt vizsgáljuk, hogy az egyes szemcsék mekkora „egységet” tesznek ki. A többi eljárás térfogat szerinti törmelékarány meghatározására alkalmas, amellyel a szemcsék közötti komponensek is mérhetővé válnak (Miklós, 2018).

A szakirodalomban jobbra a pontszámlálós módszert alkalmazzák, amelynek két fajtája terjedt el az elmúlt évtizedekben, az ún. „hagyományos”, valamint az elterjedtebb Dickinson- vagy Gazzi-Dickinson-féle kimérés (Miklós, 2018). Az eljárások közötti különbség az összetett szemcsék számolásának módjában keresendő.

A hagyományos eljárás során minden egyes pontnál az összetett szemcséket (kőzeteket) egységes egésként kezeljük, függetlenül az azokat felépítő ásványfázisok méretétől. Ennek értelmében egy durvakristályos kőzetet (pl. granitoid, csillámpala vagy gneisz) minden esetben kőzettörmeléként értelmez függetlenül attól, hogy a szemcse mely ásványfázisára esik a vizsgált pontunk (Basu, 1976; Suttner, 1974; Mack, Suttner, 1977).

A Gazzi-Dickinson módszer ezzel szemben szemcsemérettől függetlennek minősül, tehát amennyiben a vizsgált pontunk egy összetett kőzetszemcse 63 µm-nél durvább méretű ásványos komponensre esik, akkor ezt a pontot nem kőzetszemcséként, hanem az adott pont által érintett ásványoszemcséként kell rögzíteni (Gazzi, 1966; Dickinson, 1970; Graham et al., 1976; Zuffa, 1980; Ingersoll et al., 1984).

A kimérés mindkét eljárás esetében a szemcsék között előforduló komponensek, mátrix, cement és pórus mennyiségének meghatározásával együtt történik, tehát térfogati kimérésekről beszélhetünk. Az így kapott eredményeket (QFR vagy QFL) háromszögdiagramokon ábrázolhatjuk (Dott, 1964; Pettijohn et al., 1973), ahol a csúcson a szemcséket alkotó három főkomponens figyelhető meg, és ezek egymáshoz viszonyított arányát olvashatjuk le róla. Munkánkban a Pettijohn és munkatársai (1973)-féle háromszögdiagramokat alkalmazzuk. Ki kell emelni, hogy a diagramon bár az egyes ásvány-, valamint kőzettörmelékfázisok összmenyiségét ábrázoljuk, így joggal feltételezhetnénk, hogy akkor miért is minősül mégis térfogati kimérésnek és nem szemcseszámolásnak, ugyanakkor a diagram kiválasztásánál fontos szerepük van a szemcséken kívüli komponenseknek (mátrix, cement és pórus). Pettijohn és munkatársai (1973) megkülönbözteti rendszerében a mátrix-szegény areniteket, homokköveket, ahol a mátrix, cement és pórus összmenyisége <15%, valamint ezt az értéket meghaladó esetben a grauwacke-típusú homokköveket/"wacke"-kat osztályozó háromszögdiagramot alkalmaz (Pettijohn et al., 1973; Józsa et al., 2020).

A Gazzi-Dickinson módszer esetében az irodalmakban gyakran megjelenik a homokkövek tektonikai környezet alapú besorolása, valamint osztályozása, azonban munkánkban a módszer ez irányú alkalmazásával nem foglalkozunk, célunk csupán a homokkövek osztályozása, valamint amennyiben lehetőségünk adódik rá, elkülönítése a lehetséges forrásterületük alapján. Ehhez egy kombinált szemcseelemző módszert alkalmazunk, amely segítségével a két eljárás előnyeit ötvözzük.

Jelen munka célja, hogy bemutassuk az általunk homokköveken alkalmazott kimérési eljárást és annak használhatóságát. Ennek érdekében két ismert magyarországi vörös homokkő előfordulást három képződményét hozzuk fel analógiaként.

## 2.1. Kombinált szemcseelemző eljárás

Az általunk alkalmazott kimérés során kombináltan, tehát egyidejűleg rögzítjük a korábban bemutatott szemcseelemző módszerek segítségével a pontmérés során a rácspontokra eső szemcséket, valamint a köztés térben megjelenő komponenseket. Tehát ez esetben is térfogati, valamint pontmérésről beszélünk. Külön figyelmet igényelnek az összetett szemcsék, amelyeket a két módszer kombinációjának megfelelően rögzítünk. Például egy granitoid szemcse esetében, amennyiben a rácspontunk annak egy polikristályos kvarc részére esik, akkor ezt a két adatot együtt rögzítjük, tehát felvesszük, hogy egy polikristályos kvarcot látunk, azonban emellett azt az információt is tároljuk, hogy mindez egy granitoid szemcsén belül jelenik meg. Ennek a folyamatnak az egyszerűsítésére létrehoztunk egy számoló táblát, amely segítségével időhatékonyan tudjuk felvenni és rögzíteni a pontméréseinket. Az eredményeket a számológéptábla különböző munkafüzeteiben tárolt, a hagyományos, valamint a Gazzi-Dickinson eljárásnál tárgyalt kitételekre odafigyelve külön-külön értelmezzük és értékkeljük, amely eredményeként két, az egyes módszerek esetében eltérő értékekkel rendelkező, QFL vagy QFR arányszámot kapunk. Ezeket a Pettijohn és munkatársai (1973)-féle háromszögdiagramok egyikén ábrázoljuk, oly módon, hogy a mátrix, cement és pórus komponensek összmenyiségének figyelembevételével kiválasztott háromszögdiagramot megduplázunk, és egymás mellé téve mutatjuk be a két módszer során mért arányokat, mindkettőt különböző háromszögön. Az eljárás révén kombináltan, egyszerre látjuk a két kimérési módszer eredményét, és ezeket együttesen értékkeljük a vizsgált mintaanyag esetében.

Az elkövetkezendő részben két magyarországi vörös homokkő előfordulás esetében mutatjuk be a kimérési eljárás során tapasztalt nehézségeket, továbbá észrevételeinket a méréssel, valamint a kiértékelésével kapcsolatban. Ezen felül pedig a két terület kapcsán külön-külön kitérünk az eredmények értelmezésére is, amelyben összevetjük a két kimérési eljárás eredményeképpen kapott háromszögdiagramokat. Végül szót ejtünk a kombinált eljárás alkalmazhatóságáról, korlátairól.

## 3. Magyarországi felszíni vörös homokkő előfordulásokról származó homokkőminták kombinált szemcse elemzése

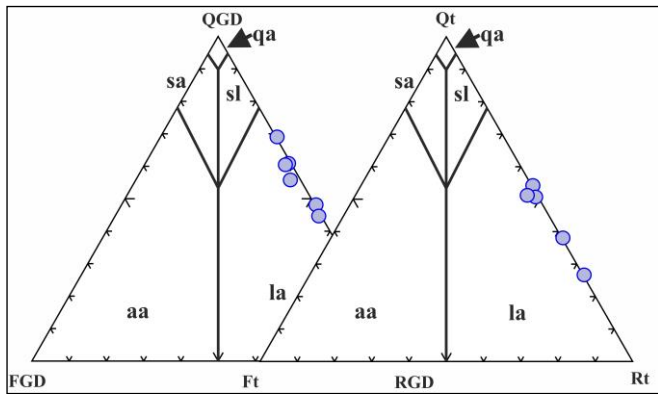
Jelen munkánk egy archeometriai célú kutatás keretein belül zajlik, amelynek célja különböző régészeti korból és területről származó homokkő anyagú régészeti eszközök, elsősorban szerszámkövekként alkalmazott nyersanyagok forrásának, begyűjtési helyének beazonosítása. A régészeti anyagok rendkívül nagy mennyiségben tartalmaztak homokköveket, amelyekben belül változatos megjelenést tapasztaltunk. Ezt elsősorban a nyersanyagok makroszkópos paraméterei (pl. szín, szemcseméret, osztályozottság, ásványos összetevők) mutatták. A homokkövek között jelentős mennyiséget képviselnek a vörös színű változatok. Munkánkban ezekkel a vörös homokkövekkel foglalkozunk bővebben. A leletek nyersanyagának forrásának lehető legpontosabb meghatározásához összehasonlító geológiai mintákat is gyűjtöttünk, amelyek esetében kulcsfontosságú volt, hogy felszíni anyagokkal kell számolnunk. Magyarország területéről két nagyobb felszíni elterjedéssel rendelkező vörös homokkő előfordulást vizsgáltunk, ezek a Balatonfelvidéki Homokkő és a Mecsek-hegység területén megjelenő két kőzetrégtegnyi egység: a Kővágószőlősi és a Jakabhegyi Homokkő Formációk anyaga.

### 3.1. Balatonfelvidéki Homokkő

A Balaton-felvidéken két nagyobb (Zánka és Badacsonyörs, valamint Aszófő és Balatonfűzfő között) és több kisebb területen (Gyulakeszi, Hidegkút és Litér környéken) figyelhetünk meg vörös homokkő kibukkanásokat (Majoros, 1983; Csernussi, 1984). Ezek közül mintákat gyűjtöttünk Alsóörs, Balatonrendes, Fülöp-hegy, Káptalanfürdő, Köcsi-tó és Pálköve környezetéből, melyek közül összesen hat minta esetében végeztünk el térfogati kimérést, melyek eredményét az 1. ábrán mutatjuk be.

A vizsgált minták összetételéről elmondható, hogy azok átlagosan 85%-ban szemcsékből állnak (Q:F:L, 47:1:36, 1% csillám), 5%-ban kloritból/agyagásványból, 8%-ban kovás cementből és 2%-ban pórusból állnak. A homokkövek általában monokristályos-, valamint kevesebb polikristályos kvarcból, vulkáni (savanyú és elvértve kevés bázisos-neutrális kemizmusú) eredetű kőzettörmelékéből állnak. Elvértve kevés földpátot azonosítottunk (káli földpát > plagioklász).

Az 1. ábrán megfigyelhetjük, hogy a két kimérési eljárás során minden minta litarenitnek adódott, így mindkét diagram hasonló eredetet mutat. A két eljárás hasonló mértékű változékonysággal jellemezhető, amely esetében két kissé eltérő mintacsoportot azonosítottunk, amely összefügg a minták szemcseméretbeli eltéréseivel, ugyanis vizsgáltunk közép-nagyszemcsés, valamint aleurolit, finom- és aprószemcsés homokköveket egyaránt, továbbá a minták egyéb kőzettörmelék tartalmával (metamorf eredetű szemcsék).



**1. ábra** – A Balatonfelvidéki Homokkő kombinált kimérési eredményeit szemléltető háromszögdiagramok (Pettijohn et al., 1973 alapján), ahol GD és t a kimérési eljárásokat jelentik, qa – kvarcarenit, sa – szubarkóza, sl – szublitenit, aa – arkóza, la – litarenit

A kimérés során problémát a nehezen megfigyelhető szemcsehatárok, valamint a kovás cement alárendelt mennyisége és vastagsága, továbbá a szemcseközi térben jelentős mennyiséget képviselő másodlagos fázisok (klorit/agyagásvány) eredete, illetve besorolása (pszeudomátrix/kötőanyag, esetleg mátrix eredetű?) okozott.

### 3.2. A mecseki vörös homokkő előfordulások

A Mecsek hegység területén belül nagy kiterjedésű és jelentős vastagságú, változó összetételű perm–kora triász korú törmelékes, konglomerátumokból, homokkövekből és aleurolitokból álló összlet fordul elő (Barabás, Barabásné Stuhl, 1998). Ezek közül a két legnagyobb felszíni elterjedésű formáció a Jakabhegyi és a Kővágószőlősi Homokkő emelhető ki, ugyanis archeometriai szempontból ezek tekinthetők a legalkalmasabb szerszámkő nyersanyagoknak. A két képződményt Fazekas (1987) szerint nehéz egymástól megkülönböztetni, ugyanis nem figyelhető meg közöttük jelentős kőzetösszetételbeli változás.

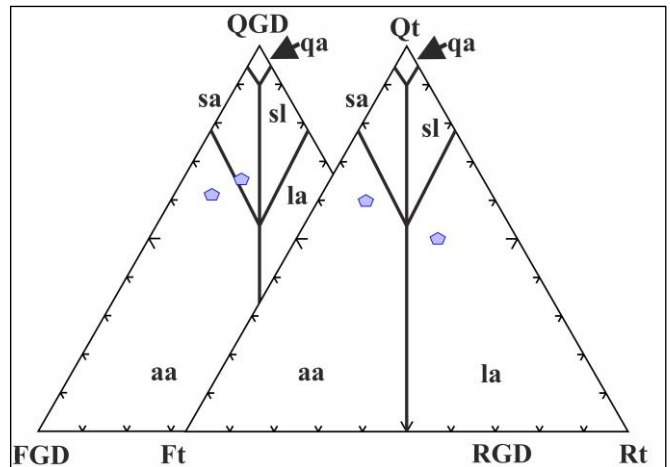
#### 3.2.1. Kővágószőlősi Homokkő

Három mintát vizsgáltunk, különböző felszíni előfordulásaiból, ezek Bakonya, Boda és a Petőczy-árokából származnak, melyek közül az első kettő esetében végeztünk kimérést (2. ábra).

A vizsgált homokkövek összetételéről elmondható, hogy azok átlagosan 91%-ban szemcsékből tevődnek össze (Q:F:L, 55:22:10, 4% csillám), továbbá előfordul még bennük kb. 8% kovás cement, amely sok esetben vékony, szinte alig látható módon jelenik meg és 1% pórus jellemzi még őket. A szemcsék között megjelenhet kevés szericit, amely pszeudomátrix jelenlétére utal. A vizsgált minták fő összetevői közé tartozik a monokristályos-, valamint a polikristályos kvarc, földpát (káliföldpát és plagioklász), savanyú és neutrális vulkáni eredetű kőzettörmelékek, és szintén jelentős részarányt kitevő granitoid eredetű töredékek.

A Gazzi-Dickinson-féle háromszögdiagramon (2. ábra, bal oldali háromszög) a két mérési eredmény kisebb változékonyságot mutat, amely a két minta hasonló eredetét, szubarkóza-szublitenit összetételét mutatja számunkra, míg a hagyományos eljárás értelmében arkózas homokkő-kőzettörmelékes homokkő (litenit) összetételt és nagyobb mértékű változékonyságot figyeltünk meg. Ugyanakkor fontos kiemelni, hogy a két vizsgált minta jelentős szemcseméretbeli eltéréssel jellemezhető, ugyanis a bakonyai minta, apró-középszemcsés homokkő, a második diagramon az „R” csúcs felé erőteljesen eltolódott, ezzel szemben a bodai, finomhomokos

aleurolit, mint a pedig a bal oldali diagramhoz képest csupán kis összetételbeli változást mutatott.



**2. ábra** – A Kővágószőlősi Formáció kimérési eredményei (Pettijohn et al., 1973 alapján), ahol GD és t a kimérési eljárásokat jelentik, qa – kvarcarenit, sa – szubarkóza, sl – szublitenit, aa – arkóza, la – litarenit

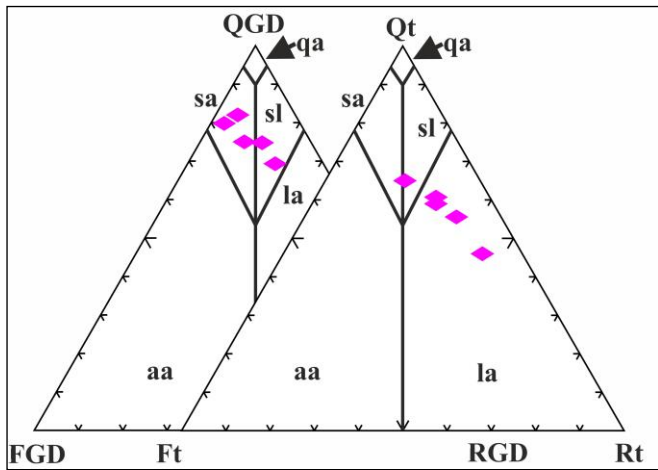
Ebben az esetben a két anyag viszonylag hasonló összetétellel rendelkezett, a kimérés során problémát az aleurolit minta szemcsemérete jelentett, ugyanis fénymikroszkópban a finomszemcsés anyagok kimérése, valamint a vizsgált szemcsék eredetének meghatározása, például az ásványtöredékek köztézh való rendelése nagyobb hibával terhelt, különösen abban az esetben, amennyiben a háttérterületen nagy mennyiséget képviselnek a durvább kristályos (pl. granitoid) törmelékek. Tovább nehezítették a szemcsék mennyiségének meghatározását a nehezen kivehető szemcsehatárok, ugyanis a kovás cement csak ritkán és kis vastagságban figyelhető meg, valamint a szemcsék között esetlegesen előforduló szericit pszeudomátrix jelenléte.

#### 3.2.2. Jakabhegyi Homokkő

Két felszíni előfordulást mintáztunk meg, egyet a Jakab-hegyen, egyet pedig Cserkút község közelében. A begyűjtött anyagok közül hat esetben végeztünk térfogati kimérést, amelyek eredményét a 3. ábra szemlélteti.

A vizsgált homokkövek összetételéről elmondható, hogy azok átlagosan 89%-ban szemcsékből állnak (Q:F:L, 69:12:8), továbbá előfordul még bennük kb. 11% kovás cement, amely szintaxiális módon jelenik meg. Gyakori még a szemcseközi térben, pszeudomátrix formájában megjelenő szericit, valamint a szétnyomódott vulkáni eredetű törmelékek. A homokkövek domináns elegyrészei közé tartozik a monokristályos kvarc, valamint a kisebb, de még jelentős mennyiséget képviselő polikristályos kvarc, a földpát (káliföldpát >> plagioklász), valamint a vulkáni eredetű (savanyú kemizmusú) kőzettörmelékek. Emellett kis mennyiségben granitoid törmelékeket is azonosítottunk.

A térfogati kimérések eredményeképpen a vizsgált hat minta összetételét a 3. ábra mutatja be. A diagram kiválasztása során fontos kitétel volt, hogy a homokkövek nem tartalmaztak mátrixot, továbbá pórusokat is csak elvéve észleltünk bennük, valamint az is, hogy a kötőanyag mennyisége nem haladta meg a korábbiakban említett 15%-ot, ezért a mátrixban szegény, arenitkre jellemző háromszögdiagramot vettük alapul. Kimérés során problémát okozhat a szemcsék közötti térben megjelenő szericit pszeudomátrix, azonban besorolása mind a két kimérési eljárás során



**3. ábra** – A Jakabhegyi Formáció kimérési eredményei (Pettijohn et al., 1973 alapján), ahol GD és t a kimérési eljárásokat jelentik, qa – kvarcarenit, sa – szubarkóza, sl – szublitarénit, aa – arkóza, la – litarenit

bizonytalanságot eredményezhet. Hasonlóan problémát jelenthetnek a szénnyomódott, vulkáni eredetű törmelékek, ugyanis ezeket sok esetben igen nehéz azonosítani a mintákat ért erős A szemcsék között megjelenő kovás cement sok esetben szintaxiális megjelenésű, amelyet kirajzolnak a szemcsehatárokon megjelenő opak ásványok, fluidumzárványok és másodlagos limonit is, megkönnyítve a kimérés során a szemcsék, valamint az utólagos kötőanyag elkülönítését.

A vizsgált homokkővek a két diagram esetében (3. ábra) eltérő összetételt mutattak. A bal oldali háromszög esetében a pontok mind a szubarkóza-szublitarénit mezőbe esnek, és kismértékű változékonyságot mutatnak, melyet a földpát és a finomszemcsés közettörmelékek (pl. vulkanitok) egymáshoz viszonyított arányának változása okoz. A jobb oldali diagramon a pontok egy kivételtől eltekintve mind litarenit mezőbe esnek. Ebben az esetben jelentősebb változékonyságot tapasztaltunk, melyet az eltérő szemcseméret, másrészt a granitoid töredékek, valamint a belőlük származó ásványtöredékek eltérő részaránya okozhatja.

## 4. Összefoglalás

Munkánk során bemutattuk a homokkőveken általunk alkalmazott kombinált kimérési eljárást, és a mérések kapcsán jelentkező problémákról is szót ejtettünk, elsősorban a magyarországi két ismert vörös homokkő előfordulás, három képződményének példáján.

Megállapítottuk, hogy mindkét kimérés fontos adatokat szolgáltat a vizsgált homokkő minta összetételével kapcsolatban, azonban amennyiben ezeket kombináltan alkalmazzuk, úgy még több információ birtokába jutunk a háttérterület kőzettani összetételével kapcsolatban. A két diagramot összehasonlítottuk mind a három képződmény esetében, felhívtuk a figyelmet, hogy milyen, az összetételből levezethető, különbségeket tapasztaltunk a két eljárás során tapasztalt eredményekben. A főbb problémák a minták esetében a szemcseméret „finomsága”, az egyes minták közötti szemcseméret eltérése, a közetalkotó komponensek milyensége, összetétele (durvakristályos törmelékek részaránya), ez utóbbi összefüggésbe hozható a szemcsemérettel is. Problémát jelenthet még a cement anyag mennyisége, megjelenése, valamint a homokkővet ért utólagos hatások, amelyek eltüntethetik (pl. kompaktió), vagy kiemelhetik (opakásvány, fluidumzárvány, limonit) a szemcsék és a kötőanyag közötti határokat. Ugyanígy gondot okozhat a szemcsék között megjelenő pszeudomátrix, valamint a

kompaktió eredményeképpen összenyomódott szemcsék besorolása, azok felismerhetősége. Fontos azonban azt kiemelni, hogy ezen folyamatok, illetve megfigyelések nem teszik lehetetlenné a kimérést, viszont azt is hangsúlyoznunk kell, hogy ezek ismerete, valamint felismerése és feljegyzése a kimérés során, valamint az adatok kiértékelésekor nélkülözhetetlenek, ugyanis ezek ismeretében és figyelembevételével pontosabb eredményekre juthatunk a vizsgált homokkővek forrásrégiójával, valamint földtani és kőzettani felépítésével kapcsolatban.

Kutatásunkat az NKFI-K [131814] számú projekt támogatta.

## Irodalomjegyzék

- Árgyelán, G.B. (1989): *Acta Mineralogica–Petrographica*, **30**, 127–136.
- Árgyelán, G.B. (1995): *Általános Földtani Szemle*, **27**, 59–83.
- Barabás, A., Barabásné Stuhl, Á. (1998): In: Bérczi, I., Jámbor, Á. (Eds.): *Magyarország Geológiai képződményeinek rétegtana, MOL-Rt. – MÁFI, Budapest*, 187–215.
- Basu, A. (1976): *Journal of Sedimentary Petrology*, **46/3**, 694–709.
- Bock, B., Bahlburg, H., Wörner, G., Zimmermann, U. (2000): *Journal of Geology*, **108**, 518–535.
- Csernussi, G. (1984): *Litofáciesvizsgálatok a „Balatonfelvidéki Vörös Homokkő Formáció”-ban*, Diplomamunka, Budapest, 127 p.
- Dickinson, W.R. (1970): *Journal of Sedimentary Petrology*, **40/2**, 695–707.
- Dickinson, W.R. (1985): In: Zuffa, G.G. (Ed.): *Provenance of Arenites, NATO ASI series C*, **148**, 333–361.
- Dickinson, W.R., Suczek, C. (1979): *AAPG Bulletin*, **63/12**, 2164–2182.
- Dott, R.H. (1964): *Journal of Sedimentary Petrology*, **34/3**, 625–632.
- Fazekas, V. (1987): *Földtani Közlöny*, **117/1**, 11–30.
- Folk, R.L. (1956): *Journal of Sedimentary Petrology*, **26/2**, 166–171.
- Gazzi, P. (1966): *Mineralogica et Petrographica Acta*, **12**, 69–97.
- Graham, S.A., Ingersoll, R.V., Dickinson, W.R. (1976): *Journal of Sedimentary Petrology*, **46/3**, 620–632.
- Ingersoll, R.V. (1990): *Geology*, **18/8**, 733–736.
- Ingersoll, R.V., Bullard, T.F., Ford, R.L., Grimm, J.P., Pickle, J.D., Sares, S.W. (1984): *Journal of Sedimentary Petrology*, **54/1**, 103–116.
- Józsa, S., Szakmány, Gy., Miklós, D.G., Varga, A. (2020): *Földtani Közlöny*, **150/2**, 291–314.
- Lihou, J.C., Mange-Rajetzky, M.A. (1996): *Sedimentary Geology*, **105**, 141–157.
- Mack, G.H., Suttner, L.J. (1977): *Journal of Sedimentary Petrology*, **47**, 89–100.
- Majoros, Gy. (1983): *Acta Geologica Hungarica*, **26/1–2**, 7–20.
- Miklós, D.G. (2018): *A Nyugat-Mecsek (Borjúsréti-völgy) kora-miocén rétegsorának komplex petrográfiai vizsgálata*, Diplomamunka, Budapest, 137 p.
- Montilla, L.A., Martínez, M., Márquez, G., Escobar, M., Sierra, C., Gallego, J.R., Esteves, I., Guitérrez, J.V. (2013): *Geochemical Journal*, **47**, 537–546.
- Pettijohn, F.J. (1954): *The Journal of Geology*, **62/4**, 360–365.
- Pettijohn, F.J., Potter, P.E., Siever, R. (1973): *Sand and sandstone*, Springer-Verlag, New York, 618 p.
- Preston, J., Hartley, A., Hole, M., Buck, S., Bond, J., Mange, M., Still, J. (1998): *Petrography Geosciences*, **4**, 7–16.
- Sabaou, N., Arr-salem, H., Zazaoun, R.S. (2009): *Journal of African Earth Sciences*, **55**, 158–174.
- Seydolali, A., Krinsley, D.H., Boggs, S., O’Hara, P.F., Dypvik, H., Goles, G.G. (1997): *Geology*, **25**, 787–790.
- Suttner, L.J. (1974): In: Ross, C.A. (Ed.): *Paleogeographic Provinces and Provinciality*, Society for Sedimentary Geology, Special Publication, **21**, 75–84.
- Varga, A., Szakmány, Gy., Józsa, S., Máthé, Z. (2001): *Földtani Közlöny*, **131/1–2**, 11–36.
- Varga, A., Szakmány, Gy., Józsa, S., Máthé, Z. (2003): *Acta Geologica Hungarica*, **46/1**, 95–113.
- Varga, A., Raucsik, B., Szakmány, Gy. (2004): *Földtani Közlöny*, **134/3**, 321–343.
- Zuffa, G.G. (1980): *Journal of Sedimentary Petrology*, **50/1**, 0021–0029.