

A MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS FÖLDTANI SZOLGÁLAT (MBFSZ) MIKROMINERALÓGIAI GYŰJTEMÉNYE

THE MICROMINERALOGICAL COLLECTION OF THE MINING AND GEOLOGICAL SURVEY OF HUNGARY*

PÉTERDI Bálint^{1,*}; SZILÁGYI Veronika²; MOLNÁR Péter^{1,4}; CSIRIK György¹; SÁNDOR Ágnes¹; TOLMÁCS Daniella¹; MARKOS Gábor¹; SZAKMÁNY György³; JÓZSA Sándor³;
MIKLÓS Dóra Georgina³ & GYURICZA György¹

¹Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága és jogelődjei, 1051 Budapest, Sas utca 20-22.

²Energiatudományi Kutatóközpont, 1121 Budapest, Konkoly-Thege Miklós út 29-33.

³Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Földrajz- és Földtudományi Intézet, Közettan-Geokémiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány sétány 1/C.

⁴Radioaktív Hulladékokat Kezelő Kft, 2040 Budaörs, Puskás Tivadar u. 11.

E-mail: peterdi.balint@gmail.com

Abstract

The Mining and Geological Survey of Hungary (MBFSZ) owns a comprehensive collection of mineral resources in Hungary. This paper presents the micromineralogical collection of MBFSZ belonging to the Mineralogy and Economic Geology Collection which provides information on the heavy mineral (HM) assemblages of clastic sediments (sand, gravel) of Hungary. The collection covers the whole territory of the country with 754 localities including open-air quarries exploiting Miocene-Holocene sand or gravel, recent river bars, shallow drillings exploring Pleistocene sediments of alluvial cones. The collection comprises altogether 863 sampling points and 4326 individually inventoried heavy mineral separata.

We summarize the stormy history of the collection, the sampling and processing strategy, the data available and the accessibility of the micromineralogical collection. Our aim is to draw attention to the collection, to describe it and acquaint researchers who are interested in carrying out research on these clastic sediments in any field of science. There is a special emphasis on the potential archaeometric applicability of the micromineralogical collection.

Kivonat

A Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat (MBFSZ) jelentős, a magyarországi ásványi (nyers)anyagokat felölelő gyűjteménnyel rendelkezik. A jelen cikkben bemutatott mikromineralógiai gyűjtemény – amely a Szolgálat Ásványtan–Teleptani gyűjteményének részét képezi – a hazai törmelékes üledékek (homok, kavics) nehézasvány összetételéről ad információt. A mintavétel egész Magyarország területét lefedi. A gyűjtemény 754 lelőhely (miocén-holocén korú homokot és kavicsot termelő bányák, recens folyózatonyok, folyóvízi hordalékkúpok pleisztocén üledékeit feltáró sekélyfúrások) 863 mintavételi pontjáról származó felszíni és felszínközeli laza üledék 4326 db egyedileg leltározott nehézasvány-szeparátumát tartalmazza.

Munkánkban a gyűjtemény viszontagságos történetét, a mintavétel és a feldolgozás módszertanát, a rendelkezésre álló adatokat, illetve a jelenlegi hozzáférhetőséget ismertetjük. Célunk, hogy a kutatók – legyen szó bármilyen, a törmelékes üledékes kőzetek felhasználásával foglalkozó szakemberről – megismerjék és saját kutatásaikhoz hasznosítsák ezt a rendkívül átfogó gyűjteményi anyagot. Cikkünkben külön felhívjuk a figyelmet a mikromineralógiai gyűjtemény – talán nem azonnal szembeötlő – archeometriai felhasználási lehetőségeire.

* How to cite this paper: PÉTERDI, Bálint^{1,*}; SZILÁGYI, V. ²; MOLNÁR, P. ^{1,4}; CSIRIK, Gy. ¹; SÁNDOR Á. ¹; TOLMÁCS, D. ¹; MARKOS, G. ¹; SZAKMÁNY, Gy. ³; JÓZSA, S. ³; MIKLÓS, D. G. ³ & GYURICZA, Gy. ¹, (2022): A Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat (MBFSZ) mikromineralógiai gyűjteménye / The micromineralogical collection of the Mining And Geological Survey of Hungary, *Archeometriai Műhely* XIX/1 27–42.

doi: [10.55023/issn.1786-271X.2022-003.hu](https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2022-003.hu)

KEYWORDS: MICROMINERALOGY, HEAVY MINERALS, COMPARATIVE COLLECTION, CERAMIC PROVENANCE, HUNGARY

KULCSSZAVAK: MIKROMINERALÓGIA, NEHÉZÁSVÁNYOK, ÖSSZEHASONLÍTÓ GYŰJTEMÉNY, KERÁMIA-PROVENIENCIA, MAGYARORSZÁG



1. ábra: A mintavételi helyek eredeti térképe (1:500 000, pauszon)

Fig. 1.: Original map of the sampling localities (1:500,000, on tracing paper)

A cikk elfogadása és megjelenése között az MBFSZ jogutódja a Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága (SZTFH) lett.

Történeti áttekintés

A gyűjtemény létrehozása - A „Magyarország recens és fosszilis torlatainak kutatása” program eredményei és hiányosságai

A „Magyarország recens és fosszilis torlatainak kutatása” című ambiciózus program céljai között szerepelt – a gazdaságosan hasznosítható arany-, ritkaföldfém- stb. lelőhelyek felderítésén túl – a Kárpát-medence feltöltődés-történetének feltárása és egy az ország egész területét reprezentáló mikromineralógiai mintagyűjtemény felállítása, valamint egy nehézasvány-határozási módszertani kézikönyv megalkotása.

A program sajnos nem váltotta be a hozzá fűzött gazdasági reményeket, ezért 1986-os indulása után 6 évvel, 1992-ben hirtelen – és a program résztvevőinek számára váratlanul – leállították.

Andrew E. Grosz, a USGS (Amerikai Geológiai Szolgálat) kutatójának szakmai ajánlásai alapján a tizenöt évesre tervezett program során négy fő forrásból tervezték a mintavételt és a nehézasvány-spektrumok vizsgálatát, értékelését:

- Magyarország nagyobb vízfolyásainak recens, vagy szubrecens üledékei (folyózátonyok),
- idősebb (harmadidőszaktól a pleisztocénig), laza üledékek feltárásai (építőipari kavics- és homokbányák feltárásai, termelt nyersanyagai),
- recens folyók idősebb hordalékkúpjainak sekélyfúrásos mintái (a munka a Duna és a Maros hordalékkúpjainak mintázásával indult),
- a Földtani Intézet magraktáraiban rendelkezésre álló mélyfúrások maganyagának mintázása (Kuti & Síkhegyi, 1985).

A recens folyózátonyok és az építőipari nyersanyagbányák mintázása 1986-1990 között a terveknek megfelelően gyakorlatilag teljes egészében megtörtént. Az idősebb hordalékkúpok sekélyfúrásos mintázását 1991-ben előrehaladott

állapotban kellett félbeszakítani. A mintázott területek Győrzámoly, Gönyű, Mecsér, Csepel-sziget (Ráckeve) illetve Deszk térségében voltak. A mintaraktárakban rendelkezésre álló mélyfúrások anyagának mintázására már nem került sor.

Egyes lelőhelyeken több mintavétel is történt: pl. homokbányák által feltárt különböző rétegekből, vagy egy-egy zátony különböző pontjairól. A későbbi minta-előkészítés során azonban általában lelőhelyenként csak egy mintát dolgoztak fel, csupán néhány lelőhely esetében vizsgáltak több mintát. A vizsgálatra kiválasztott minták mindazonáltal a lelőhelyek döntő többségét reprezentálják.

A kiválasztott minták vizsgálatra való előkészítését, majd a tervezett vizsgálatok jelentős részét el is végezték: az általános szedimentológiai, a szemcseösszetéti vizsgálatok, a 0,063 mm-nél kisebb szemcseméretű frakció nyomelem spektroszkópiai vizsgálata, valamint a mikromineralógiai minták közel felének (426 minta) kombinált vizsgálatos elemzése (lásd később) is megtörtént.

A program váratlan és hirtelen – néhány hét alatt történt – leállítása miatt azonban az eredmények összegyűjtése, értékelése, publikálása jórészt elmaradt. A kutatócsoportoknál elkészült kéziratok eredmények jelentős része, köztük a szedimentológiai és spektroszkópiai vizsgálatok eredményei, a terepi jegyzőkönyvek nagy része, és a mintavételi helyek rajzai elvesztek.

A mikromineralógiai gyűjtemény mintái együtt maradtak ugyan, de a hozzájuk tartozó dokumentáció nélkül a gyűjtemény értékelhetetlenné vált. Komoly problémát jelentett, hogy csak a minták kis része (a legkorábban elemzett sekélyfúrásos minták) mintamaradékai kerültek vékony, gumidugóval ellátott kémcsövekbe, míg a preparátumok jelentős része rendkívül sérülékeny tárolási formában, vékony „cukorkás” papírzacskókban maradt. A térképek közül egyedül a mintavételi helyeket feltüntető 1:500 000-es méretarányú térkép egyetlen példánya maradt meg (**1. ábra**).

2016, a fordulat éve

2016-ban egy szerencsés véletlen folytán előkerült a mintavételi helyeket ábrázoló terepi vázlatrajzok, helyszínrajzok nagy része és a felszíni mintavételezés terepi jegyzőkönyvei. Így feloldhatóvá váltak a mintavételi helyeket jelölő kódok, azonosíthatóak lettek a mintázott folyózatonyok és építőipari nyersanyagbányák, valamint a lelőhelyeken belül az egyes mintavételi helyek pontosabb körülményei (pl. „zátony közepe”, „bánya északi fala, harmadik réteg” stb.). Ezekon kívül megismertük az eredetileg begyűjtött

minták uralkodó szemcseméret-tartományát (pl. „kavicsos homok”, homokos kőzetliszt” stb.) is.

A fenti információk birtokában – és az MBFSZ jelentős anyagi- és munkaidő ráfordításával – megkezdődhetett az adatok (terepi jegyzőkönyvek, kéziratok jelentések stb.) digitalizálása; a lelőhelyeket ábrázoló térkép georeferált digitalizálása és a mintavételi helyek pontosítása az előkerült helyszínrajzok és leírások alapján; valamint a mintaállomány megmentése: a további állapotromlást megakadályozó és gyors visszakereshetőséget biztosító szakszerű tárolás és nyilvántartás (Gyuricza et al. 2017, Péterdi et al. 2020).

A mikromineralógiai gyűjtemény: mintavételtől adatbázisig

Mintavétel

A mintavételi terület egész Magyarországot lefedte: homok- és kavicsbányák; recens folyózatonyok; folyóvízi hordalékkúpok pleisztocén üledékeibe mélyülő sekélyfúrások. Sok lelőhelyen vettek több mintát, elsősorban a recens folyózatonyok esetében, ahol általában a zátony felső végéből (ahol a nehézasványok dúsulnak), a zátony alsó végéből és a derekából is vettek mintát. Nagyobb zátonyok esetében 4-6 minta vételére is sor került. Építőipari nyersanyagbányák esetében esetenként több rétegből is vettek mintát, ha a rétegek jól elkülöníthetőek voltak. Előfordult, hogy a szállításra előkészített, már a bányában szemcseméret szerint elkülönített depókból vettek mintát (ez minden minta leírásában feltüntetésre került).

Összesen 983 mintáról van adatunk (Lásd az **1. mellékletet**), de a ténylegesen vizsgálható minták száma lényegesen kevesebb, mivel a későbbi minta-előkészítés során általában lelőhelyenként – ugyanabból a bányából vagy zátonyból vett minták közül – csak egy mintát dolgoztak fel, csupán néhány lelőhely esetében vizsgáltak több mintát.

A kivett minta mennyisége a mintázandó képződmény átlagos szemcseméretével arányos volt: durvakavicsos üledékek esetén 100 kg, aprókavicsos üledékek esetében 50 kg, darakavicsos üledékek esetében 25 kg, míg durvaszemű, középszemű és apróhomokos üledékek esetében 10 kg. A döntő mértékben finomhomokos, illetve sok finomszemcsés anyagot tartalmazó üledékek mintázását nem tartották célszerűnek, mivel ezek torlatképződés szempontjából nem voltak perspektivikusak (Molnár 1987).

A laboratóriumi rutinvizsgálatokhoz (szemcseösszetétel vizsgálat, hagyományos nehézasvány vizsgálat) kezdetben a szérmentán kívül külön

mintát is vettek, durva-aprókavicsos üledékekből 2–3 kg-ot, homokos üledékekből 0,5–1 kg-ot, különösen figyelve a reprezentatív mintavételre és a szérminta anyagával való pontos egyezésre (Molnár 1987).

Mintaelőkészítés

A szállítás megkönnyítése érdekében a kavicsos frakciót még a mintavételezés helyén leválasztották. Ehhez vizes rostálást alkalmaztak 48, 20 és 5 mm-es lukátmérőjű rostákon. A frakciók tömegmérése után a leválasztott kavicsos frakcióból is vettek mintát közet-összetételi és koptatottsági vizsgálatok elvégzésének céljából (Molnár 1987).

A darakavics és durvahomok elkülönítése már laboratóriumban történt vizes rostálással 2,0, 1,0, és 0,5 mm-es lukátmérőjű rostákon. Szárítás és a száraz tömeg bemérése után került sor a középszemcsés, aprószemcsés és finomszemcsés homok, valamint az azoknál kisebb szemcseméretű anyag szétválasztására vizes szitálással 0,25, 0,125, és 0,063 mm lukátmérőjű szitákon. Ez után a fázis után is szárítás, és a száraz tömeg mérése következett (Molnár 1987).

A nehézásványok dúsítását kezdetben a 0,063–0,5 mm közötti szemcseméretű frakciókban végezték spirállal és választópohárban, bromoformmal. Később (a minták jelentősebb részének esetében) a nagy – átlagosan 150–200 gramm, egyes esetekben azonban 1 kg feletti – anyagmennyiségek miatt a következő eljárásra tértek át: nagyméretű (15 cm átmérőjű) leválasztó töléseket alkalmaztak. A gyűjtőlombikokra a bromoform párolgását csökkentendő vákuumszivattyút csatlakoztattak. A leválasztott ásványszemcsékre tapadt bromoformot etilalkohollal vagy acetonnal öblítették le (Gyuricza 1987).

A leválasztott nehézásvány-dúsítmányokból mintát vettek „hagyományos”, polarizációs mikroszkópos vizsgálatokhoz, geokémiai vizsgálatokhoz, valamint „dokumentációs” célokból (később felmerülő vagy ellenőrző vizsgálatokhoz). Sajnos a minták ezen része is elveszett és 2016-ban sem került meg.

Ezután a megmaradt anyagmennyiséget – amely az eredetileg leválasztott nehézásvány-dúsítmány legalább fele, általában mintegy 75%-a volt – tovább szeparálták, elektromágneses szeparátor segítségével (kezdetben a Miskolci Egyetemen, később a Központi Bányászati Fejlesztési Intézetben). A leválasztás a következő áramerősségek mellett történt: 0,0 A (vagy kézi mágnes), 0,3 A, 0,6 A, 1,0 A és maximális áramerősség, azaz 2,4 A (Parfenoff et al. 1970; Gyuricza 1986, 1987).

Végeredményül a minták 0,063–0,5 mm közötti szemcseméretű frakciójából 5 vagy 6 frakciót alakítottak ki, amelyeket betűkkel jelöltek. A különböző frakciókban jellemzően más és más ásványok dúsultak. Felhívjuk a figyelmet, hogy az ásványhatározások egy része bizonytalan, pontatlan (lásd az alábbiakban). Ferromágneses frakció, „A”: gyakorlatilag magnetit. Paramágneses frakciók: „B”: ilmenit, hipersztén stb.; „C”: gránátok, a piroxének nagy része, magmás eredetű amfibolok stb.; „D”: metamorf eredetű amfibolok, epidot csoport, sztaurolit stb. A diamágneses frakciót (cirkon, kianit, termésarany stb.) a reziduális könnyű ásványoktól (kvarc, földpátok stb.) bromoformos leválasztással tisztították meg. Az így kapott utolsó frakció az „E” (Központi Bányászati Fejlesztési Intézetben előkészített minták) vagy „F” (Miskolci Egyetemen előkészített minták) jelölést kapta. Egyes ásványfajok változó vastartalmuktól függően több paramágneses frakcióban is jelen lehetnek.

A gyűjtemény megmentése: átcsomagolás, nyilvántartás

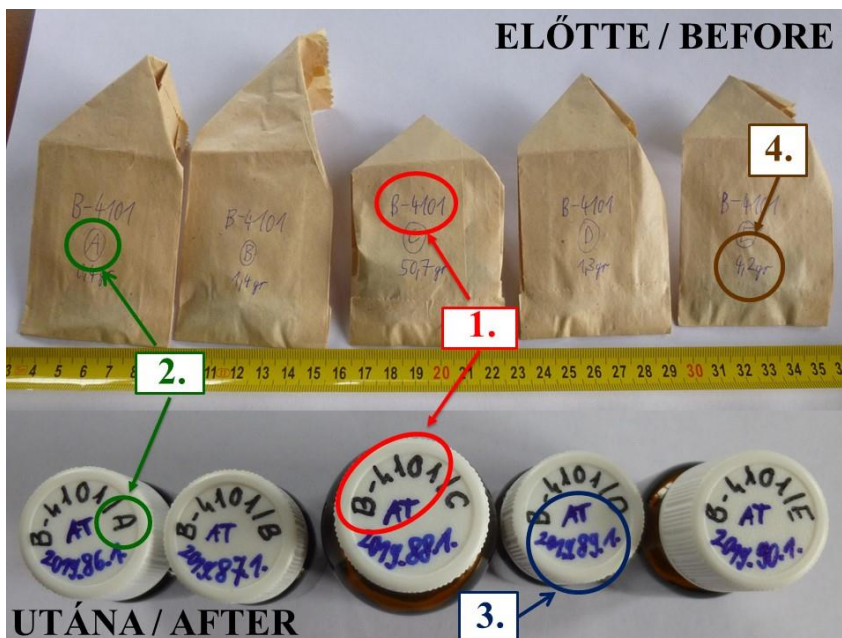
Kétéves (2017–2019) munka során a sérülékeny „cukorkás” papírzacskókból és a kémcsövekből a minták jól záródó csavaros műanyag kupakkal ellátott üvegcskébe, illetve nagyobb anyagmennyiség esetén befőttesüvegekbe kerültek át (kivételes figyelmet fordítva a mintavesztés elkerülésére). Az eredeti mintaazonosító az üvegcsek belsejében karton-lapokon és – a leltározás során kapott szabványos leltári számmal együtt – a kupakokon is feltüntetésre került. (2-4. ábra)

A leltárkönyv (amely digitális adatbázis formájában is elérhető, kereshető) nemcsak a lelőhelyre vonatkozó szokásos adatokat – településnév, pontosabb helymeghatározás (pl. homokbánya elhelyezkedése, feltárás helyzete a bányán belül, mintázott réteg elhelyezkedése, sekélyfúrás mintázott méterköze stb.) tartalmazza. Az adatbázisba bekerültek az eredeti lelőhelyjelek, mintajelek, a mintázott üledék jellege (pl. aprókavicsos homok, finomhomokos kőzetliszt stb.) és a minta-előkészítés során előállított frakciók eredetileg bemért tömege is (5. ábra). Az eredeti projekt keretében elvégzett kombinált vizsgálatok (ld. a „Mikromineralógiai vizsgálatok, nehézásvány-spektrumok” című fejezetet) után – megfelelő tárolási lehetőség hiányában – a már megvizsgált minták mintamaradékainak nagy részét selejtezték, de a dokumentációs céllal megtartott mintamennyiségek jól reprezentálják a teljes egykori mintát, mennyiségük eléri, gyakran jóval meg is haladja a nehézásvány-preparátumok szokásos mennyiségét.



2. ábra:
Az MBFSZ mikromineralógiai gyűjteménye

Fig. 2.:
Micromineralogical collection of the MBFSZ



3. ábra:
Szeparátumok átsomagolás előtt és után – azonosítók:
1. minta jele, 2. frakció jele, 3. leltári szám, 4. a frakció eredetileg bemért tömege

Fig. 3.:
State of the separata before and after the repacking – legend:

- 1. sample ID, 2. fraction sign,
- 3. inventory number, 4. original mass of the fraction



4. ábra:
Egy minta 5 frakciója átsomagolás után

Fig. 4.:
Five fractions of a single sample after the repacking

5. ábra: Egyedileg leltározott frakció (1 üvegese) rekordja az adatbázisban:

1. leltári szám, 2. lelelőhely (mintavételi hely) térképi jele, 3. minta jele, 4. frakció jele, 5. eredeti minta szemcsemérete, 6. a frakció eredetileg bemért tömege, 7. lelelőhely (település), 8. mintavételi hely részletes leírása, 9. elhelyezés, 10. gyűjtő neve, 11. gyűjtés ideje

Fig. 5.: Record of an individually registered fraction (1 pc. of glass vial) in the database:

1. inventory number, 2. mark of the locality (sampling site) on the map, 3. sample code, 4. fraction code, 5. grain size of the original sample, 6. original weight of the fraction, 7. locality (settlement), 8. detailed description of the sampling locality, 9. repository, 10. name of the collecting person, 11. date of sampling

Az MBFSZ mikromineralógiai gyűjteménye jelenleg – vizsgálhatósági lehetőségek

A jelenlegi mikromineralógiai gyűjtemény – amely a Szolgálat Ásványtan–Teleptani gyűjteményének részét képezi – 4326 egyedileg leltározott tételből (mintát tartalmazó, jól záródó csavaros műanyag kupakkal ellátott üvegcséből, illetve nagyobb anyagmennyiség esetén befőttesüvegből) áll (3. ábra). A mintavételi terület egész Magyarországot lefedi, jelenleg 863 mintavételi pontról származó felszíni és felszínközeli laza üledék nehézsúly-szeparátumait tartalmazza (6. ábra). A mintavételi pontok 754 lelelőhely között oszlanak meg: 510 bányá (homok- és kavicsbányák, ahol a bányászott nyersanyag földtani kora miocéntől holocénig terjed); 145 recens folyózatony; 99 sekélyfúrás (pleisztocén folyóvízi hordalékkúpok). Egyes lelelőhelyeken több mintavétel is történt, a későbbi mintaelőkészítés során azonban általában lelelőhelyenként csak egy mintát dolgoztak fel (1. melléklet).

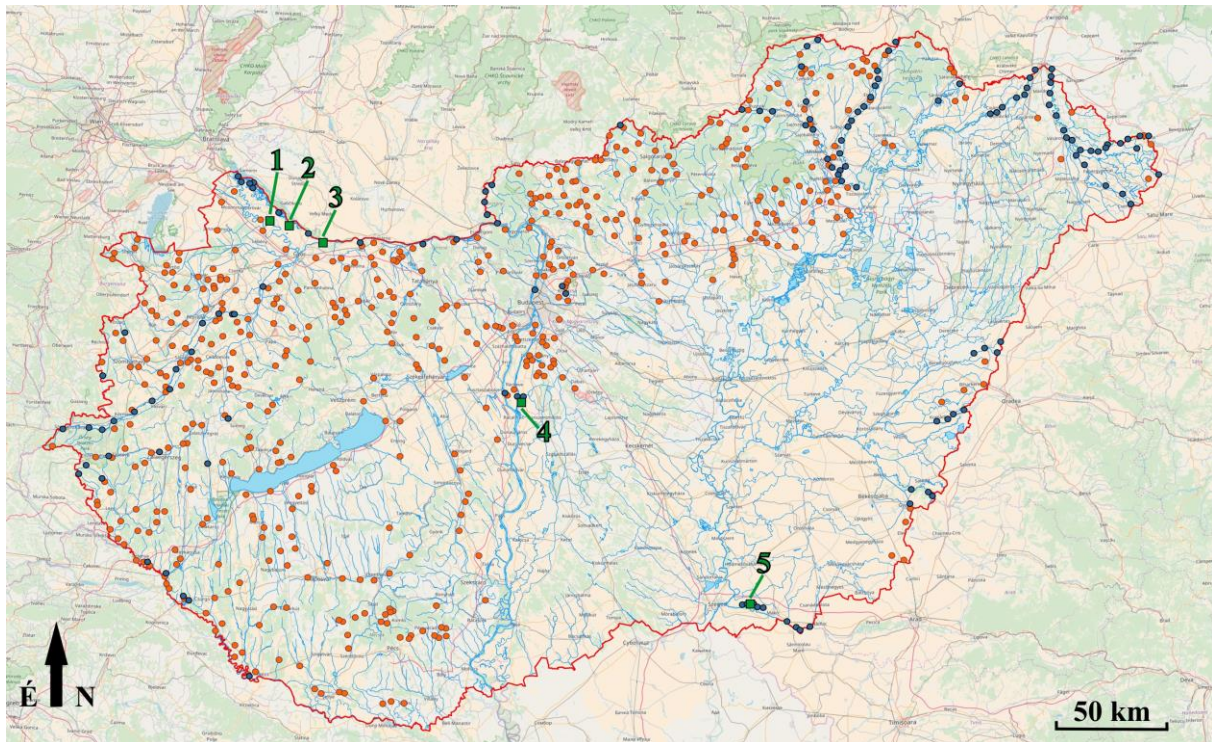
A kereshető adatbázis jelenleg (2021. 11. 28.) az alábbi url-en érhető el: <https://gyujtemeny.mfgi.hu>.

A minták az MBFSZ gyűjteményében vizsgálhatók, figyelembe véve a koronavírus járvány miatt éppen fennálló biztonsági intézkedéseket (szigorúbb zárlat esetén a gyűjtemény sajnos nem látogatható). A vizsgálatokhoz korszerű mikroszkóp vehető igénybe. Az elvégzett vizsgálatok eredményéről készült dokumentációk és az elkészült publikációk egy-egy példányát az MBFSZ gyűjteményének át kell adni.

A még meg nem vizsgált minták csak egyben vizsgálhatóak, azaz minden frakciójukról szükséges legalább dokumentációt (nehézsúly-listát) készíteni. A már korábban – a '90-es években, vagy 2016 óta – megvizsgált minták egyes frakciói külön-külön is vizsgálhatók.

Mikromineralógiai vizsgálatok, nehézsúly-spektrumok

A „Magyarország recens és fosszilis torlatainak kutatása” program keretében a hirtelen félbeszakítás miatt csak a nehézsúly-szeparátumok mintegy felét (426 mintát) sikerült az alábbiakban részletezett módszerrel megvizsgálni.



6. ábra: Digitalizált lelőhelytérkép: narancssárga körök – homok- és kavicsbányák, kék körök – recens folyózátónyok, zöld négyzetek – sekély fúrásokkal feltárt területek (folyóvízi hordalékkúpok pleisztocén üledékei): 1. Mecsér, 2. Győrzámoly, 3. Gönyű, 4. Ráckeve (Csepel-sziget), 5. Deszk

Fig. 6.: Digitalized map of the sampling localities: orange circles – sand and gravel quarries, blue circles – recent riverbars, green circles – shallow drilled sites (Pleistocene sediments of alluvial cones): 1. Mecsér, 2. Győrzámoly, 3. Gönyű, 4. Ráckeve (Csepel island), 5. Deszk

A nehézasvány-vizsgálatok során a programban kifejlesztett kombinált vizsgálatsoros elemzést alkalmazták. Első lépésként a para- és diamágneses frakciókról (B-C-D-E/F, ld. korábban) leválasztották a 0,1 mm szemcseátmérő alatti részt színeképelemzéses vizsgálatok céljából. A nehézasvány-összetételt a teljes ferromágneses (A frakció) és a 0,1 mm-nél durvább para- és diamágneses frakciókon vizsgálták (Molnár et al. 1990).

A nagy mintaszám és anyagmennyiségek miatt az összes minta polarizációs mikroszkópos vizsgálata túl sok időt vett volna igénybe, ezért az egyes részterületekről származó mintákat részterületenként csoportokba osztották:

Az 1. csoportba az adott részterület mintáinak mintegy harmada került, ezeket a mintákat biológiai (sztereo-) mikroszkóppal és közettani (polarizációs) mikroszkóppal is részletesen vizsgálták. A binokuláris mikroszkóppal az egyes frakciókat ásványcsoportokra bontották, elsősorban szín és alak alapján, majd az egyes ásványcsoportok ásványait polarizációs mikroszkóppal is vizsgálták. A polarizációs mikroszkóppal jelentősen inhomogénnek bizonyult – „oligomineralikus” összetételű, azaz néhány különböző ásványt

tartalmazó – ásványcsoportokból preparátumok készültek további polarizációs mikroszkópos vizsgálatokhoz, amelyekkel pontosan meghatározták ezen ásványcsoportok összetételét. Ilyen „oligomineralikus” ásványcsoport volt például a „paramágneses zöld ásványok” csoportja, amelyet a részletes vizsgálatok alapján zöld amfibol, augit, „pisztacit” (zöld epidot), esetleg klorit, „bontott pyrobol” (bontott színes szilikátok, elsősorban zöld piroxének és amfibolok) alkot.

A fenti, részletes vizsgálatra kiválasztott minták közül részterületenként 1-2 minta esetében minden binokuláris mikroszkóppal elkülönített ásványcsoportból készültek preparátumok a pontos ásványhatározáshoz. A minták fennmaradó mintegy kétharmad részében csak „vázlatos” (átnézetes) vizsgálatot végeztek, amelynek során csak binokuláris mikroszkópot alkalmaztak, a részletes vizsgálatok során már megismert ásványcsoportok elkülönítésére. Az így meg nem határozható ásványfajok mennyiségi arányát az egyes ásványcsoportokon belül a részletes vizsgálatok során kapott adatok alapján becsülték meg. Ennek elengedhetetlen feltétele természetesen az volt, hogy legyen közeli rétegből, vagy zátonytestből származó részletesen vizsgált minta (Molnár et al. 1989, 1990).

Ez a vizsgálati rendszer jelentősen gyorsította a feldolgozást: a teljes vizsgálat (minden ásványcsoportból preparátum készítése és részletes vizsgálata) mintánként 3-5 munkanapot vett igénybe, ezzel szemben a részletes vizsgálat csak mintánként 1 napot, míg a „vázlatos” (átnézetes) vizsgálat során naponta 3-5 minta is elemezhető volt (Molnár et al. 1989).

Az egyes ásványok mennyiségi meghatározásának pontossága annak is függvénye, hogy az adott ásvány homogén – monomineralikus – csoportot alkot-e, vagy mindig valamilyen inhomogén – oligomineralikus – ásványcsoport tagjaként van jelen.

Ezek alapján a binokuláris mikroszkóppal is jól elkülöníthető, viszonylag homogén csoportot alkotó ásványok a következők voltak (a *dőlt betűvel* szedett ásványok határozása a későbbi mikroszondás (EPMA) vizsgálatok alapján hibásnak bizonyult, ld. később): magnetit, titanomagnetit, magnetit-oid, hematit, arany, gránát (*pirop*, *almandin*), „hipersztén I.” („ferrohipersztén”, azaz ferroszilit), *antofillit*, sillimanit, sztaurolit, muszkovit, klorit, biotit, dolomit (ha aggregátum jellegű), limonit, leukoxén, markazit, pirit, valamint a mágnesesén jól szeparálható mintákban az ilmenit, rutil és turmalin. Az ebbe a csoportba tartozó ásványok mennyiségi adataiban nem mutatkozott eltérés a részletes és „vázlatos” (átnézetes) vizsgálat eredményei között (Molnár et al. 1989).

Az önálló, viszonylag homogén – monomineralikus – csoportot alkotó ásványfajok, amelyek azonban inhomogén – oligomineralikus – csoportok tagjaként is megjelennek kis mértékben, a következők voltak: ilmenit, „hipersztén II.” („közönséges hipersztén”), „pisztacit” (zöld epidot), „rutil 1” (vörös), „rutil 2” (fekete), cirkon, „disztén” (kianit), turmalin, glaukonit, bontott, bekérgezett szemcsék, közettörmelékek. Ezen csoport ásványainak „vázlatos” vizsgálatokkal megállapított mennyiségi értékei jelentősen függenek a „részletes” vizsgálatokkal kapott adatoktól (Molnár et al. 1989).

A kizárólagosan inhomogén – oligomineralikus – csoportokban megjelenő ásványok a következők voltak (a *dőlt betűvel* szedett ásványok határozása a későbbi mikroszondás (EPMA) vizsgálatok alapján hibásnak bizonyult, ld. később): krómit, diopszid, augit, tremolit, aktinolit, „zöld amfibol” (hornblende), „barna amfibol”, „bazaltos amfibol”, „oxiamfibol”, glaukofán, „alkáli amfibolok általában” (riebeckit), „bontott pyrobol” (bontott színes szilikátok, elsősorban zöld piroxének és amfibolok), szintelen epidot, *sárga epidot*, klinozoisit, zoisit, korund, anatóz, andaluzit, topáz, titanit, vezuvián, kloritoid, monacit, apatit, barit, „sziderit” (sziderit és valószínűleg kalcit, valamint

egyéb karbonát is), dolomit, kvarc (és kvarcitos közettörmelék), vulkáni üveg, földpát, bontott bekérgezett szemcse, közettörmelék.

Egyes esetekben az utolsó csoport egyes ásványai is a homogén csoportokra jellemzően határozhatóak (pl. ha a „paramágneses zöld ásványok” csoportjából az adott mintavételi területen hiányzik az augit, akkor a „pisztacit” (zöld epidot) jól elkülöníthető).

„Vázlatos” (átnézetes) vizsgálatokkal ezen utolsó csoportba tartozó ásványfajok mennyiségi adatait nem lehet megadni, azokat minden esetben a részletes vizsgálat megfelelő ásványcsoportjában meghatározott átlagértékekből kell kiszámítani. Ezért ezen ásványfajok mennyiségi értékei teljes mértékben a részletes vizsgálatnál kapott adatoktól függenek (Molnár et al. 1989).

A program elején elvégzett kísérletek alapján a mennyiségi becslések hibája 10% alatt maradt (Molnár et al. 1989).

A határozások ellenőrzése és korrigálása érdekében elektronmikroszondás (EPMA) vizsgálatok készültek az MTA Geokémiai Kutatólaboratóriumában az **1. táblázatban** részletezett ásványok és együtt határozott szemcse-csoportok „monomineralikus” preparátumaiból (Polgári 1988, 1989, 1990, 1991, Molnár et al. 1989). Egyes ásványokból több „monomineralikus” preparátumot is vizsgáltak, amelyek különböző vizsgálati területek mintáiból készültek.

Az EPMA vizsgálatok alapján (Polgári 1988, 1989, 1990, 1991, Molnár et al. 1989) a preparátumok valóban monomineralikusnak tekinthetők és az elsődleges ásványhatározások is helyesnek bizonyultak az alábbi esetekben: apatit (háromból két preparátum esetében), augit, barna amfibol, biotit, bontott amfibol, cirkon, diopszid, diopszidos augit, „disztén” (= kianit), dolomit (háromból két preparátum esetében), „epidot I” („pisztacit” = zöld epidot), „ferrohipersztén” (= ferroszilit), glaukonit, hematit (hatból két preparátum esetében), hipersztén (az eredetileg „hipersztén I (ferrohipersztén)” és „hipersztén II (közönséges hipersztén)” preparátum esetében is), ilmenit (kettőből egy preparátum esetében), klorit, leukoxén (kettőből egy preparátum esetében), magnetit ooid, muszkovit, oxiamfibol (bazaltos amfibol), pirit, rutil (kettőből egy preparátum esetében), sillimanit, sztaurolit, titanit, turmalin, zoisit, zöld amfibol (Ca-amfibolok). Az ellenőrző vizsgálatok alapján a preparátumok nem bizonyultak monomineralikusnak, de a „névadó” ásványok adták a vizsgált szemcsék jelentős részét a következő esetekben: andaluzit, apatit (háromból egy preparátum esetében), glaukofán, korund, leukoxén (kettőből egy preparátum esetében), magnetit, szintelen epidot, titanomagnetit.

1. táblázat: Az elektronmikroszondás (EPMA) vizsgálatokkal ellenőrzött és korigált ásványfajok listája. A táblázat 3. oszlopában azokban az esetekben szerepelnek százalékos (közelítő) ásvány mennyiségek, amelyekben egy-egy „szennyező” ásvány lényeges mennyiségben volt jelen egy-egy „monomineralikus” preparátumban. A csak felsorolásszerűen megadott ásványok csak egy-egy szennyező szemcse formájában voltak jelen az adott preparátumban.

Table 1.: List of mineral species checked and corrected by electron microprobe (EMPA) analyses. The third column of the table contains (semi quantitative) percentage values when contaminating species reach significant amount in the ‘monomineralic’ sample. In other cases, the listed contaminating phases are present as a few grains in the preparate.

eredeti ásványhatározás (binokuláris mikroszkóp)	mintázási hely (típus)	EPMA ásványhatározás
almandin	Győrzámoly (sekélyfúrás)	almandin (+ andradit + spessartin)
amfibolok, piroxének, epidotok	Tisza, Duna (recens zátonyok)	diopszid (58%), vezuvián? / bontott biotit? (16%), Pb-szilikát (bariszilit?) (10%), kvarc (6%), amfibol? (6%), összetett szemcse (albit, muszkovit, Ca-dús szilikát)
andaluzit	Kőrösök, Tisza, Duna (recens zátonyok)	andaluzit (50%), kvarc (44%), korund
antimonit	Hernád (recens zátonyok)	antimon-okker (mállott antimonit)
antofillit	Győrzámoly (sekélyfúrás)	disztén (= kianit), topáz, andaluzit
apatit-1	Kőrösök, Tisza, Duna (recens zátonyok)	fluor-apatit
apatit-2	Kőrösök, Tisza, Duna (recens zátonyok)	fluor-apatit (61 %), klór-apatit (17%), sillimanit - disztén (= kianit), epidot (klinozoisit), amfibol (tremolit?)
apatit-3	Kőrösök, Tisza, Duna (recens zátonyok)	fluor-apatit
átlátszatlan fehér szemcsék	Ráckeve (sekélyfúrás)	inhomogén, de egymáshoz hasonló összetételű szemcsék (Al, Si + változó mennyiségű Ca, kevés Fe), + rutil
augit	Maros (recens zátonyok)	augit
barna amfibol	Novaj, szarmata összlet (bánya)	barna amfibol
biotit	Duna (recens zátonyok)	biotit (mállott)
bontott amfibol	Maros (recens zátonyok)	barna amfibol
bontott színes szilikát	Győrzámoly (sekélyfúrás)	változatos összetételű szemcsék, köztük kvarc, közettörmelék
bontott színes szilikátok	Maros (recens zátonyok)	változatos összetételű szemcsék, közettörmelékek, kvarc, klorit
bontott, bekéregzett, koptatott, színtelen, fehér szilikátok	Maros (recens zátonyok)	változatos összetételű szemcsék
cirkon	Győrzámoly (sekélyfúrás)	cirkon
diopszid	Csákánydoroszló, Rába (recens zátony)	diopszid (+muszkovit)
diopszidos augit	Nógrádszakál, bádeni összlet (bánya)	diopszid vagy diopszidos augit (+ilmenit, pumpellyit)

eredeti ásványhatározás (binokuláris mikroszkóp)	mintázási hely (típus)	EPMA ásványhatározás
„disztén” (= kianit)	Győrzámoly (sekélyfűrás)	disztén
„disztén” (= kianit)	Csákánydoroszló, Rába (recens zátony)	disztén (= kianit) (sok zárvánnyal)
dolomit	Győrzámoly (sekélyfűrás)	dolomit
dolomit	Bódva (recens zátonyok)	vasdús karbonátásványok
dolomit?	Jászfényszaru, Zagyva (bánya)	dolomit (+mállott klorit)
epidot I („pisztacit” = zöld epidot)	Győrzámoly (sekélyfűrás)	epidot
epidot II („sárga epidot”)	Győrzámoly (sekélyfűrás)	nem epidot
„fahéj-kék”	Kőrösök (recens zátonyok)	apatit (59%), cirkon (22%), andaluzit - disztén (= kianit) (11%), kvarc (5%), kálföldpát albittal
„fahéj-vörös”	Kőrösök (recens zátonyok)	kvarc (+ rutil, bontott kálföldpát)
ferrohipersztén (= ferroszilit)	Nógrádszakál, bádeni ősszlet (bánya)	ferrohipersztén (=ferroszilit) (+albit, magnetit)
glaukofán	Hídvegardó, Bódva (recens zátony)	glaukofán (73%), magnetit, amfibol (nem glaukofán), magnetit-tartalmú közettörmelékek
glaukonit	Tisza (recens zátonyok)	glaukonit
hematit?	Győrzámoly (sekélyfűrás)	vasdús kéreggel borított kvarc (81%), ilmenit, bontott színes szilikát
hematit-1	Kőrösök (recens zátonyok)	többségében nem hematit
hematit-2	Tisza (recens zátonyok)	többségében nem hematit
hematit-3	Hernád (recens zátonyok)	többségében nem hematit
hematit-4	Bódva (recens zátonyok)	vas-oxid (hematit), esetenként Ti- és Cr-tartalommal
hematit-5	Sajó (recens zátonyok)	vas-oxid (hematit) , esetenként Ti-tartalommal
hipersztén I (= „ferrohipersztén” = ferroszilit)	Győrzámoly (sekélyfűrás)	hipersztén (bontott, sok magnetit, titanomagnetit és ilmenit zárvánnyal)
hipersztén II (= „közönséges hipersztén”)	Győrzámoly (sekélyfűrás)	hipersztén
hornblende	Győrzámoly (sekélyfűrás)	változatos összetétel (Ca, Fe, Ti) (hornblende nem zárható ki)
ilmenit	Győrzámoly (sekélyfűrás)	ilmenit
ilmenit	Kőrösök (recens zátonyok)	rutil (75%), mállott amfibol, mállott titán-ásvány
karbonát	Győrzámoly (sekélyfűrás)	változatos összetételű szemcsék (kis Mg-tartalmú kalcit, cirkon, titanit)
klinozoisit?	Győrzámoly (sekélyfűrás)	epidot (63%), vas-oxid? / vas-karbonát? (27%), kvarc (10%)

eredeti ásványhatározás (binokuláris mikroszkóp)	mintázási hely (típus)	EPMA ásványhatározás
klorit	Duna (recens zátonyok)	klorit (biotit mállásterméke), bontott klorit, muszkovit, összetett szemcse (muszkovit, klorit, rutil)
koptatott, bontott színes szilikát	Ráckeve (sekélyfúrás)	azonos összetételű (Al-, Si-, Ca-, Fe-tartalmú szemcsék)
korund	Tisza (recens zátonyok)	korund (67%), amfibol (20%), sillimanit, rutil
leukoxén? (fehér-szürke)	Győrzámoly (sekélyfúrás)	leukoxén (egyes esetekben alacsonyabb Ti-tartalommal) (75%), rutil (25%)
leukoxén? (színezett)	Győrzámoly (sekélyfúrás)	leukoxén (+ kvarc)
limonit, limonitos aggregátum	Ráckeve (sekélyfúrás)	vegyes: limonitos aggregátumok, limonit-kérges szemcsék: kvarc, amfibol
magnetit	Győrzámoly (sekélyfúrás)	magnetit, ilmenit, Cr-tartalmú magnetit, Ti-Mn-tartalmú magnetit, kromit, titanomagnetit
magnetit oolit	Győrzámoly (sekélyfúrás)	magnetit
„magnéziumszilikát”	Homokterenye, Zagyva (bánya)	nem határozható: szervesanyag- tartalmú szennyeződés és ásványszemcsék keverékei
muszkovit	Duna (recens zátonyok)	muszkovit (üde), muszkovit (erősen mállott)
oxiamfibol (bazaltos amfibol)	Maros (recens zátonyok)	bazaltos amfibol (+ cirkon, kvarc)
pirit	Győrzámoly (sekélyfúrás)	pirit (+rutil, kvarc)
pirit (sárga, fekete, biogén)	Ráckeve (sekélyfúrás)	pirit (20% biogén eredetű)
pirop	Győrzámoly (sekélyfúrás)	almandin (Ca- és Mn-tartalmú)
rutil	Győrzámoly (sekélyfúrás)	rutil
rutil	Maros (recens zátonyok)	nem rutil, lehet leukoxén, vagy más Ti-tartalmú ásványok
sillimanit - disztén (= kianit)	Kőrösök (recens zátonyok)	sillimanit - disztén (= kianit)
sillimanit-1 (színtelen, fehér, gyengén színezett)	Ráckeve, Győrzámoly (sekélyfúrás)	sillimanit (+ kálicföldpát, kvarc)
sillimanit-2 (gyengén színezett)	Ráckeve, Győrzámoly (sekélyfúrás)	sillimanit
sillimanit-3 (erősebben színezett)	Ráckeve, Győrzámoly (sekélyfúrás)	sillimanit (egyes szemcsékben nyomokban K- és Fe-tartalommal, ez felelhet a színezettségért)
színtelen epidot?	Győrzámoly (sekélyfúrás)	epidot (62%), sillimanit (15%), kvarc (23%)
színtelen, fehér, bekérgezett, bontott, koptatott szilikátok	Győrzámoly (sekélyfúrás)	változatos összetételű szemcsék
szaurolit	Győrzámoly (sekélyfúrás)	szaurolit

eredeti ásványhatározás (binokuláris mikroszkóp)	mintázási hely (típus)	EPMA ásványhatározás
szauroolit	Ráckeve (sekélyfúrás)	szauroolit
titanit-1	Emőd, Sajó-Hernád hordalékkúp (bánya)	titanit
titanit-2	Ipolytarnóc, Ipoly (recens zátony)	titanit (sok radioaktív zárvánnyal)
titanomagnetit	Maros (recens zátonyok)	titanomagnetit (esetenként Mn-tartalmú) (70%), összetett szemcse (magnetit-titanomagnetit), Cr-tartalmú magnetit, mállott magnetit
turmalin	Győrzámoly (sekélyfúrás)	turmalin
zoisit	Győrzámoly (sekélyfúrás)	kis vastartalmú epidot vagy zoisit
zöld amfibol	Győrzámoly (sekélyfúrás)	Ca-amfibolok
zöld amfibol	Maros (recens zátonyok)	Ca-amfibol (aktinolit?)

A mikroszondás mérések több ásvány együttes jelenlétét mutatták ki a hornblende, limonit, limonitos aggregátum esetében. A legfontosabb, a félrehatározást helyesbítő vizsgálatok történtek az alábbi esetekben: almandin, antimonit, antofillit, dolomit (háromból egy preparátum esetében), „epidot II” („sárga epidot”), hematit (hatból négy minta esetében), ilmenit (kettőből egy preparátum esetében), klinozoisit, „magnéziumszilikát”, pirop, rutil (kettőből egy preparátum esetében).

Az EPMA vizsgálatokra kevert mintaként leadott preparátumok közül az „átlátszatlan fehér szemcsék” és a „koptatott, bontott színes szilikát” csoport monomineralikusnak bizonyult, de a szemcsékhez nem sikerült ásványfajt rendelni. A „fahéj-vörös” csoportot gyakorlatilag színes kvarcsemmek alkották. Az „amfibolok, piroxének, epidotok”, „bontott színes szilikátok”, „bontott, bekérgezett, koptatott, szintelen, fehér szilikátok”, „fahéj-kék”, „karbonát” és „szintelen, fehér, bekérgezett, bontott, koptatott szilikátok” csoportok változatos összetételű ásványokat és/vagy közettörmelékét tartalmaztak (Polgári 1988, 1989, 1990, 1991, Molnár et al. 1989).

A hibásan határozott ásványok esetében az alábbi korrekciókat alkalmazták. A korábban helytelenül „pirop” és „almandin” ásványokként azonosított fázisokat egyetlen egységes „gránát” csoportba sorolták. Az „antofillitnek” határozott csoport szemcséit Al- és Si-tartalmuk, valamint megjelenésük alapján a továbbiakban sillimanitként, a „sárga epidot” csoport szemcséit pedig szauroolitiként sorolták be. A győrzámolyi minták esetében az „antofillit” és „sárga epidot” csoportokhoz „nem történt határozás” került a végső jelentésekbe, ennek ellenére jelenlétüket továbbra is valószínűsítették és más területek mintáinak (pl. Maros zátonyok) eredményei között szerepelnek is (Molnár et al. 1989). Pontatlannak tekintendők

továbbá az alábbi ásványokra vonatkozó mennyiségi adatok: diopszid, „alkáli amfibol”, „bontott pyrobol”, szintelen epidot, klinozoisit, andaluzit, topáz, vezuvián, monacit, „bontott szemcsék” (Molnár et al. 1989).

A fenti módszerekkel meghatározott minőségi, illetve fél-mennyiségi adatokat tartalmazó nehézásvány-spektrumok a **2. mellékletben** találhatóak, de érdemes azokat csak tájékoztató jellegű adatokként kezelni és néhány ásványfaj esetében a meghatározásokat is fenntartásokkal kezelni. Egyes ásványok oszlopa a korrekciók elvégzése után üresen maradt, mindazonáltal véleményünk szerint az is információ-tartalommal bír, hogy milyen nehézásványokat nem találtak az egyes mintákban, ezért ezeket az oszlopokat is benne hagytuk a mellékletben. Egy-egy minta esetében sok oszlopban nem szerepel adat, de ezek további felhasználás esetén könnyen elhagyhatók. Szándékaink szerint a jövőben az adatbázist bővíteni fogjuk korábban már vizsgált, de a gyűjteménybe még be nem érkezett, illetve újonnan gyűjtött minták nehézásvány spektrumaival, ezért fenntartjuk a további ásványok felvételének lehetőségét is.

A gyűjtemény archeometriai szempontú felhasználásának lehetőségei

A „Magyarország recens és fosszilis torlatainak kutatása” című kutatási program célja hivatalosan nyersanyagkutatás, e mellett elsősorban földtani (szedimentológiai, fejlődéstörténeti) ismeretek megszerzése volt. Mindazonáltal a folyamatosan bővülő mikromineralógiai vizsgálati eredmények jól hasznosíthatók lehetnek archeometriai kutatásokban is. Elsősorban olyan vizsgálatok esetében, amelyek a törmelékes üledékes kőzetek felhasználásának kutatására irányulnak.

Az egyik leggyakoribb leletípus, amelynek készítéséhez törmelékes üledékes kőzetanyagot használnak, a kerámia. A kerámia archeometria egyik fontos kérdése az úgynevezett nem plasztikus elegyrészek nyersanyagának forrása. Ezek az agyagnál nagyobb szemcseméretű elegyrészek egyrészt a kerámiakészítés során felhasznált agyagos üledékben természetesen jelen lévő szemcsék, másrészt a tudatosan a nyersanyaghoz adagolt soványító anyag szemcséi is lehetnek. A nem plasztikus elegyrészek sok esetben sokkal karakteresebbek (ásványos és/vagy kémiai összetétel szempontjából) az agyagos alkotónál, így alkalmasabbak lehetnek a nyersanyag eredetének meghatározására (pl. Obbágy et al. 2014; Józsa et al. 2016a, 2016b). Ez az agyagnál nagyobb szemcseméretű elegyrész leggyakrabban különböző szemcseméretű homok-kőzetliszt, amely származhat recens folyóvízi üledékből, de akár idősebb földtani korú homokos-kőzetlisztes üledékekből is.

Homokköveket elsősorban szerszámkövek – őrlőkövek, malomkövek, fenőkövek, csiszolókövek, dörzskövek vagy akár öntőformák – készítésére használtak. Mivel ezekkel az eszközökkel szemben általában nem merülnek fel olyan magas minőségbeli követelmények, mint a nagy presztízstértékű csiszolt kőeszközök esetében, ezért általában közeli, vagy közepesen távoli nyersanyaglelőhelyek anyagát használták (Szakmány & Nagy 2005, Péterdi 2012, 2020, Kürthy et al. 2013). Fiatalabb régészeti időszakokban – egészen napjainkig – a homokkő kedvelt építőanyag is. A Kárpát-medencében a különféle homokkövek nagy területen és nagy változatosságban érhetőek el, mindazonáltal főbb ásványos összetevőik – kvarc, földpátok, csillámok, kőzettörmelék – általában hasonlóak, ezért hagyományos kőzetani és geokémiai módszerekkel azonosításuk sokszor nehézségekbe ütközik. A homokkövek nehézasvány-tartalma jellemző az egykori lepusztulási területre, ezért fontos segítség lehet egy-egy régészeti lelet nyersanyaga forrásterületének meghatározásához. Bár a mikromineralógiai gyűjtemény legnagyobb részét alkotó minták többnyire laza üledékeket képviselnek, mégis értékes információt hordozhatnak az idősebb (pl. pannon) homokkövek nehézasvány-tartalmára vonatkozóan is.

A nehézasványok a kőeszköz- és kerámiakészítés során fellépő fizikai változásoknak (pl. mechanikai behatás, égetés) ellenállnak, megőrizve az alkalmazott nyersanyagok nehézasvány spektrumát. A régészeti leletek nehézasvány-tartalmának és a potenciális nyersanyagot szolgáltató területek jellemző nehézasvány spektrumának ismeretében érzékeny eszközt kapunk kezünkbe a proveniencia vizsgálatokhoz. A nyersanyagról általában egy adott területre reprezentatív mintagyűjtéssel,

nehézasvány-szeperálással és -vizsgálattal nyerhetünk információt (pl. Obbágy et al. 2014; Józsa et al. 2016a, 2016b). Ezt a rendkívül munka-, idő- és erőforrás-igényes feladatot jelentősen leegyszerűsíti, meggyorsítja, és nem utolsósorban olcsóbbá teszi egy jól dokumentált nehézasvány-gyűjtemény, és a hozzá kapcsolódó, már elvégzett nehézasvány-vizsgálatok eredményeinek felhasználása.

A Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat mikromineralógiai gyűjteménye ezért jelentős segítséget tud nyújtani a magyarországi – sőt talán a kárpát-medencei – régészeti ásatásokon előkerült homokkő anyagú szerszámkő, kőeszköz és építőkö, illetve kerámialeletek nyersanyagának származását kutató szakembereknek is, elsősorban egy-egy jól körülhatárolható terület (pl. egy kisebb folyó vízgyűjtőterülete) jellemző nehézasvány-társulásainak megismerése révén. A gyűjtemény kerámia proveniencia vizsgálatok során történő felhasználására ad példát Szilágyi et al. 2021 munkája.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálatnak.

Irodalom

GYURICZA, Gy. (1986): Előzetes jelentés a GH-85-1 fúrás széranyagának binokuláris mikroszkópi vizsgálatáról. *Közöletlen kézirat* (T. 14090/11), Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest, pp. 12.

GYURICZA, Gy. (1987): Földtani anyagvizsgálati módszerek korszerűsítése. Nagy tömegű nehézasvány szeperálásával kapcsolatos gyakorlati kérdések. *Közöletlen kézirat* (T. 14105), Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest, pp. 14.

GYURICZA, Gy., HERMANN, V., KUTASI, G., MARKOS, G., MIKLÓS, D., PÉTERDI, B., SÁNDOR, Á., TOLMÁCS, D. & VARGA, R. (2017): 2. 9. Mikromineralógiai gyűjtemény és adatbázis összeállítása. *Közöletlen kézirat* (T. 24016), Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest, pp. 26.

JÓZSA, S., SZAKMÁNY, Gy., OBBÁGY, G., BENDŐ, Zs. & TAUBALD, H. (2016a): A fažanai (Isztria, Horvátország) Laecanium amphorák archeometriája / Archaeometry of Laecanian amphorae from Fažana, Istria. *Archeometriai Műhely* XIII/2 95–130.

JÓZSA S., SZAKMÁNY Gy., OBBÁGY G. & KÜRTHY, D. (2016b): Régészeti mikroásványtan –

mikroásványok a régészeti kerámiákban, a módszer lehetőségei és korlátai / Micromineralogy in archaeological ceramics – opportunities and constraints of analytical methods. *Archeometriai Műhely* **XIII/3** 173–190.

KUTI, L. & SÍKHEGYI, F. (1985): Programtervezet Magyarország fiatal laza üledékeinek áttekintő nehézsó kutatására. *Közöletlen kézirat* (T.19599), Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest, pp. 6.

KÜRTHY, D., SZAKMÁNY, Gy., JÓZSA, S. & SZABÓ, G. (2013): A regőlyi kora vaskori sírhalom kőzetleleteinek előzetes archeometriai vizsgálati eredményei. *Archeometriai Műhely* **X/2** 111–126.

MOLNÁR, P. (1987): A torlatkutatás során begyűjtött minták feldolgozása. (Molnár Péter MÁFI 1986). *Közöletlen kézirat* (T. 14090 5. f.), Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest, pp. 16.

MOLNÁR, P., GYURICZA, Gy. & THAMÓNÉ BOZSÓ, E. (1989): Jelentés a „Magyarország recens és fosszilis torlatainak kutatása” c. program 1988. évi teljesítéséről. *Közöletlen kézirat* (T. 14806), Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest, pp. 26.

MOLNÁR, P., GYURICZA, Gy. & THAMÓNÉ BOZSÓ, E. (1990): Jelentés a „Magyarország recens és fosszilis torlatainak kutatása” c. program 1989. évi munkálatairól. *Közöletlen kézirat* (T. 15077), Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest, pp. 57.

OBBÁGY G., JÓZSA S., SZAKMÁNY Gy., BENDŐ Zs. & BEZECZKY T. (2014): Isztriai amforák nyersanyagának nehézsó-vizsgálati eredményei. *Gesta* **XIII** 39–58.

PARFENOFF, A., POMEROL, C. & TOURENQ, J. (1970): *Les minéraux en grains: Méthodes d'études et détermination*. Masson et Cie, Paris, pp. 578.

PÉTERDI, B. (2012): Balatonöszöd – Temetői dűlő rézkori lelőhely homokkő nyersanyagú kőszkőzeinek közzettani és geokémiai vizsgálata. *Archeometriai Műhely* **IX/4** 265–286.

PÉTERDI, B., 2020: Red sandstone as raw material of Baden culture (Late Copper Age) grinding stones (Balatonöszöd - Temetői dűlő site, Hungary), with a review of the red sandstone formations of SW Hungary. *Journal of Lithic Studies* **7/3**, 1–29. <https://doi.org/10.2218/jls.3092>

PÉTERDI, B., SZILÁGYI, V., MIKLÓS, D. G., SZAKMÁNY, Gy., JÓZSA, S. & GYURICZA, Gy. (2020): Az MBFSZ mikromineralógiai gyűjteménye és felhasználási lehetőségei a

kerámia-archeometriában. In: FÜRI, J. & KIRÁLY, E. (szerk.), *Átalakulások. 11. Közzettani és Geokémiai Vándorgyűlés*. Sopron, 2020. szeptember 10-12. Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, Budapest, 2020.,71–73.

POLGÁRI, M. (1988): Ásványpreparátumok elektronmikroszondás vizsgálati eredményei. MTA Geokémiai Kutatólaboratóriuma, Budapest. *Közöletlen kézirat* (T.19222), Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest, pp. 42.

POLGÁRI, M. (1989): Jelentés a „Mikromineralógiai ásványpreparátumok értékelése elektronmikroszondás vizsgálatok alapján” c. témakörben, Kmb. 190/G/89. GKL számú, ill. 4942/89. MÁFI számú kutatási szerződés keretében. MTA Geokémiai Kutatólaboratóriuma, Budapest. *Közöletlen kézirat* (T. 15085), Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest, pp. 91.

POLGÁRI, M. (1990): Jelentés a „Mikromineralógiai ásványpreparátumok értékelése elektronmikroszondás vizsgálatok alapján” c. témakörben, Kmb. 207/G/90. GKL számú, ill. 5132/90. MÁFI számú kutatási szerződés keretében. MTA Geokémiai Kutatólaboratóriuma, Budapest. *Közöletlen kézirat* (T. 15345), Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest, pp. 95.

POLGÁRI, M. (1991): Jelentés a „Mikromineralógiai ásványpreparátumok értékelése elektronmikroszondás vizsgálatok alapján” c. témakörben, Kmb. 216/G/1991. GKL számú, ill. 5132/91. MÁFI számú kutatási szerződés keretében. MTA Geokémiai Kutatólaboratóriuma, Budapest. *Közöletlen kézirat* (T. 19223), Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest, pp. 30.

SZAKMÁNY, Gy., NAGY, B. (2005): Balatonlelle – Felső-Gamász lelőhelyről előkerült késő rézkori vörös homokkő örlőkövek petrográfiai vizsgálatának eredményei. *Archeometriai Műhely* **II/3** 13–21.

SZILÁGYI, V., PÉTERDI, B., SZAKMÁNY, Gy., JÓZSA, S., MIKLÓS, D. G. & GYURICZA, Gy. (2021): Application of heavy mineral analysis for ceramic provenance research by the micromineralogical collection of the Mining and Geological Survey of Hungary – a case study. Nehézsó vizsgálat a kerámiák eredetkutatásának szolgálatában a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat nehézsó gyűjteményének segítségével – esettanulmány. *Archeometriai Műhely* **XVIII/2** 109–122.

1. melléklet: A gyűjteményben őrzött minták adatai (kiegészítve azokkal a mintavételi helyekkel, illetve mintákkal, amelyekből nem készült nehézasvány-szeparátum, vagy elvesztek)

Appendix 1.: Record on the samples of the micromineralogical collection (completed with samples without heavy mineral separation or which have been lost)

2. melléklet: Nehézasvány-spektrumok: minőségi, illetve félmennyiségi adatok. Az adatok tájékoztató jellegűek, néhány ásványfaj esetében a meghatározásokat is fenntartásokkal kell kezelni (lásd a cikk “Mikromineralógiai vizsgálatok, nehézasvány-spektrumok” fejezetét).

Appendix 2.: Heavy mineral separata: qualitative and semi-quantitative data. These data are for informal use, some mineral determinations are to be considered with caution (see details in chapter ‘Micromineralogical studies, HM spectra’).

