

# Archeometriai Műhely

**2021.  
XVIII. évfolyam 3. szám**

# Archeometriai Műhely

szabad hozzáférésű elektronikus folyóirat



Kiadja a Magyar Nemzeti Múzeum  
Felelős kiadó: L. Simon László, főigazgató

Szerkesztő: Szilágyi Veronika

A szerkesztőbizottság tagjai:

Bajnóczi Bernadett, Bartosiewicz László, Bárány Annamária, Ilon Gábor, Kasztovszky Zsolt,  
Kiss Viktória, Lencz Balázs, Molnár Mihály, Péterdi Bálint, Sümegi Pál, Szakmány György,  
Székely Balázs, T. Biró Katalin, Zöldföldi Judit

[www.ace.hu/am](http://www.ace.hu/am)

ISSN: HU ISSN 1786-271X

URN: urn:nbn:hu-4106

## **Tartalom / Contents**

### **Archeometriai Műhely / Archaeometry Workshop No. 2021/3.**

„Csiszolt kőeszköz és szerszámkő nyersanyagok nagyműszeres vizsgálata a Kárpát-medence és környezete őskori távolsági és regionális kereskedelmi hálózatainak feltérképezéséhez” c. NKFIH (OTKA) projektindító / Large facility analytical studies of polished and ground stone artefacts – an NKFIH (OTKA) project startup meeting

2021. március 26, on-line.

#### **Cikkek / Articles**

- KASZTOVSZKY, Zs. : [Csiszolt kőeszköz és szerszámkő nyersanyagok nagyműszeres vizsgálata – NKFIH \(OTKA\) projekt / Large facility analytical studies of polished and ground stone artefacts – an NKFIH \(OTKA\) project](#) **185-190**
- SZILÁGYI, Kata & T. BIRÓ, Katalin : [Régészeti szempontok a Kárpát-medencéből és környékéről származó csiszolt kőeszközök és szerszámkövek eredetvizsgálatához / Archaeological aspects of the provenance of polished stone tools and ground stones from the Carpathian Basin and its surroundings](#) **191-208**
- MIKLÓS D.G, SZAKMÁNY Gy, JÓZSA S, STARNINI, E. & HORVÁTH F. : [Vörös homokkő nyersanyagú szerszámkövek Hódmezővásárhely–Gorzsa késő neolitik \(Tisza kultúra\) tell település leletanyagában / Red sandstone as raw material of Late Neolithic \(Tisza Culture\) groundstones from the tell Site of Hódmezővásárhely–Gorzsa](#) **209-236**
- MIKLÓS et al. : [Melléklet / Appendix](#) **(5 p.)**
- SZILÁGYI V., ILLÉS L., T. BIRÓ K., PÉNTÉK A., HARSÁNYI I., SÁGI T., KOVÁCS Z., FEHÉR K. & SZAKMÁNY Gy. : [A Cserhát-Cserhátalja-Gödöllői-dombság-Mátraalja vidékéről származó csiszolt kőeszközök előzetes archeometriai vizsgálati eredményei / Preliminary archaeological results on some polished stone artefacts from Northern Hungary \(Cserhát Mts. and foothill region, Mátra foothill region and Gödöllő hills\)](#) **237-260**
- SZILÁGYI et al. : [Melléklet / Appendix](#) **(13 p.)**
- T. BIRÓ K., HEGEDŰS P. & SZILÁGYI K. : [Kigyla - A „Csiszolt kőeszköz és szerszámkő nyersanyagok nagyműszeres vizsgálata a Kárpát-medence és környezete őskori távolsági és regionális kereskedelmi hálózatainak feltérképezéséhez” c. OTKA projekt adatbázisa / Database for the "Large facility analytical studies of polished and ground stone artefacts for the reconstruction of Prehistoric transregional trade routes in the Carpathian Basin and its surroundings" project \(K-131814, National Research, Development and Innovation Office\)](#) **261-272**

#### **További cikkek / Regular articles**

- BOZI, Róbert & SZABÓ, Géza : [Non-destructive testing of work-related hypertrophic alterations of Equida metatarsus, demonstrated through the example of Scythian Age horse remains / Equida metatarsus munkahipertrófiás elváltozásainak roncsolás mentes vizsgálata, szkíta kori ló maradványok példáján bemutatva](#) **273-288**

***Közlemények / Other communications***

SZÉKELY Balázs	:	<a href="#">Újabb lépés előre: DOI-azonosítók az Archeometriai Műhely cikkeire</a>	<b>289</b>
	:	<a href="#">A szám lektorai</a>	<b>290</b>

# CSISZOLT KŐESZKÖZ ÉS SZERSZÁMKŐ NYERSANYAGOK NAGYMŰSZERES VIZSGÁLATA – EGY NKFIH (OTKA) PROJEKT RÖVID ISMERTETÉSE

## LARGE FACILITY ANALYTICAL STUDIES OF POLISHED AND GROUND STONE ARTEFACTS – A SHORT INTRODUCTION TO AN NKFIH (OTKA) PROJECT •

KASZTOVSZKY Zsolt<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Energiatudományi Kutatóközpont, Eötvös Loránd Kutatási Hálózat  
1121 Budapest, Konkoly-Thege Miklós út 29-33.

E-mail: [kasztovszky.zsolt@ek-cer.hu](mailto:kasztovszky.zsolt@ek-cer.hu)

### Abstract

*The project No. 131814 financed by the National Research, Development and Innovation Office, aims to identify the raw material sources of polished and ground stone artefacts in Hungary, delimiting the potential source areas, as precisely as possible. In March 2020, we have organized a workshop on the main objectives, methodology and the expected results, within the frame of the Archaeometry Workshop series. Based on our former results, potential sources of some raw material types are located outside Hungary, even outside the Carpathian Basin. The research focuses on a systematic study of finds and raw materials that have been not or only partly studied yet, also supplementing former results by application of new methods. We pay special attention to reference materials from the potential raw material sources.*

*The irreplaceable archaeological finds will be analysed mostly by non-destructive methods (PGAA, OS-SEM-EDX for major components), while Neutron Activation Analysis is used to measure the trace elements. From the data obtained, we shall construct an Atlas of Hungarian Prehistoric Polished Stone Artefacts. The project participants are: Centre for Energy Research, Mining and Geological Survey of Hungary, Department of Petrology and Geochemistry Eötvös Loránd University, Hungarian National Museum, Herman Ottó Museum and Móra Ferenc Museum. We hope that the Atlas of the Hungarian Polished Stone Tools, which is one of the desired final product of the project, will be a useful background information for the scientists working with the archaeometry of stone tools.*

### Kivonat

*A 2019 decemberében indult K 131814 sz. NKFIH projekt célja a Magyarországon fellelt csiszolt kőeszközök, szerszámkövek nyersanyagainak meghatározása, és származási helyének minél szűkebb lehatárolása. A projekt fő célkitűzéseiről, módszertanáról és várható eredményeiről 2020. márciusban tartottunk egy projektindító ülést az Archeometriai Műhely sorozat keretében. Eddigi kutatásaink alapján a nyersanyaglelőhelyek jelentős részben a Kárpát-medencén kívül esnek, a nyersanyagok régészeti elterjedése is több országot érint. A korábban nem, vagy csak részben vizsgált leletanyagok, nyersanyagok részletes feldolgozását, és a már vizsgált eszköztípusok, nyersanyagok új módszerekkel történő elemzését végezzük el. Felkutatjuk, megmintázzuk és elemezzük a potenciális nyersanyaglelőhelyek kőzettípusait.*

*Az értékes leleteket főként roncsolásmentes módszerekkel vizsgáljuk (PGAA, OS-SEM-EDX a fő összetevők meghatározására), míg a nyomelemeket NAA-val mérjük. Adatainkból összeállítjuk a Magyarországi Csiszolt Kőeszközök Atlaszát. A projekt résztvevői: az Energiatudományi Kutatóközpont, a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, az ELTE Kőzettan-Geokémiai Tanszék, a Magyar Nemzeti Múzeum, a Herman Ottó Múzeum és a Móra Ferenc Múzeum. Reményeink szerint a projekt végére elkészítendő Magyarországi Csiszolt Kőeszközök Atlasza hasznos segítség lesz a kőeszközök archeometriájával foglalkozó kutatók számára.*

---

• How to cite this paper: KASZTOVSZKY, Zs., (2021): Csiszolt kőeszköz és szerszámkö nyersanyagok nagyműszeres vizsgálata – egy NKFIH (OTKA) projekt rövid ismertetése / Large facility analytical studies of polished and ground stone artefacts – a short introduction to an NKFIH (OTKA) project [In Hungarian with English abstract], *Archeometriai Műhely* XVIII/3 185–190.  
doi: [10.55023/issn.1786-271X.2021-015](https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2021-015)

KEYWORDS: POLISHED STONE TOOLS, PROVENANCE, PGAA, OS-SEM-EDX, NAA, ATLAS OF STONE ARTEFACTS

KULCSSZAVAK: CSISZOLT KŐESZKÖZ, PROVENIENCIA, PGAA, OS-SEM-EDX, NAA, KŐESZKÖZ ATLASZ

### **Bevezetés és célkitűzések**

A 2019-ben indult négyéves projekt szervesen kapcsolódik csiszolt kőeszközök nyersanyag eredetével foglalkozó korábbi hazai és nemzetközi projektekhez (Bendő et al. 2014; Péterdi et al., 2014; Kasztovszky 2017; Váczi et al. 2017). Célunk a Magyarországon fellelt csiszolt kőeszközök, szerszámkövek nyersanyagainak meghatározása, és származási helyének minél szűkebb, esetenként pontszerű lehatárolása. Eddigi kutatásaink alapján a nyersanyaglelőhelyek jelentős részben a Kárpát-medencén kívül esnek, a nyersanyagok régészeti elterjedése is több országot érint, ezért eredményeink jelentős nemzetközi érdeklődésre tarthatnak számot. A korábban nem, vagy csak részben vizsgált leletanyagok, nyersanyagok részletes feldolgozását, és a már vizsgált eszköztípusok, nyersanyagok új módszerekkel történő elemzését végezzük el. Felkutatjuk, megmintázzuk és elemezzük a potenciális nyersanyaglelőhelyek közötti típusait. A nagyszámú mintán alapuló végső ismeretanyag a korabeli társadalmak kapcsolat- és kereskedelmi rendszerének, területhasználati és migrációs viszonyainak kutatásához nyújt segítséget.

A kőeszköz-nyersanyagkutatások kiinduló kérdése volt, hogy az őskorban milyen kőzeteket használtak nyersanyagként és ezek honnan származnak. Az eddig vizsgált anyagfajták jelentős bővülésével számos nyersanyag típus eredetét már sikerült lehatárolni, illetve meghatározni, néhány típus eredete azonban még nyitott kérdés. Jelen kutatásban az eddig részletesen nem vizsgált csiszolt kőeszköz nyersanyag típusok elemzése, nyersanyag-forrásaik minél pontosabb lehatárolása a fő célunk. Emellett fontos kérdés, hogy egy-egy kőzettípus több előfordulási lehetőségéből egy-egy kultúrában melyik nyersanyaglelőhelynek lesz kiemelt szerepe, és onnan milyen távolságra, milyen mennyiségben jutnak el a kőeszközök. Eddigi eredményeink szerint (NKFI és nemzetközi IGCP-442, JADE2, TÉT projektek) az őskori nyersanyagok közül a csiszolt kőeszközök elterjedése jelenti a legszélesebb körű, és kőzettani és geokémiai módszerekkel optimálisan kutatható hálózatot.

### **Vizsgálati módszerek**

A kutatás módszertani alapja a vizsgált régészeti leletek analitikai eredmények összevetése a nyersanyagellátás szempontjából releváns, szisztematikusan gyűjtött kőzetminták hasonló adataival

Az értékes, pótolhatatlan régészeti leletek vizsgálatára főként modern roncsolásmentes

módszereket alkalmazunk. A két fő alkalmazott módszer – a PGAA (Szakmány & Kasztovszky 2004; Szakmány et al., 2011) és az eredeti felszín SEM-EDX (OS-SEM-EDX) (Bendő et al., 2014; Bendő et al., 2019) jelentősége, hogy mindkettő alkalmas teljes, ép tárgyak elemzésére mintavétel nélkül. A PGAA néhány cm<sup>3</sup> tömbi („bulk”) minta átlagos elemösszetételét – elsősorban a főösszetevők, valamint a B, Cl, Sm, Gd, esetenként V, Cr, Nd, nyomelemek koncentrációját – méri. Az OS-SEM-EDX segítségével a tárgyak felszín közeli ásványos- és elemösszetételét határozzuk meg. A SEM-EDX megbízhatósága, reprezentativitása gyakran nem éri el a hagyományos kőzettani-geokémiai módszerekét, mivel az eredményt nagyban befolyásolhatja a minta felszínének állapota.

Kiegészítő vizsgálatként hagyományos neutronaktivációs analízis segítségével a töredékes régészeti tárgyakból, ill. nyersanyagokból vett néhány mg minta fő- és nyomelem tartalmát határozzuk meg. A kimutatható elemek szempontjából a PGAA és az NAA egymást kiegészítő módszereknek tekinthetők.

A PGAA és NAA méréseket az Energiatudományi Kutatóközpontban, a Budapesti Kutatóreaktornál végezzük, a SEM-EDX méréseket részben az ELTE Kőzettan-Geokémiai Tanszéken, részben az Energiatudományi Kutatóközpont Nanoérzékelők Laboratóriumában végezzük.

### **Munkaterv**

#### **Múzeumi anyag**

A csiszolt kőeszközöket és szerszámköveket elsősorban hazai múzeumok, illetve ásatások leletanyagából választjuk ki. Megtekintjük, ill. makroszkóposan összehasonlítjuk az elérhető külföldi múzeumok, ásatások leletanyagát a már ismert nyersanyag típusokkal, mágneses szuszceptibilitást mérünk. A tervezett múzeumok: Lengyelország (Jordanów, Krakkó, Varsó), Csehország (Brno, Prága), Ausztria (Bécs, Eggenburg, Graz), Szlovákia, Szerbia (Szabadka, Belgrád), Horvátország, Szlovénia.

#### **Terepi gyűjtés**

A hazai terepmunka célja: geológiai minták (elsősorban homokkő) gyűjtése a legfontosabb hazai előfordulásokból (Balatonfelvidék, Mecsek, Észak-Magyarország). A határon túli terepi munka céljai: Geológiai minták, „zöldkő” nyersanyagok a Ny-Alpokból, a Voltri-masszívumból, az ÉNy-Appenninek előteréből, a Kis-Kárpátokból, a Veporikumból és a Gömörkumból; Erdélyi-

középhegység, Maros-mente; szerpentinit nyersanyagok a Pennini tektonikai ablakokból.

### **Mérések**

A projekt során évi 100 minta PGAA mérését, évi 20 minta NAA mérését, évi 40 minta SEM-EDX mérését terveztük. Ezen kívül tervezzük évi 10 fluid zárvány minta elemvizsgálatát.

### ***Az első évben végzett munka eredményeinek áttekintése***

#### **Meglévő adatok áttekintése, rendszerezése**

A korábbi projektek, együttműködések során csiszolt kőszköz vizsgálatokkal kapcsolatos, mintegy 1000 PGAA mérés adatait összesítettük, a rekordok 80%-át ellenőriztük. A kőzetek elnevezése, kategorizálása néhány esetben felülvizsgálatra szorul. Ezzel megkezdjük az előkészítést a tervezett adatbázis létrehozásának. Az adatbázis informatikai keretét – korábbi hasonló adatbázisok (pld. „MissMarble”) – mintájára, külsős programozó megbízásával kívánjuk létrehozni. Az Energiatudományi Kutatóközpont szerverén létrehoztunk egy ftp-tárhelyet. Ide kívánjuk feltölteni a nyers adatokat, magát az adatbázist a tárhelyen kívül kell létrehozni. A saját mérési adatok mellett irodalomból származó analitikai adatokat is fel kívánunk venni az adatbázisba.

#### **Kőszközök kiválasztása vizsgálatra hazai múzeumokból**

A COVID-19 járvány sajnálatos módon megnehezítette az utazással járó feladatok teljesítését. A 2020-ra és 2021-re tervezett külföldi és hazai terepi mintagyűjtéseket nem tudtuk megvalósítani. Ugyanakkor 2020-ban T. Biró Katalin tanulmányozta a nyíregyházi Jósza András Múzeum kőszköz gyűjteményét. 2021-ben szisztematikus makroszkópikus vizsgálat alá vetettük és anyagvizsgálatra megmintáztuk az ELTE BTK-MNM NÖK gondozásában lévő Öcsöd-Kováshalom lelőhely csiszolt kőzetanyagát. Emellett az MNM Őskori Gyűjteményében található, korábban már részben vizsgált (Oravecz & Józsa 2005) csiszolt kőszközöket is részletes vizsgálatokra jelöltük ki. Folyamatban van az ELKH Régészeti Intézetében található Alsónyék-Bátaszék neolitikus település és temetkezés csiszolt kőszköz leletegyüttesének feldolgozása, a reprezentatív példányok kiválasztása roncsolásos és roncsolásmentes vizsgálatra.

#### **PGAA, NAA és SEM-EDX-mérések**

A korábbról már ismert, vizsgálatokra helyben rendelkezésre álló kőszköz gyűjtemények közül az alábbiak feldolgozását kezdtük meg:

Az MNM Őskori Gyűjteményéből, Lengyel (21 db), Bakonyszűcs (1 db), Kup-Egyes (1 db) lelőhelyekről származó kőszközök, Cserhát és környéke régióból terepbejárás során gyűjtött csiszolt kőbalták (Péntek Attila gyűjtése, 23 db; Szilágyi et al. 2021); Polgár-Csőszhalom lelőhelyről származó kőszközök (3 db); Deszk-Ordosról származó kőszköz (1 db, Móra Ferenc Múzeum) (Összesen 50 db).

Ezeket a kőszközöket roncsolásmentes PGAA méréseket végeztünk, 13 tárgyból, amelyen a roncsolás megengedett volt, vékonycsiszolat készült az ELTE Középtan-Geokémiai Tanszékén. Mintegy 30 baltáról eredeti felszín SEM-EDX mérés (kb. 1000 spektrum felvétele) készült az Energiatudományi Kutatóközpont MFA Nanoérzékelők Laboratóriumában. Az EK laborjával való együttműködésről kedvezőek az első tapasztalatok. További vizsgálatokat és összehasonlító méréseket tervezünk az ELTE SEM-EDX berendezésén.

A szerszámkövek témakörben 49 db homokkő minta (többségében porminta + néhány szerszámkő töredék) PGAA mérését és 18 minta NAA mérését végeztük el az Energiatudományi Kutatóközpontban, a Budapesti Neutron Centrumban. További 28 homokkő porminta NAA mérése – az NAA labor felújítása miatt – a 2021-es évre halasztódik. Ezek a mérések Miklós Dóra PhD dolgozatához kapcsolódnak (Miklós et al., 2021). A homokkővek kutatásával kapcsolatban eddig 13 db nehézasvány leválasztást végeztünk, a további nehézasvány leválasztások folyamatban vannak. Az eddig végzett PGAA, NAA és SEM-EDX mérési eredmények kiértékelése folyamatban van.

#### ***Várható eredmények***

A kutatás várható eredménye a magyarországi őskori csiszolt kőszközök nyersanyag típusainak minél teljesebb feltérképezése. Korábban, az ún. zöldkő eszközök egy részének kutatásában jelentős eredmények születtek, de számos más nyersanyag típus részletes vizsgálata nem történt meg. Az eddig részletesen nem vizsgált nyersanyag típusok elemzésével kívánjuk minél pontosabban lehatárolni a forrásokat. Eddigi vizsgálataink szerint a Kárpát-medencében kevés jó minőségű csiszolt kőszköz előállítására alkalmas nyersanyag lelőhely található. Ezért nagy jelentősége van a mai határokon túli területekről érkezett regionális vagy távolsági import kőszközök felderítésének.

A jelen kutatás anyagismereti eredményein alapuló további kutatások (pld. nagy őskori kereskedelmi rendszerek – Spondylus kagyló, obszidián, tűzkő, kerámia – összehasonlítása által) segítik az egykori kultúrák térbeli elterjedésének, részletesebb kommunikációs-, kereskedelmi- és információs rendszereinek, a társadalom régészeti vetületeinek

és ezek időbeli változásainak feltárását. Kutatócsoportunk a nemzetközi trendekkel összhangban vizsgálatait komplex módon, több roncsolásmentes módszer (PGAA a teljes közet elemösszetétel mérésére; „eredeti felszín” OS-SEM-EDX a felszín kiegészítő ásványkémiai vizsgálatára, amelynek pontossága sok esetben megközelíti a polírozott vékonycsiszolatból mért adatok pontosságát) segítségével végzi. Ezek egymást kiegészítő alkalmazása nemzetközi tekintetben is ritkaságnak számít. Kiemelt célunk a legfiatalabb „eredeti felszín módszer” előnyei mellett a korlátait is pontosabban meghatározni, olyan töredékes kőeszközök vizsgálatával, amelyekből párhuzamosan roncsolással járó vizsgálat is végezhető.

A projekt egyik fő célkitűzése a Magyarországi Csiszolt Kőeszközök Atlasza megalkotása. Az Atlasz terveink szerint tartalmazza az egyes tételek (régészeti leletek) általános leírását, régészeti adatait, makroszkópos, mikroszkópos, anyagvizsgálati jellemzőit, valamint a hozzájuk társított lehetséges nyersanyag típusok jellemzőit, elterjedését. Úgy kívánjuk az Atlaszt megírni, hogy régészek is haszonnal forgathassák azt. Fontos a tárgyak régészeti kontextusának, korának leírása. Bár az Atlaszt elektronikus formában tervezzük megjelentetni, a megírás hosszadalmas munka lesz, amelyet terveink szerint régész és anyagvizsgáló (geológus) projekttagok közösen írnának.

### **A projektben résztvevő kutatók**

Gméling Katalin – Energiatudományi Kutatóközpont, Nukleáris Analitikai és Radiográfiai Laboratórium

Harsányi Ildikó – Energiatudományi Kutatóközpont, Nukleáris Analitikai és Radiográfiai Laboratórium

Illés Levente – Energiatudományi Kutatóközpont, Nanoérzékelők Laboratórium

Kasztovszky Zsolt (témavezető) – Energiatudományi Kutatóközpont, Nukleáris Analitikai és Radiográfiai Laboratórium

Kereskényi Erika – Herman Ottó Múzeum

Miklós Dóra – ELTE Közéttan-Geokémiai Tanszék

Péterdi Bálint – Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat

Sági Tamás – ELTE Közéttan-Geokémiai Tanszék

Szakmány György – ELTE Közéttan-Geokémiai Tanszék

Szilágyi Kata – Móra Ferenc Múzeum

Szilágyi Veronika – Energiatudományi Kutatóközpont, Nukleáris Analitikai és Radiográfiai Laboratórium

T. Biró Katalin – Magyar Nemzeti Múzeum, Régészeti Tár

### **Irodalom**

BENDŐ, Zs.; SZAKMÁNY, Gy.; KASZTOVSZKY, Zs.; MARÓTI, B.; SZILÁGYI, SZ.; SZILÁGYI, V.; BIRÓ, K.T. (2014): Results of non-destructive SEM-EDX and PGAA analyses of jade and eclogite polished stone tools in Hungary, *Archeometriai Műhely* **XI/4** 187–205.

BENDŐ, Zs.; SZAKMÁNY, Gy.; KASZTOVSZKY, Zs.; T. BIRÓ, K.; OLÁH, I.; OSZTÁS, A.; HARSÁNYI, I.; SZILÁGYI, V. (2019): High pressure metaophiolite polished stone implements found in Hungary, *Archaeological And Anthropological Sciences* **11** 1643–1667.

KASZTOVSZKY, Zs. (2017): Áttekintés a „Kárpát-medencében fellelt kőeszközök nyersanyagainak roncsolásmentes eredetvizsgálata” c. projektről. *Archeometriai Műhely* **XIV/2** 61–68.

MIKLÓS D.G.; SZAKMÁNY Gy.; JÓZSA S.; STARNINI, E.; HORVÁTH F. (2021): Vörös homokkővek, mint szerszámkő nyersanyagok a Hódmezővásárhely-Gorzsa késő neolitik (Tisza kultúra) tell település leletanyagában. Red sandstone as raw material of Late Neolithic (Tisza Culture) groundstones from the Tell Site of Hódmezővásárhely-Gorzsa. *Archeometriai Műhely*, **XVIII/3** 209–236.

<https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2021-017>

ORAVECZ, H.; JÓZSA, S. (2005): A Magyar Nemzeti Múzeum újkőkori és rézkori csiszolt kőszerszámainak régészeti és petrográfiai vizsgálatának eredményei, *Archeometriai Műhely* **II/1** 23–47.

PÉTERDI, B.; SZAKMÁNY, Gy.; BENDŐ, Zs.; KASZTOVSZKY, Zs.; BIRÓ, K.T.; GIL, G.; HARSÁNYI, I.; MILE, V.; SZILÁGYI, Sz. (2014): Possible provenances of nephrite artefacts found on Hungarian archaeological sites (preliminary results), *Archeometriai Műhely* **XI/4** 207–222.

SZAKMÁNY, Gy. & KASZTOVSZKY, Zs. (2004): Prompt Gamma Activation Analysis (PGAA), a new method in the archaeological study of polished stone tools and their raw materials, *European Journal of Mineralogy* **16/2** 285–295.

SZAKMÁNY, Gy.; KASZTOVSZKY, Zs.; SZILÁGYI, V.; STARNINI, E.; FRIEDEL, O.; BIRÓ, K.T. (2011): Discrimination of prehistoric polished stone tools from Hungary with non-destructive chemical Prompt Gamma Activation Analyses (PGAA), *European Journal of Mineralogy* **23** 883–893.

SZILÁGYI, V.; ILLÉS L.; T. BIRÓ K.; PÉNTÉK A.; HARSÁNYI I.; SÁGI T.; KOVÁCS Z. FEHÉR K.; SZAKMÁNY Gy. (2021): A Cserhát-



Cserhátalja-Gödöllői-dombság-Mátraalja vidékéről származó csiszolt kőeszközök előzetes archeometriai vizsgálati eredményei. *Archeometriai Műhely* **XVIII/3** 237–260.

<https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2021-018>

VÁCZI, B.; SZAKMÁNY, Gy.; KASZTOVSZKY, Zs., STARNINI, E.; NEBIACOLOMBO, F.A. (2017): Előzetes eredmények a magyarországi nagynyomású metaofiolit anyagú csiszolt kőeszközök származási helyének pontosításához, *Archeometriai Műhely* **XIV/2** 69–84.



# RÉGÉSZETI SZEMPONTOK A KÁRPÁT-MEDENCÉBŐL ÉS KÖRNYÉKÉRŐL SZÁRMAZÓ CSISZOLT KŐESZKÖZÖK ÉS SZERSZÁMKÖVEK EREDETVIZSGÁLATÁHOZ

## ARCHAEOLOGICAL ASPECTS OF THE PROVENANCE OF POLISHED STONE TOOLS AND GROUND STONES FROM THE CARPATHIAN BASIN AND ITS SURROUNDINGS •

SZILÁGYI Kata<sup>1</sup> & T. BIRÓ Katalin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Christian Albrechts Universität, Kiel, Németország, [szil.szvetlana@gmail.com](mailto:szil.szvetlana@gmail.com)

<sup>2</sup>Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest, Magyarország, [tbk@ace.hu](mailto:tbk@ace.hu)

### Abstract

*The article presents the archaeological part of a multidisciplinary project aimed at the archeometric study of the raw materials of prehistoric polished stone tools and ground stone tools, and the identification of potential geological sources of the raw material used to make them. From an archaeological point of view, the primary question for lithic provenance analysis is: what kind of rocks was used as raw materials in the Prehistory and where they came from, how far they were transported and in what quantities, in the form of raw materials, semi-finished products or finished stone tools. It is important to reconstruct the stone tool making process from the technological perspective, and to establish the use and possible recycling operations. The new knowledge based on a large number of samples will help in the study of the relations, exchange/trade and information systems, land use and mobility of contemporary societies. Our results so far suggest that there are relatively few sources of raw materials suitable for the production of high-quality polished stone tools in the Carpathian Basin. The exploration of long-distance imported stone tools from areas beyond today's political boundaries is of great importance. The comparison of the material knowledge results of the present research and the exchange/trade systems of other raw materials (e.g. Spondylus shells, obsidian, flint), which can be used to study the origin, will help to gain a more detailed understanding of the spatial distribution of prehistoric communities, their communication, exchange and information systems, their socio-historical aspects and their changes over time.*

### Kivonat

*A cikk egy multidiszciplináris projekt régészeti részét mutatja be, amelynek célja az őskori csiszolt kőeszközök és szerszámkövek nyersanyagainak archeometriai vizsgálata, a készítésükhöz szükséges kőzetek potenciális geológiai nyersanyagforrásainak meghatározása. A kőeszköz-nyersanyagkutatás kiinduló kérdése a régészet szemszögéből, hogy az őskorban milyen kőzeteket használtak nyersanyagként és azok honnan származtak, milyen távolságra és milyen mennyiségben jutottak el, nyersanyag, félkész termék vagy kész kőeszköz formájában. Fontos a készítéstechnológia szempontjából a kőeszközkészítés folyamatának rekonstrukciója, valamint a használat és a lehetséges újrahasznosítás műveleteinek megállapítása. A nagyszámú mintán alapuló új ismeret a korabeli társadalmak kapcsolat-, csere/kereskedelmi- és információ rendszerének, területhasználati és mobilitási viszonyainak kutatásához nyújt segítséget. Eddigi eredményeink alapján a Kárpát-medencében viszonylag kevés, jó minőségű csiszolt kőeszköz előállítására alkalmas nyersanyagforrás található. Nagy jelentősége van a mai politikai határon túli területekről származó távolsági import kőeszközök felderítésének. A jelen kutatás anyagismereti eredményei és további, származási hely vizsgálatára alkalmas nyersanyagok (pl. Spondylus kagyló, obszidián, tűzkő) csere/kereskedelmi rendszereinek összehasonlítása segíti az őskori közösségek térbeli elterjedésének, részletesebb megismerését, valamint a kommunikáció-, csere- és információ rendszereinek, társadalomrégészeti vetületének és ezek időbeli változásainak feltárását.*

---

• How to cite this paper: SZILÁGYI, K. & T. BIRÓ, K. (2021): Régészeti szempontok a Kárpát-medencéből és környékéről származó csiszolt kőeszközök és szerszámkövek eredetvizsgálatához / Archaeological aspects of the provenance of polished stone tools and ground stones from the Carpathian Basin and its surroundings (In Hungarian with English abstract), *Archeometriai Műhely* XVIII/3 191–208.  
doi: [10.55023/issn.1786-271X.2021-016](https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2021-016)

KEYWORDS: ARCHEOMETRY, PROVENIENCE, PREHISTORIC ARCHAEOLOGY, ATLAS OF RAW MATERIALS, POLISHED STONE ARTEFACTS, GROUND STONE TOOLS, EXCHANGE SYSTEM, VALUE

KULCSSZAVAK: ARCHEOMETRIA, PROVENIENCIA, ŐSKORI RÉGÉSZET, NYERSANYAG ATLASZ, CSISZOLT KŐESZKÖZÖK, SZERSZÁMKÖVEK, CSERERENDSZER, ÉRTÉK

## Bevezetés

Az archeometria egyik dinamikusan fejlődő, speciális részterületét képezi a kőzetekből kialakított eszközök kutatása (petroarcheológia, petroarcheometria). A vizsgálatok célja a kőeszközök nyersanyagának minél pontosabb kőzettani meghatározása és a lehetőségekhez mérten a nyersanyagok forrásterületének lehatárolása (proveniencia kutatás) (T. Biró 2009). Szerencsés esetben az egykori bányászat vagy ennél egyszerűbb kitermelő tevékenység pontos helyének azonosítása is lehetséges, ezáltal az egykori kulturális-, információs-, és csere vagy kereskedelmi kapcsolatok meghatározására nyílik lehetőség (Delvigne et al. 2019; Dennell 1983; Judik et al. 2001; Mester 2013; Mester & Faragó 2013; Mester & Faragó 2016; Mester et al. 2012; Přichystal 2010; Přichystal 2013; Regenye 2001; Regenye & T. Biró 2001; Szakmány et al. 2008; Szakmány et al. 2009; Szilasi 2017, Szilasi 2019, 94–96; Szilágyi 2018; Teather et al. 2019). A régészeti korú tárgyak természettudományos vizsgálatával a kőeszközök készítésére alkalmas kőzetek pontos meghatározásán túl, készítésük technológiájáról és használatukról, végeredményben az őskorban élt közösségek mindennapjairól tudunk átfogó képet kapni.

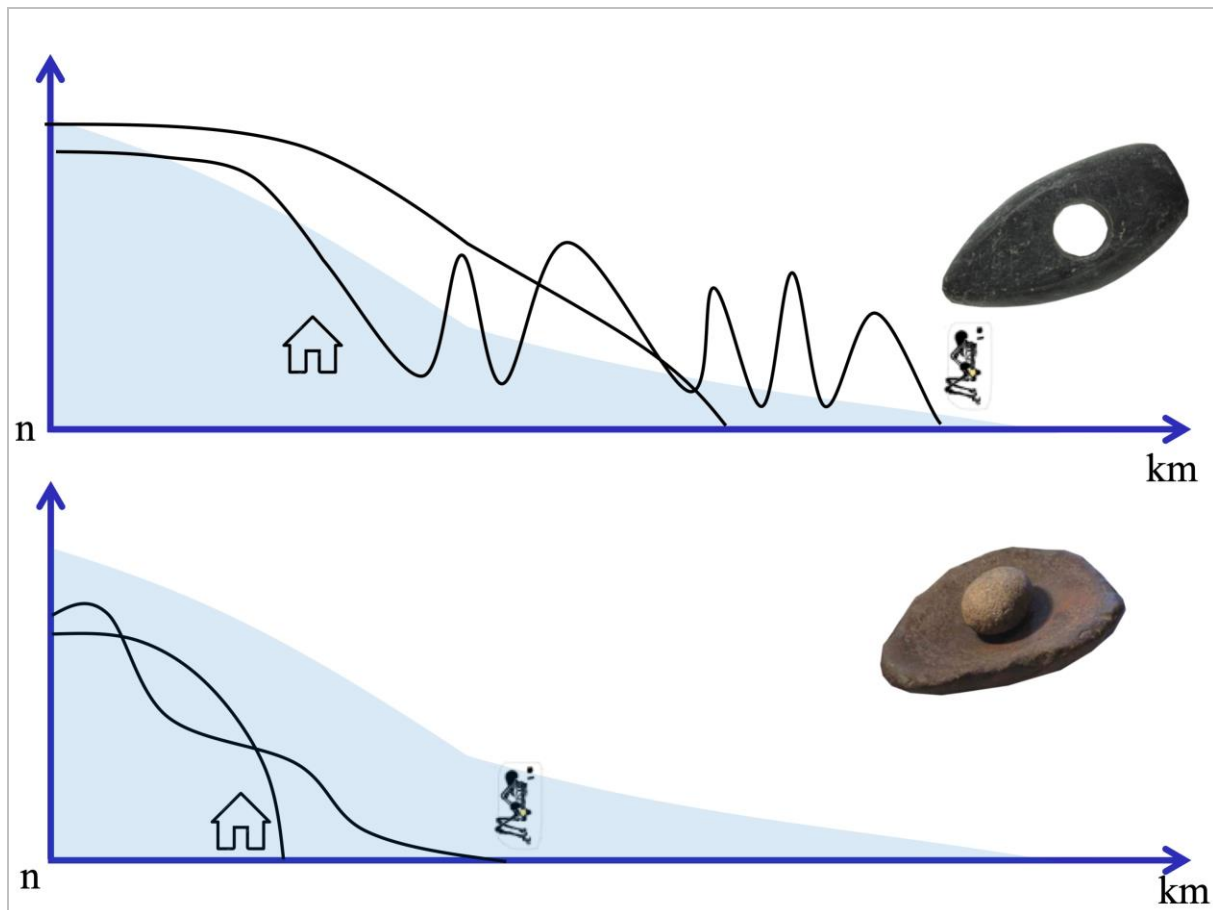
Az Archeometriai Műhely 2021. március 26-án rendezett virtuális ülésén a „Csiszolt kőeszköz és szerszámkő nyersanyagok nagyműszeres vizsgálata a Kárpát-medence és környezete őskori távolsági és regionális kereskedelmi hálózatainak feltérképezéséhez” [Large scale facility analytical studies of polished and ground stone artefacts for the reconstruction of Prehistoric transregional trade routes in the Carpathian Basin and its surroundings] című projekt első évének eredményeit mutatták be a kutatócsoport tagjai. Kasztovszky Zsolt a projektet vezető kutató, akivel a magyarországi archeometriai kutatásban több évtizedes tapasztalattal rendelkező kutatócsoport dolgozik együtt. A multidiszciplináris kutatás célja, a tudományos kérdések és a tervezett vizsgálatok ismertetése töltötte meg a programot. Ez a cikk a kutatás régészeti részét ismertető előadás írott változata.

## A multidiszciplináris projekt régészeti célja

Régészeti-történeti értékű és az utókor számára megőrzendő műtárgyak képezik a vizsgálat tárgyát. A régészeti leletek állagmegóvása miatt elsősorban

a roncsolásmentes műszeres vizsgálatokat részesítjük előnyben, indokolt esetben azonban a pontosabb eredményeket adó roncsolásos vizsgálatok is szükségesek lehetnek. Magyarországon a roncsolásmentes prompt-gamma aktivációs analízissel (későbbiekben PGAA) és pásztázó elektronmikroszkóppal (SEM-EDX) történő vizsgálatok kidolgozásában ez a kutatócsoport már korábbi munkák során kimagasló eredményeket ért el (Bendő et al. 2012; Bendő et al. 2013; Bendő et al. 2015; Bradák et al. 2005; Bradák et al. 2009; Kasztovszky et al. 2008; Kis et al. 2015; Oláh et al. 2012; Péterdi et al. 2015; Szakmány & Kasztovszky 2004; Szakmány et al. 2011; Szentmiklósi et al. 2010; Szentmiklósi et al. 2016). Mindkét módszer nagy jelentőséggel rendelkezik az archeometriai kutatásokban, ezeknek széleskörű alkalmazását a közeljövőben fontos lenne beépíteni a kulturális örökség vizsgálati apparátusába.

Szerencsére az elmúlt évtizedekben egyre több archeometriai vizsgálat történt a magyarországi múzeumok és magángyűjtemények anyagán, melyek között több kisebb gyűjtemény teljes feldolgozása és publikálása valósult meg. Többek között a Mihálydy-gyűjtemény a Laczkó Dezső Múzeumban (LDM), (Füri et al. 2004; Horváth 1999, Szakmány et al. 2001), az Ebenhöch-gyűjtemény és további, nem csak lelőhelyhez, de koradatokhoz is köthető darabok a Magyar Nemzeti Múzeum (MNM) Őskori Gyűjteményéből (Friedel 2008, Friedel et al. 2008; Oravecz 1998, Oravecz 1999, Szakmány et al. 2001; T. Biró & Szakmány 2000), a MNM újkőkori és rézkori csiszolt kőeszközeinek régészeti és kőzettani vizsgálata (Oravecz & Józsa 2005), a Korinek-gyűjtemény (Oláh et al. 2013). Fontos mérföldkönek számít a miskolci Herman Ottó Múzeum Régészeti Gyűjteményében található összes neolitikus csiszolt kőeszköz teljes körű archeometriai vizsgálata, amely Kereskényi Erika doktori értekezésének témáját alkotta (Kereskényi 2021). Munkája nemcsak Borsod-Abaúj-Zemplén megye területének őskori kapcsolati hálójának és csiszolt kőeszközkészítő tevékenységének értelmezéséhez nyújt fontos új eredményeket, hanem kiváló módszertani példát is jelent egy teljes régészeti gyűjteményre kiterjedő elemzésre. Ilyen módszeres és következetes múzeumi kutatómunka nem történt eddig Magyarországon. Kereskényi Erika a kutatócsoport munkatársa, így ezek az eredmények fontos építőkövei a kutatási projektnek is.



**1. ábra:** A nyersanyag forrásának és mennyiségi megoszlásának összehasonlítása a települési és temetkezési kontextusból származó csiszolt kőeszközök és az őrlőkő/malomkő/szerszámkő együttesek között. Az ábra csak egy sematikus ábrázolása annak, hogyan hasonlíthatók össze egyes kőeszközök vagy teljes, kőből készített leletegyüttesek, így vizsgálva a közösségek közötti (egyenlő vagy hierarchikus) viszonyt. A kék háttér Colin Renfrew down-the-line (lineáris eloszlás) modelljére utal (Renfrew 1975; Renfrew 1977).

**Fig. 1.:** Comparison of the source of raw material and distribution of the quantity between polished stone tools and ground/mill stone tool assemblages from settlement and burial context. The figure is only a schematic representation of how single stone tools or entire lithic assemblages are comparable, thus studying the (equal or hierarchical) relationship between communities. The blue background refers to Colin Renfrew's down-the-line exchange model (Renfrew 1975; Renfrew 1977).

A multidiszciplináris kutatás fő célkitűzése, a Magyarországon fellelt őskori (újkőkor, rézkor, bronzkor; a vaskor egyelőre kívül esik a projekt vizsgálati fókuszán) csiszolt kőeszközök valamint a regionális elterjedésű szerszámkövek nyersanyagainak minél szélesebb körű és részletesebb petroarcheológiai vizsgálata, valamint egy integrált adatbázis megalkotása (részleteket lásd Kasztovszky Zsolt, valamint T. Biró Katalin, Hegedűs Péter és Szilágyi Kata cikkeit az Archeometriai Műhely ugyanezen számában). A kőeszközök vizsgálatán kívül elengedhetetlen a számba vehető megmunkálható nyersanyagok potenciális lelőhelyeinek felkutatása, a nyersanyagforrások osztályozása, mintázása és elemzése (lásd Delvigne et al. 2017, 82–85; Delvigne et al. 2019, 93–96; Fernandes et al. 2007,

563–567; Turq et al. 2017). Így a régészeti leletek vizsgálata mellett egy geológiai összehasonlító gyűjtemény megalkotása is fontos része a kutatásnak, amely a Magyar Nemzeti Múzeum Litotéka Gyűjteményét és az Eötvös Loránd Tudományegyetem Közéttan-Geokémiai Tanszék anyagát gazdagítja a későbbiekben. A tervezett terepi kutatásokkal jelentős és nagy számú mintán alapuló részletes ismeretanyag alakulhat ki a felhasznált nyersanyagokról. Munkánk eredményeként a korabeli társadalmak kapcsolatrendszeréhez, területhasználati és mobilitási viszonyainak kutatásához kaphatunk értékes információkat (Milisauskas & Kruk 1989, 403–446; Renfrew 1974; Teather et al. 2019).

A csiszolt kőeszközök esetében különösen fontosak a távolsági nyersanyagok (elsősorban a Kárpát-

medencében kívüli területekről származó kőzetek), hiszen az eddig ismert európai adatok és elterjedési mintázatok alapján (pl. jade, lapis lazuli, szaproelit, borostyán) mindenképpen több száz kilométeres csere vagy kereskedelmi kapcsolatokat feltételezhetünk (Beck & Bouzek 1993; D' Amico 2012; D' Amico & Starnini 2012; D' Amico et al. 2003; Pétrequin et al. 2011; Pétrequin et al. 2012a; Pétrequin et al. 2012b; Pétrequin et al. 2017; Renfrew 1969, 151–160; Shennan 1982, 33–45; Sherratt 1976). Az említett jól adatolt európai nyersanyagok nagy földrajzi régiókat jelentő távolsági elterjedése mellett, egyre több ismeretanyaggal rendelkezünk arról, hogy a közösségek a közelben fellelhető nyersanyagokat is felhasználták csiszolt kőszerszámkészítésre. A távolsági és a helyi csiszolt kőszerszám nyersanyagok mennyiségi és térbeli megoszlása, valamint a hétköznapi (település) és különleges / hétköznapiaktól eltérő (temetkezés) régészeti jelenségekből származó tárgyak összehasonlítása kiemelt jelentőséggel bír. Emellett azonban a regionális elterjedésű szerszámkövek vizsgálata is értékes információval szolgál, aminek kutatása az elmúlt időszakban kezd egyre hangsúlyosabbá válni (lásd Farkas 2013; Farkas-Pető et al. 2014; Horváth & Péterdi 2013; Horváth et al. 2015; Péterdi 2004; Péterdi 2012; Péterdi et al. 2005; Péterdi et al. 2011; Péterdi et al. 2016; Szakmány 1996; Szakmány & Nagy 2005; T. Biró 2000; T. Biró & Péterdi 2011). A csiszolt kőszerszám készítése és használata – a nemzetközi szakirodalomban jól ismert „értékes” nyersanyagok alapján – egy nagyobb földrajzi régióra kiterjedő csere/kereskedelmi rendszert jelöl a helyi nyersanyag felhasználás mellett. Míg a szerszámkő készítés és használat sokkal inkább lokális jellegűt mutat, a hétköznapiakban alkalmazott tárgyak együttese alapján. Ez önmagában is két különböző irányultságot, hasznosítást és a tárgyak, így közvetetten a nyersanyag iránti érdeklődést/igényt foglal magában, az eltérő mintázatok mögött vélhetően különböző érték elképzelés és viselkedésmód állhat (Graeber 2001; Furholt 2018; Kleijne et al. 2019; Kadrow & Müller 2019; Wentink 2020) (**1. ábra**).

### **A kutatás kérdései**

Az őskor kutatásának egyik legfontosabb témája a csere vagy kereskedelmi rendszerek azonosítása, az egymással kapcsolatban álló közösségek viszonyának modellezése, amihez elengedhetetlen a konkrét, materiális kimutatható bizonyítékok sokasága. A kőszerszám kialakítására alkalmas, megmunkálható nyersanyagok fizikai és kémiai tulajdonságai az adott tárgy technológiai jellegzetességeit, így megmunkálásukat, használatukat és esetleges újrahasznosításukat befolyásolják. Éppen ezért a pontos petrográfiai és

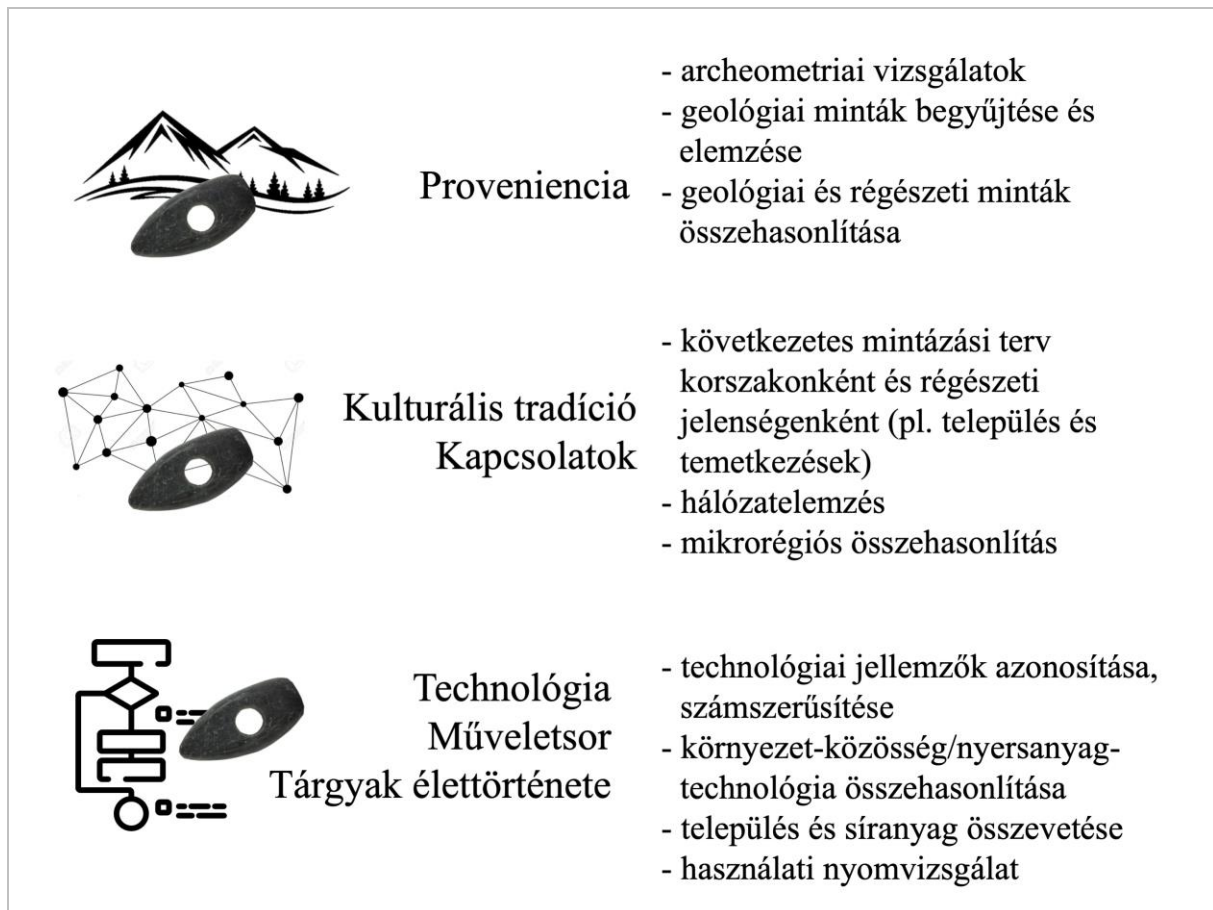
geokémiai ismeretanyag nélkülözhetetlen része annak az interdiszciplináris kutatásnak, amely kérdésként tűzi ki egy közösség vagy egy korszak gazdasági értékének meghatározását és a csere/kereskedelmi rendszerek azonosítását, annak belső dinamikájának megértését.

### **Proveniencia**

A kőszerszám nyersanyag-kutatásának kiinduló kérdése, hogy az őskorban milyen típusú kőzetekből készítették az eszközöket, valamint ezek a kőzettípusok hol és milyen formában fordulnak elő. A csiszolt kőszerszám esetében az elmúlt években az előkerült és az eddig vizsgált leletanyag jelentős bővülésével számos nyersanyag-típus (pl. zöldpala, kékpala, nagy nyomáson, magas hőmérsékleten képződött metamorfit (HP-HT) pl. jade, eklogit, nefrit, kontakt metabázit, hornfels) azonosítása és forrásának lokalizációja sikeresen megtörtént (Antonović 1997; Antonović et al. 2006; Bernardini et al. 2009; Bernardini et al. 2014; Giacomini et al. 2007; Józsa et al. 2001; Kereskényi et al. 2016; Kristály 2014; Přichystal 2013; Szakmány 2009; Szakmány et al. 2016). A nyersanyag eredet kutatás gazdag szakirodalommal rendelkezik és jól publikált kutatási területnek számít, többek között az Archeometriai Műhely hasábjain is (**2. ábra**).

### **Kulturális tradíció és kapcsolati háló**

Ismereteink gyarapodásával egyre inkább az kerül a kutatás homlokterébe, hogy (1) az adott kőzettípusok több előfordulási lehetőségeiből melyik nyersanyag-lelőhelynek és miért lesz kiemelt szerepe; (2) melyek ezek a lelőhelyek; (3) onnan milyen távolságra; (4) pontosan hova és (5) milyen mennyiségben jutnak el a kőszerszámok. Eddigi hazai és nemzetközi kutatási tapasztalataink szerint (korábbi OTKA, IGCP-442, JADE2, TÉT projektek részletei a cikk végén a kiegészítő információban szerepelnek; lásd Bendő et al. 2014; Kasztovszky 2017; Péterdi & Horváth 2014; Péterdi et al. 2014a; Péterdi et al. 2014b; Péterdi et al. 2014c; Pétrequin et al. 2011; Pétrequin et al. 2012a; Pétrequin et al. 2012b; Pétrequin et al. 2017; T. Biró et al. 2017; Váczai et al. 2017) az őskori származási hely vizsgálatában a csiszolt kőszerszámok képezik a földrajzilag legnagyobb elterjedésű, petrográfiai és geokémiai módszerekkel ideálisan kutatható kapcsolatrendszer. Emellett a szerszámkövek (különösen a homokkövek) vizsgálata újabb értékes információt nyújt a lokális és regionális kapcsolatokról területén. Véleményünk szerint egy kulturális közösség csiszolt kőszerszám és szerszámkő anyagának együttes vizsgálata hozhat kiemelkedő eredményeket egy közösség technológiai-kulturális tradíciójának és kapcsolati hálójának azonosításában (**2. ábra**).



**2. ábra:** Az elsődleges régészeti kérdések és az ezekhez kapcsolódó nagyobb kutatási témakörök

**Fig. 2.:** The principal archaeological questions and the related major research themes

Egy közösségre jellemző eszközkészlet meghatározásában alkalmazni kívánjuk a már kidolgozott tipológiai rendszert (Antoni 1990; Antoni 2012; Zalai-Gaál 1988; Zalai-Gaál 2002; Zalai-Gaál et al. 2014). Ugyanakkor a nyersanyag és a technológiai-morfológiai összefüggésekre kívánjuk a hangsúlyt fektetni, így vizsgálva azt, hogy milyen technológiai tudással rendelkezett az adott közösség és milyen kapcsolati hálót feltételezhetünk közöttük.

### Technológia és a tárgyak biográfiája

Az egykori közösségek közötti interakciók vizsgálatában a köeszközök az egyik legobjektívebb leletkört képviselik, hiszen természettudományos módszerekkel kiválóan kutathatók. Az említett interakciók kézzelfogható, számszerűsíthető, egyértelműen meghatározott adatai a nyersanyag és információáramlás lenyomataiként értelmezhetők, vagyis a kőzetek proveniencia adatai (geokémiai vizsgálatokkal hegység- és földtani formációs szinten azonosíthatók) a térbeli dimenziót jelölik. Továbbá a technológiai jegyek (pattintott-, és csiszolt köeszközök valamint szerszámkövek készítése, használati adatai) a

közösségek kapcsolatát és információcseréjét képviselik (Antoni 1990; Antoni 1997; Antoni 2012; T. Biró 1992; T. Biró et al. 2003; Wright 1992; Wright 2000). Célunk azt megvizsgálni, hogyan alakul a feldolgozás, hasznosítás és újrahasznosítás művelete egy közösség leletanyagán belül. A település anyagából és a temetkezésekből származó köeszközök technológiai jellemzőinek azonosításával és számszerűsítésével kívánjuk összehasonlítani egyrészt a különböző közösségeket, korszakokat és mikrorégiókat is. A temetkezések esetében, amikor a köeszközök, s leginkább azoknak nyersanyaga többlet jelentéssel párosul már a kognitív régészet témakörébe vezet, ebben az esetben a szimbolikus tartalom meghatározó, hogy mit is képvisel maga a tárgy, milyen átvitt jelentéssel társul, milyen metaforát jelent ebben a rituális közegben (Bell 2009, 98–101; Dzbyński 2008; Dzbyński 2011; Masclans Latorre et al. 2020; Masclans et al. 2021) (**2. ábra**).

### Alkalmazott módszerek

A köeszközök kiválasztásában törekszünk a jól dokumentált régészeti lelőköörülményből származó tárgyakat előnyben részesíteni. Ebből fakadóan

jelentős mennyiségű síranyag szerepel a vizsgálni kívánt leletek között, így az invazív vizsgálatokra sok esetben egyáltalán nem, vagy csak korlátozottan van lehetőség. A kutatás során elsősorban roncsolásmentes műszeres vizsgálatokat részesítünk előnyben. Fontos azonban megjegyezni, hogy ezek jelenleg még nem érik el a hagyományos közettani-geokémiai vizsgálatokkal kapott eredmények pontosságát és hatékonyságát. Éppen ezért módszertani szempontból ezek hatékonyságának fejlesztése kulcsfontosságú feladatunk. Az egyik lehetőség a sérült kőeszközök hagyományos és modern közettani és geokémiai módszerekkel történő részletes roncsolásos vizsgálata. Ez számos olyan használható adattal szolgálhat, amelynek segítségével a roncsolásmentes vizsgálatok hatékonyságát növelni tudjuk. A regionális jelentőségű szerszámkövek vizsgálata esetében a roncsolásos vizsgálatoknak jelentősebb szerepe lehet, miután ezek nagy mennyiségben és gyakran töredékként látnak napvilágot.

A kutatást négy nagyobb szakaszra tagoljuk, az elvégzendő feladatok és módszerek jellegétől függően.

1) Elsőként az eddig meglévő információ források és adatbázisok frissítése, valamint egységes szempontok alapján egy új integrált adatbázisba történő összekapcsolás megvalósítása szükséges.

2) Az újonnan kialakított szempontrendszerek alapján a múzeumban őrzött régészeti leletek vizsgálatra történő kiválasztása, valamint a terepi nyersanyaggyűjtés elméleti és gyakorlati kivitelezése fontos időszakát jelenti a kutatásunknak. A csiszolt kőeszközöket és szerszámköveket elsősorban a hazai múzeumok közelmúltban feltárt őskori leletanyagaiból kívánjuk kiválasztani. A koronavírus miatt az első évben a Budapesten őrzött és a számunkra könnyebben hozzáférhető leletanyagokat sikerült kutatni, így közel 50 tárgy vizsgálata valósult meg. Az MNM Őskori Gyűjteményéből: Lengyel (21 db), Bakonyszűcs (1 db), Kup-Egyes (1 db) lelőhelyekről származó kőeszközök, Cserhát és környéke régióból terepbejáráson gyűjtött csiszolt kőbalták (Péntek Attila gyűjtése, 23 db), Polgár-Csőszhalom lelőhelyről származó kőeszközök (3 db), valamint Deszk-Ordosról származó kőeszköz (1 db, Móra Ferenc Múzeum) feldolgozása történt meg.

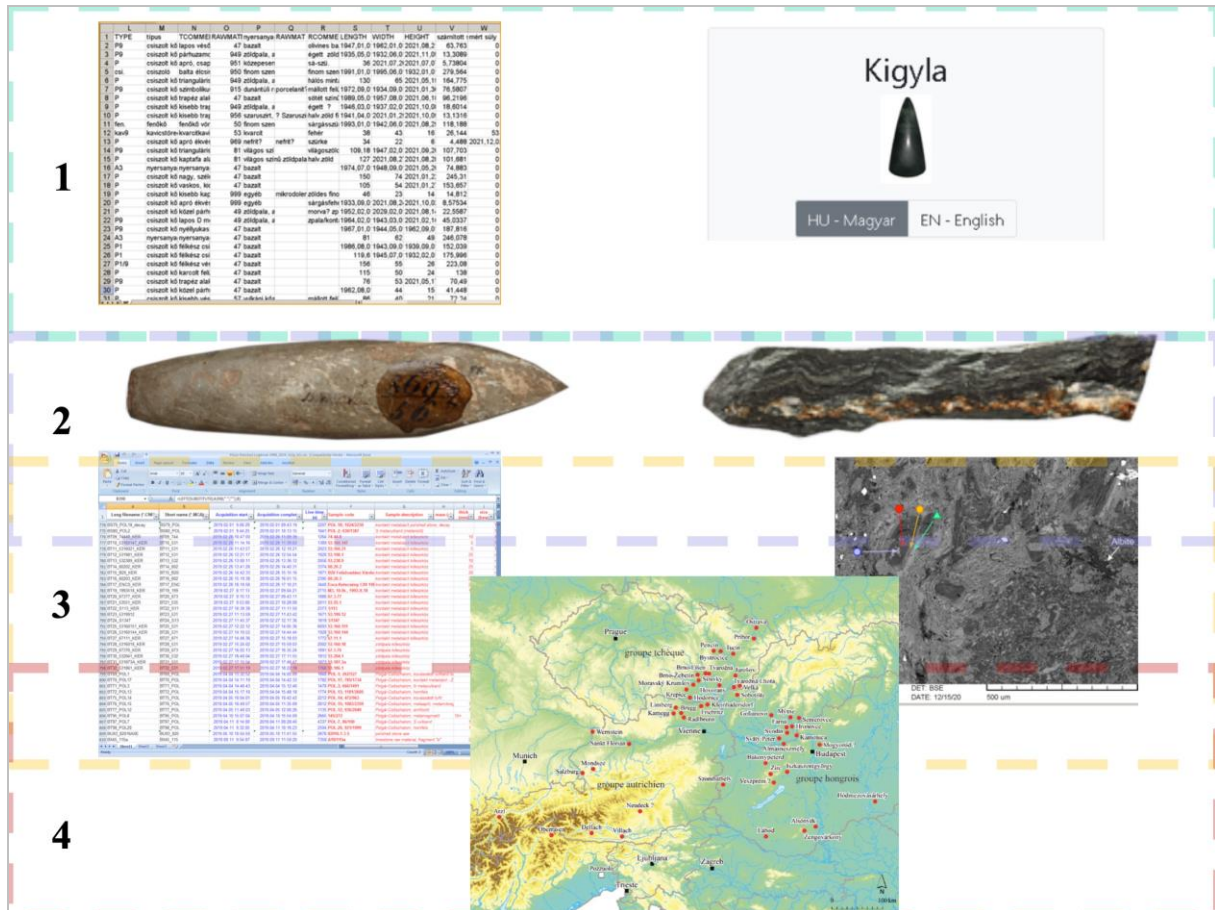
Szintén a második kutatási szakasz feladataihoz tartozik, hogy a helyi szemrevételezést (adott esetben mágneses szuszceptibilitás mérést) követően makroszkóposan összehasonlítjuk az elérhető külföldi múzeumok vagy régészeti projektek leletanyagait. Összesen hét ország muzeális intézményeiben kívánunk kutatni:

Lengyelország (Jordanów környéke (Wrocław?)), Krakkó, Varsó), Csehország (Brno, Prága), Ausztria (Bécs, Eggenburg, Graz), Szlovákia (Pozsony Nyitra), Szerbia (Szabadka, Belgrád), Horvátország (Zágráb) és Szlovénia (Ljubljana). A hazai terepmunka célja a geológiai minták (elsősorban homokkő) begyűjtése a legfontosabb hazai előfordulásokból (Balatonfelvidék, Mecsek, Észak-Magyarország). A csiszolt kőeszközök nyersanyaga miatt különösen indokolt a határon túli terepi munka, ami elsődlegesen a „zöldkő” és szerpentin nyersanyagok előfordulását vizsgálja, a Nyugat-Alpok (Voltri-masszívum), az Északnyugat-Appenninek, a Kis-Kárpátok (Veporikum, Gömörikum), Erdélyi-középhegység és Maros-mente területén. Ezeket az anyagokat a hazai régészeti lelőhelyek csiszolt kőeszközei között rendszeresen megtaláljuk, magyarországi nyersanyagforrásuk viszont nincs.

3) A vizsgált csiszolt kőeszközökön makroszkópos és kis nagyítású, pl. sztereo mikroszkópos vizsgálatokat végzünk. A makroszkópos vizsgálatokon alapuló leírás és csoportosítás kiegészítésére mágneses szuszceptibilitás mérést tervezünk. Ezt követően - a makroszkópos vizsgálat segítségével elkülönített darabokon - roncsolásmentes vizsgálatokat (PGAA, SEM-EDX és XRD) alkalmazunk (részleteket lásd jelen Archeometriai Műhely Szilágyi Veronika és munkatársai cikkében). Amennyiben szükséges és lehetséges, az eredményeket roncsolásos vizsgálatok (kőzetmikroszkópia, roncsolással járó geokémia vizsgálatok pl. NAA) segítségével pontosítjuk. A remélhetően egyre több, geológiai formációból származó, potenciális nyersanyaglelőhelyről vett minta elemzése lehetővé teszi a felhasznált nyersanyagok lelőhelyének szűkítését vagy pontosabb meghatározását is. A provenienciái vizsgálatok mellett a szabad szemmel látható sérült, használati kopásnyommal rendelkező, törött és másodlagosan vagy többszörösen megújított eszközökön mikroszkópos vizsgálatot kívánunk elvégezni. Itt különös figyelmet fordítunk az alföldi leletanyagokra (helyi kőnyersanyag mentes területek), ahol a kőeszközök többszörös használati funkcióval rendelkeztek és számos esetben több alkalommal megújított darabok. A vizsgálattal a használati adatokon túl a közösségek eltérő kőeszköz szemléletét kívánjuk számszerűsíthető módon azonosítani.

4) A kutatási projekt zárásaként a teljes adatbázisból olyan, a nyersanyagok térbeli elterjedését és a potenciális kőzetek nyersanyagforrásait tartalmazó nyersanyag atlaszt kívánunk készíteni és online módon elérhetővé tenni, amely nem petroarcheológiai speciális ismeretekkel rendelkező régészek, történészek és más érdeklődők által is könnyen kezelhető.





**3. ábra:** A kutatás vizsgálati szakaszai: 1) egy következetes, integrált adatbázis kiépítése, a korábbi adatok tisztítása; 2) régészeti korú és geológiai minták vizsgálata, terepi minták begyűjtése; 3) műszeres vizsgálatok elvégzése és elemzése; 4) a nyersanyagatlasz elkészítése

**Fig. 3.:** The research phases of the study: 1) construction of a systematic, integrated database development, cleaning of previous data sets; 2) analysis of archaeological and geological samples, collection of the field samples; 3) preparation and analysis of the instrumental measurements; 4) preparation of the raw material atlas

A „Magyarországi őskori kőeszközök atlasza” munkacímű tervezett atlasz a magyarországi leletanyagokban előforduló kőeszközök fő nyersanyagcsoportjait (azon belül alcsoportjait) fogja ismertetni. A kőeszközök esetében a makroszkópos közzétani leírás és régészeti típusok meghatározása mellett, a részletes anyagvizsgálati eredmények szöveges, és az adatok táblázatos közlése fog szerepelni. Továbbá az adott nyersanyag feltételezett előfordulási területéről származó irodalmi adatok és saját leírások és elemzési adatok publikálását tervezzük, minél nagyobb számú makroszkópos, mikroszkópos és elektronmikroszkópos fotó online hozzáférhetőségével együtt (3. ábra).

**A kutatás anyaga és a várható eredmények**

A korábbi vizsgálatok tárgyát részben ismeretlen lelőhelyekről és adományként múzeumba került gyűjteményekből származó kőeszközök képezték,

így sok esetben gyakorlatilag szórvány leletek voltak. Viszonylag ritkán sikerült régészeti kontextusból származó anyagot roncsolásos módszerekkel vizsgálni. Nagyon sok proveniencia ismeretanyag gyűlt össze az elmúlt évtizedekben, ezeknek a régészeti narratívába történő beágyazásában a kronológiai szempontok elengedhetetlenek. Jelenleg ezt a meglévő adatmennyiséget kívánjuk pontosítani és rendszerezni úgy, hogy az újonnan tervezett vizsgálatok leletei már jól ismert régészeti kontextusból származzanak (4. ábra). Ezek vizsgálatával az egykorú közösségek vagy azonos kulturális egységként meghatározott közösség egymással történt, belső vagy lokális nyersanyag-technológia és információáramlását ismerhetjük meg. Mindemellert az eltérő kulturális gyökerű közösségekkel történt interakció, vagyis a távolsági kapcsolatrendszerek térbeli és időbeni változását is nyomon tudjuk követni.

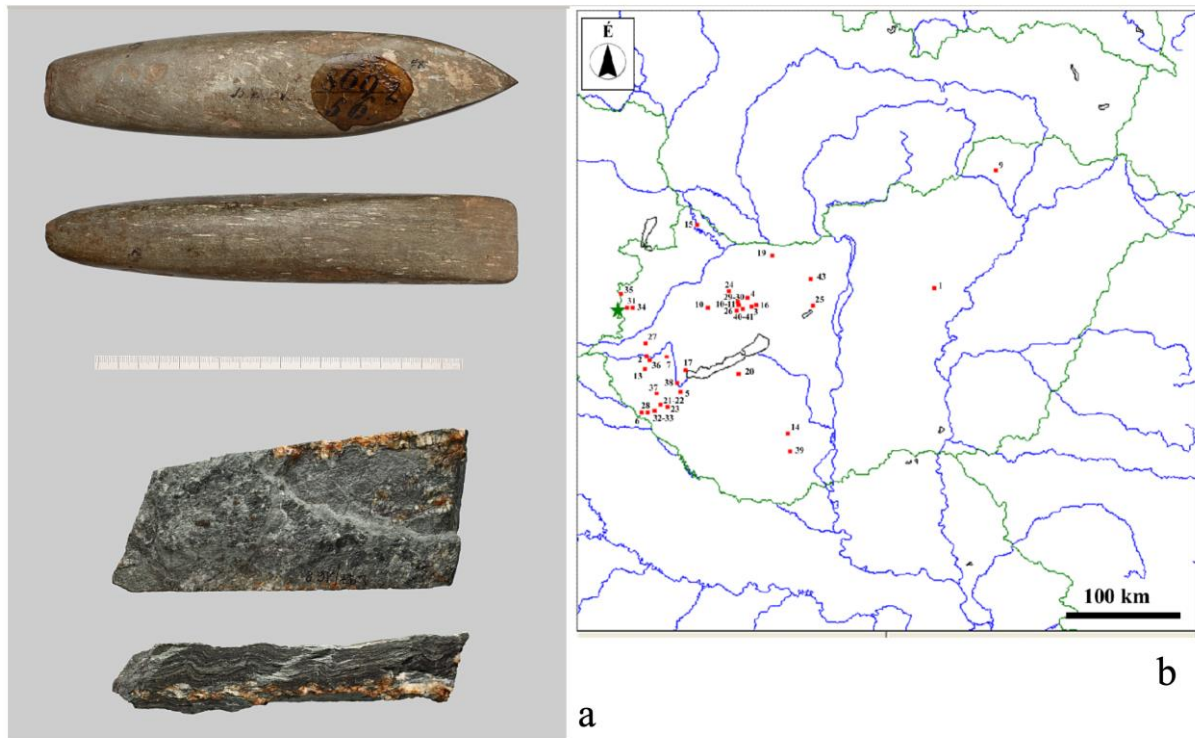


**4. ábra:** Néhány példa az eltérő régészeti kontextusra: a) bazalt félkésztermék raktárlelet Veszprém-Kádárta lelőhelyéről (Antoni 2012, 7, Fig.2., 14, Fig.10); b) obszidián magkő kincslelet/depot Nyírlugosról (T. Biró 2014, 60, Fig.10.); c) csiszolás előtt álló hornfels kőbalta Hódmezővásárhely-Gorzsa település anyagából (Starnini & Szakmány 2021, 4, Fig. 3.); d) csiszolt kőbalták sírmellékletként Alsónyékéről (Wosinski Mór Megyei Múzeum, RITA1 adatbázis)

**Fig. 4.:** Some example for the diverse archaeological context: a) basalt semi-finished depot finds in Veszprém-Kádárta site (Antoni 2012, 7, Fig.2., 14, Fig.10); b) obsidian core treasure/depot in Nyírlugos (T. Biró 2014, 60, Fig.10.); c) hornfels stone axe before the polishing process in the settlement collection of Hódmezővásárhely-Gorzsa (Starnini & Szakmány 2021, 4, Fig. 3.); d) polished stone axes as grave goods in Alsónyék (Wosinski Mór County Museum, RITA1 database)

**Csiszolt kőeszközök:** A kőeszközök felhasználása – különösen a csiszolt kőeszközök és a szerszámkövek tekintetében – jóval tágabb időhatárokra is kiterjed, mint ezt korábban feltételezték (T. Biró 2011). A fémből készült eszközök és fegyverek elterjedésével a kőeszközök használata nem szűnt meg, de jelentősen megváltozott a korábbi korszakokhoz képest. A változás jellegének magyarázatával a régészet oldaláról olyan kérdésekre tud további választ adni, mint a kőzet megszerzésébe befektetett energia, (amely a bronzkori főnökségi társadalmak mechanizmusához is fontosnak bizonyulhat), a készítés technológiája, a kőzet kiválasztásának szempontjai, egyéni és kulturális tradíció nyomai. A közelmúlt esettanulmányai (Horváth et al. 1999,

Farkas 2013; Farkas-Pető et al. 2014; T. Biró 2000; T. Biró et al. 2016) világosan mutatják, hogy a bronzkori kultúrák más stratégiával közelítették meg a kőeszközök nyersanyagának begyűjtését. Több adat arra utal, hogy elsősorban az egykori települések közelében, illetve nem túl távoli területekről származó nyersanyagokat használtak kőeszközök készítésre, így például a recens kavicsanyagok vizsgálata kulcsfontosságú. A nyersanyag felhasználás kérdéseit ezen a rendszeren belül célszerű vizsgálni. Itt a magas presztízs értékű különleges tárgyak (pl. méltóságjelvények, presztízstárgyak, harci balták stb.) mellett a mindennapi életben használt szerszámkövek kutatásával is foglalkoznunk kell **(5. ábra)**.



**5. ábra:** A felsőcsatári zöldpala a) nyersanyag és csiszolt kaptafa alakú vésőbalta formájában (Bakonyánána), b) valamint eddig ismert magyarországi előfordulása (T. Biró 2019)

**Fig. 5.:** Felsőcsatár Greenschist a) in the form of raw material fragment and shoe-last form adze (Bakonyánána), b) and its known occurrence in Hungary (T. Biró 2019)

**Szerszámkövek/örlő- és malomkövek:** Azokat a kőzetekből készült használati eszközöket nevezzük szerszámkövek, amelyek nem sorolhatók be se a pattintott, se a csiszolt kőeszközök hagyományos csoportjai közé. Leggyakoribb típusaik: örlőkővek (malomkövek), fenőkővek, csiszolókővek, ütőkővek, retusőrök és számos, egyelőre ismeretlen funkciójú, kőzetanyagú használati tárgyak (Cristiani & Zupancich 2021; Diedrich & Haitb 2020; T. Biró & Péterdi 2011; Wright 1992; Wright 2000). A szerszámkövek kutatására a közelmúltig nem fordítottak nagy figyelmet, ásatásokon gyakorta be sem gyűjtötték őket, holott - főleg az őskori - leletanyagban nagy mennyiséget képviselnek. Szerszámköveket minden periódusból ismerünk, az őskőkortól napjainkig. Mivel a régészeti leletanyagban általában viszonylag nagy számban fordulnak elő, gyakori a töredékes eszköz és esetenként a megmunkálási hulladék (pl. Veszprém-Jutasi út késő neolitikus lelőhely anyagában, Regénye & T. Biró 2014), a szerszámkövek vizsgálatában nagyobb lehetőség nyílik a különböző roncsolásos vizsgálatok alkalmazására. Mindennapos használati jellegük miatt általában a

felhasználásukhoz közeli, vagy a legkönnyebben megközelíthető nyersanyaglelőhelyről származnak (de előfordulnak távoli lelőhelyek kiemelkedő minőségű nyersanyagaiból készült szerszámkövek is). Ezek a tulajdonságok különösen alkalmassá teszik a szerszámköveket a nyersanyag származási helyének archeometriai vizsgálatára. A szerszámkövek közül jelen projektben az örlő- és malomkövek vizsgálatára koncentrálnunk, mivel ezek nyersanyaga gyakorta megegyezik az azonos régészeti lelőhelyről előkerült csiszolt kőeszközök nyersanyagával (pl. bazalt, bazaltos andezit). Ez a tény önmagában erősíti mindkét eszköztípus nyersanyag vizsgálatának jelentőségét.

A vizsgált korszakok - az újkőkortól a bronzkorig terjedő időszak - kiválasztását indokolja, hogy ekkor használták a legtöbb kőeszközt, másrészt a kerámia mellett a kőeszközök jelentik a legváltozatosabb lelettípust. Továbbá, a kerámiaművességet kivéve nincs más olyan kézműves tevékenység, amelynek termékei az említett három korszakot átívelően komplex analitikai módszerekkel végig követhetőek

lennének. Ezért a kőeszközkészítés, s kifejezetten a nyersanyag kiválasztása, olyan multidiszciplináris kutatási téma, amely a természettudományos eszközöket alkalmazva jelentős szellem-, gazdaság-, művelődéstörténeti eredményeket szolgáltat Közép-Európa őstörténetéhez. Ugyanis az újkőkorból a különleges nyersanyagú presztízstárgyak akár több száz kilométeres távolságról is érkezhettek (több kőraktárlelet is a nagy gazdasági értéket képviselheti), a rézkorban még mindig meghatározóak a kőeszközök, azonban új megvilágításba kerülnek az új innovációként megjelent réztárgyak mellett. A bronzkorban megváltozott az anyagi kultúra, a társadalmi szerkezet, a kocsi használatával a térszemlélet, s ennek fényében a kőnyersanyagok értéke is átforgult. A projekt fő célkitűzése mellett, a vizsgálatba bevont kőanyagok alapján a Kárpát-medence és közvetetten Közép-Európa őskori közösségeinek idő- és térszemléletének anyagi kultúrában tetten érhető változásaihoz nyújt fontos új információt.

A várhatóan elérhető eredmények alapján, a Magyarországon előkerült őskori csiszolt kőeszközök és regionális elterjedésű szerszámkövek nyersanyagfajtaikat minél teljesebb képét tudjuk meghatározni. Az innovatív anyagtudományok mellett az elmúlt években a régészeti kutatás is egyre multidiszciplinárisabbá vált, valamint a tárgy-ember kapcsolatának szemléletében is alapvető szemléletbeli különbség figyelhető meg (Appadurai 2006; Hodder 2016). Így nem pusztán egy-egy pontot jelentenek ezek a nyersanyag lelőhelyek a térképen, ugyanis a kőzetek, vagy éppen import tárgyak (presztízstárgyak) mellett számottevő információ is gazdát cserélt (6. ábra). Az információáramlás konkrét, analitikai vizsgálatokkal bizonyítható tárgyai a csiszolt kőeszközök, amelyek a régészeti kutatás fókuszpontjaira is rávilágítanak, amelyekre a kerámia és más leletfajták nem feltétlenül utalnak. Vagyis adataink alapot szolgáltatnak a további, már elsősorban régészeti kutatások irányába.



**6. ábra:** A legtöbb információval rendelkező régészeti kontextus: a sírok és mellékleteik (képek forrása Wosinski Mór Megyei Múzeum, RITA1 adatbázis)

**Fig. 6.:** The most informative archaeological context: the burials and their grave goods (source: Wosinski Mór County Museum, RITA1 database)

## Összegzés

A csiszolt kőeszközök a legszélesebb őskori hálózatok pontos kapcsolatjelzői. A kapcsolati háló, az eddig ismert és publikált adatok alapján, több száz, esetenként több ezer kilométeres sugarú körre is kiterjedt. Ezeket a kapcsolati rendszereket hálózatként feltérképezve, térben és időben értelmezhető adatsorokat alkotnak.

Nem szabad azonban elfeledkezni arról, hogy a kapcsolati háló számunkra láthatatlan szálai - a nem fosszilizálódó és a származási helyhez nem köthető javak miatt - jóval sűrűbb és valószínűleg kiterjedtebb is, mint amit mai leletekkel és mai módszerekkel rekonstruálni tudunk.

## Köszönetnyilvánítás

Jelen kutatás az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a K-131814 számú projekt finanszírozásában valósult meg.

## Kiegészítő információ

A korábban megvalósult pályázatok, amelyekre utaltunk a cikkben a következők:

CHARISMA - Cultural Heritage Advanced Research Infrastructures: Synergy for a Multidisciplinary Approach to Conservation/Restoration (2009–2014, project co-ordinator: Prof. Bruno Brunetti) Project ID: 228330 [http://cordis.europa.eu/project/rcn/92569\\_en.html](http://cordis.europa.eu/project/rcn/92569_en.html).

IGCP 442 International Geological Collaboration Project, Raw materials of the Neolithic/Aeneolithic polished stone artefacts (1999–2002, project co-ordinator: Prof. Dr. Dušan Hovorka, Prof. Dr. Gerhard Trnka).

IPERION CH - Integrated Platform for the European Research Infrastructure ON Cultural Heritage (2015–2019, project co-ordinator: Prof. Luca Pezzati), <http://www.iperionch.eu/>.

JADE2 Objets-signes et interprétations sociales des jades alpins dans l'Europe néolithique – Alpi jade presztizstárgyak és értelmezésük az európai neolitikumban (2013–2017, project co-ordinator: Pierre Petrequin).

OTKA T-013638 Kőeszközök archeometriai vizsgálata / Archeometriai investigation of (polished) stone artefacts (1994–1997, project leader: T. Biró Katalin).

OTKA T-023784 A Magyar Nemzeti Múzeum újkőkori és rézkori csiszolt kőszerszámainak régészeti-közettani vizsgálata / Investigation of polished stone artefacts from the Hungarian National Museum (1997–2001, project leaders: Oravecz Hargita, Józsa Sándor).

OTKA T-025068 Őskori nem-érces nyersanyagok atlasza a Kárpát-medencében / Atlas of prehistoric non-metallic raw materials in the Carpathian Basin (1998–2002, project leader: T. Biró Katalin, <http://www.ace.hu/atlas>).

OTKA K-62874 Egy új roncsolásmentes geokémiai módszer - a PGAA - archeometriai alkalmazásai / Applications of a New Non-destructive Geochemical Method (PGAA) in Archaeometry (2006–2011, project leader: Kasztovszky Zsolt).

OTKA K-100385 Kárpát-medencében fellelt kőeszközök nyersanyagainak roncsolásmentes eredetvizsgálata / Provenance study of lithic raw materials of stone tools found in the Carpathian Basin (2012–2017, project leader: Kasztovszky Zsolt).

## Irodalomjegyzék

ANTONI, J. (1990): Neolitikus eszközkészítés és használat. (A lengyeli kultúra eszközünya, valamint annak technológiai párhuzamai Melanéziában). *Kandidátusi értekezés*, Budapest, 248 p.

ANTONI, J. (1997): Ethnoarcheológiai kísérletek. I. Csiszolt kőeszközök készítése és használata. *Komárom- Esztergom Megyei Önkormányzat Múzeumainak Közleményei* 5 57–75.

ANTONI, J. (2012): Metamorphosis of the rock. Depot find of stone tool preforms at Veszprém-Kádárta. *Acta Archaeologica* 63/1 5–42. Letöltés: 2021. június 14. Elérhetőség: <https://akjournals.com/view/journals/072/63/1/article-p5.xml>

ANTONI, J. (2012): *Útmutató a csiszolt kőeszközök világához. Újkőkori kőeszközök készítése és használata: a Lengyel kultúra eszközünya és technológiai párhuzamai Óceániából*. Magyar Nemzeti Múzeum – Nemzeti Örökségvédelmi Központ, Budapest – Szombathely, 2012, p. 84.

ANTONOVIC, D. (1997): Use of Light White Stone in the Central Balkans Neolithic. *Starinar* 48 33–39.

ANTONOVIC, D., RESIMIC-SARIC, K. & CVETKOVIC, V. (2006): Stone raw materials in the Vinča culture: petrographic analysis of assemblage from Vinča and Belovode. *Starinar* 55 53–66.

APPADURAI, A. (2006): Introduction: commodities and the politics of value. In: APPADURAI, A. (ed.): *The Social Life of things. Commodities in cultural perspective*. Cambridge: Cambridge University Press, 3–63.

BECK, C.W. & BOUZEK, J. (1993): *Amber in Archaeology. Proceedings of the Second*

*International Conference on Amber in Archaeology*. Liblice 1990. Prag, 248p.

BELL, C. (2009): *Ritual theory, ritual practice*. Oxford: Oxford University Press. pp.288.

BENDŐ, Zs., OLÁH, I., PÉTERDI, B. & HORVÁTH, E. (2012): Case Studies on a Non-Destructive SEM-EDX Analytical Method for Polished Stone Tools and Gems. In: BRAEKMANS, D., HONINGS, J. & DEGRYSE, P. (eds.): *39th International Symposium on Archaeometry. 28 May – 1 June 2012, Leuven, Belgium*. Programme and Abstracts, 136.

BENDŐ, Zs., OLÁH, I., PÉTERDI, B., SZAKMÁNY, Gy. & HORVÁTH, E. (2013): Csizolt kőszközök és ékkövek roncsolásmentes SEM-EDX vizsgálata: lehetőségek és korlátok. *Archeometriai Műhely* **XI/1** 51–65.

BENDŐ, Zs., SZAKMÁNY, Gy., KASZTOVSZKY, Zs., MARÓTI, B., SZILÁGYI, Sz., SZILÁGYI, V., T. BIRÓ, K. (2014): Results of non-destructive SEM-EDX and PGAA analyses of jade and eclogite polished stone tools in Hungary. *Archeometriai Műhely* **XI/4** 187–205.

BENDŐ, Zs., SZAKMÁNY, Gy., KASZTOVSZKY, Zs., MARÓTI, B., SZILÁGYI, Sz., SZILÁGYI, V. & T. BIRÓ, K. (2015): Results of non-destructive SEM-EDX and PGAA analyses of jade and eclogite polished stone tools in Hungary. *Archeometriai Műhely* **XI/4** 187–206.

BERNARDINI, F., DE MIN, A., DEMARCHI, G., MONTAGNARI KOKELJ, E., VELUŠČEK, A. & KOMŠO, D. (2009): Shaft-hole axes from Slovenia and North-western Croatia: A first archaeometric study on artefacts manufactured from meta-dolerites. *Archaeometry* **51/6** 894–912.

BERNARDINI, F., DE MIN, A., LENAZ, D., KASZTOVSZKY, Zs., TURK, P., VELUŠČEK, A., SZILÁGYI, V., TUNIZ, C., MONTAGNARI KOKELJ, E. (2014): Mineralogical and chemical constraints on the provenance of Copper Age polished stone axes of ‘Ljubljana type’ from Caput Adriae. *Archaeometry* **56/2** 175–202.

BRADÁK, B., SZAKMÁNY, Gy. & JÓZSA, S. (2005): Mágneses szuszceptibilitás mérések – új módszer alkalmazása csizolt kőszközök vizsgálatában. *Archeometriai Műhely* **II/1** 13–22.

BRADÁK, B., SZAKMÁNY, Gy., JÓZSA, S. & PRICHYSTAL, A. (2009): Application of magnetic susceptibility on polished stone tools from Western Hungary and the Eastern part of Czech Republic (Central Europe). *Journal of Archaeological Science* **36** 2437–2444.

CRISTIANI, E. & ZUPANCICH, A. (2021): Sandstone Ground Stone Technology: a Multi-level Use Wear and Residue Approach to Investigate the

Function of Pounding and Grinding Tools. *Journal of Archaeological Method and Theory* **28** 704–735 (<https://doi.org/10.1007/s10816-020-09488-1>).

D’AMICO, C. (2012): Jades and other greenstones from the Western Alps. A petrographic study of the geological sampling Jade. In: PÉTREQUIN, P., CASSEN, S., ERRERA, M., KLASSEN, L., SHERIDAN, A. & PÉTREQUIN, A.-M. (eds.): *JADE. Grandes haches alpines du Néolithique européen, Ve au IVe millénaires av. J.-C.* Besançon: Presses Universitaires de Franche-Comté, 420–439.

D’AMICO, C. & STARNINI, E. (2012): Circulation and provenance of the Neolithic „greenstone” in Italy. In: PÉTREQUIN, P., CASSEN, S., ERRERA, M., KLASSEN, L., SHERIDAN, A. & PÉTREQUIN, A.-M. (eds.): *JADE. Grandes haches alpines du Néolithique européen. Ve au IVe millénaires av. J.-C.* Besançon: Presses Universitaires de Franche-Comté, 728–743.

D’AMICO, C., STARNINI, E., GASPAROTTO, G. & GHEDINI, M. (2003): Eclogites, jades and other HP-metamorphites employed for prehistoric polished stone implements in Italy and Europe. *Edizioni Nuova Cultura, Roma, Periodico di Mineralogia* **73 Special Issue 3** 17–42.

DELVIGNE, V., FERNANDES, P., PIBOULE, M., LAFARGE, A. & RAYNAL, J.-P. (2017): Circulation de géomatériaux sur de longues distances au Paléolithique supérieur: le cas des silex du Turonien du Sud du Bassin parisien. *Comptes Rendus Palevol* **16/1** 82–102. doi: 10.1016/j.crpv.2016.04.005

DELVIGNE, V., FERNANDES, P., PIBOULE, M., BINDON, P., CHOMETTE, D., DEFIVE, E., LAFARGE, A., LIABEU, R., MONCEL, M.-H., VAISSIÉ, E., WRAGG-SYKES, R. & RAYNAL, J.-P. (2019): Barremian–Bedoulian flint humanly transported from the west bank of the Rhône to the Massif-Central Highlands – A diachronic perspective. *Comptes Rendus Palevol* **18/1** 90–112. doi: 10.1016/j.crpv.2018.06.005

DENNELL, R. (1983): *European economic prehistory: A new approach*. London: Academic Press.

DIEDRICH, L. & HAIBT, M. (2020): Bread and porridge at Early Neolithic Göbekli Tepe: A new method to recognize products of cereal processing using quantitative functional analyses on grinding stones. *Journal of Archaeological Science: Reports* **33** 102525, ISSN 2352-409X, <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102525>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352409X20303163>).

- DZBYŃSKI, A. (2008): Ritual and Understanding. Rational Bases of Communication and Exchange in Prehistoric Europe. *Collectio Archaeologica Ressorviensis* **8**. Rzeszów: Instytut Archeologii Uniwersytetu Rzeszowskiego.
- DZBYŃSKI, A. (2011): Mr. Blademan. Macrolithic technology – Eneolithic vocabulary and metaphors. *Praehistorische Zeitschrift* **38** 173–183.
- FARKAS, A. K. (2013): *A Vatyai bronzkori kultúra kőeszközeinek archeometriai vizsgálata*. Egyetemi Doktori értekezés, Debreceni Egyetem Földtudományi Doktori Iskola.
- FARKAS-PETŐ, A., HORVÁTH, T., PAPP, I. & KOVÁCS-PÁLFFY, P. (2014): Archaeometric investigation of the stone tools of the Vata culture (Pest County, Hungary). *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences* **9/1** 81–94.
- FERNANDES, J.-P., LE BOURDONNEC, F.-X., RAYNAL, J.-P., POUPEAU, G., PIBOULEC, & MONCEL, M.-H. (2007): Origins of prehistoric flints: The neocortex memory revealed by scanning electron microscopy. *Comptes Rendus Palevol* **6/8** 557–568.
- FRIEDEL, O. (2008): *Az Ebenhöch csiszolt kőeszköz gyűjtemény archeometriai vizsgálatának eredményei*. Diplomamunka, ELTE FFI, Kézttan-Geokémiai Tanszék, 96p.
- FRIEDEL, O., BRADÁK, B., SZAKMÁNY Gy., SZILÁGYI, V. & T. BIRÓ, K. (2008): Az Ebenhöch csiszolt kőeszköz gyűjtemény archeometriai vizsgálatának eredményei. *Archeometriai Műhely* **5/3** 1–12.
- FURHOLT, M. (2018): Translocal Communities: Exploring Mobility and Migration in Sedentary Societies of the European Neolithic and Early Bronze Age. *Prähistorische Zeitschrift* **92/2** 304–321.
- FÜRI, J., SZAKMÁNY, Gy., KASZTOVSZKY, Zs. & T. BIRÓ, K. (2004): The origin of the raw material of basalt polished stone tools in Hungary. *Slovak Geological Magazine* **10** 97–104.
- GIACOMINI, F., BRAGA, R., TIEPOLO, M. & TRIBUZIO, R. (2007): New constraints on the origin and age of Variscan eclogitic rocks (Ligurian Alps, Italy). *Contributions to Mineralogy and Petrology* **153/1** 29–53.
- GRAEBER, D (2001): *Toward an Anthropological Theory of Value. The False Coin of Our Own Dreams*. Palgrave: New York, 337p.
- HODDER, I. (2016): *Studies in Human-Things Entanglement*.
- HORVÁTH, T. (1999): *Polished stone tools of the Mihálydy-collection, Laczkó Dezső Museum, Veszprém (archaeological investigation)*. Lengyel-IGCP 442, Veszprém Abstract 15–21.
- HORVÁTH, T. & PÉTERDI, B. (2013): 3.3.9. fejezet rész Csiszolt kőeszközök, őrlőkövek, egyéb megmunkált és megmunkálatlan kőzetanyagú leletek. In: HORVÁTH, T. & HONTI, SZ. (eds.): *Balatonőszöd–Temetői dűlő (M7/S-10) lelőhely őskori településrészei: a középső rézkori, a késő rézkori és a kora bronzkori településrészek. The prehistoric settlement parts of Balatonőszöd–Temetői dűlő: The Middle Copper Age, the Late Copper Age and the Early Bronze Age settlements*. ISBN 978-615-5254-01-7 (2013), 403–526.
- HORVÁTH, T., KOZÁK, M. & PETŐ A. (1999): Bölske-Vörösgyír bronzkori tell település kőanyagának komplex (petrográfiai, régészeti) feldolgozása. *Wosinsky Mór Múzeum Évkönyve* **21** 61–107.
- HORVÁTH, T., FARKAS-PETŐ A., FARKAS, I., JUDITH, M. & PÉTERDI, B. (2015): The stone implements of the Middle Bronze Age tell settlement of Füzesabony-Öreg-domb. *Slovenská Archaeológia* **LXIII/1** 31–62.
- JÓZSA, S., SZAKMÁNY, Gy., ORAVECZ, H. & CSENGERY, P. (2001): Preliminary petrographic report on blueschists, the material of Neolithic polished stone tools from Hungary. *Slovak Geological Magazine* **7** 351–354.
- JUDIK, K., T. BIRÓ, K., & SZAKMÁNY, Gy. (2001): Petroarchaeological research on the Lengyel Culture polished stone axes from Aszód, Papi földek. In: REGENYE, J. (ed.): *Sites and Stones: Lengyel culture in Western Hungary and beyond*. Veszprém: Directorate of the Veszprém county Museums, 119–129.
- KADROW, S., & MÜLLER, J. (2019): *Habitus? The social dimension of technology and transformation*. Leiden: Sidestone Press.
- KASZTOVSZKY, Zs. (2017): Áttekintés a „Kárpát-medencében fellelt kőeszközök nyersanyagainak roncsolásmentes eredetvizsgálata” c. Projektről. *Archeometriai Műhely* **XIV/2** 61–68.
- KASZTOVSZKY, Zs., BIRÓ, K. T., MARKÓ, A., DOBOSI V. (2008): Cold neutron prompt gamma activation analysis – a non-destructive method for characterisation of high silica content chipped stone tools and raw materials. *Archaeometry* **50/1** 12–29.
- KERESKÉNYI (2021): *A Herman Ottó Múzeum neolitik csiszolt kőeszközeinek archeometriai vizsgálata különös tekintettel a metabázitokra*. Doktori értekezés kézirat, Debreceni Egyetem, Földtudományok Doktori Iskola, Debrecen, 220p.
- KERESKÉNYI, E., SZAKMÁNY, Gy., FEHÉR, B., KASZTOVSZKY, Zs., KRISTÁLY, F. & RÓZSA, P. (2016): A Herman Ottó Múzeum neolitik

kékpala nyersanyagú csiszolt kőeszközeinek előzetes archeometriai vizsgálati eredményei. In: BENKÓ, Zs. (szerk.): *Itt az idő. Kőzettani-geokémiai folyamatok és azok geokronológiai vonatkozásai. 7. Kőzettani és Geokémiai Vándorgyűlés. 77–79.* Debrecen: MTA ATOMKI, 2016. (pdf) (ISBN: 978-963-8321-52-7)

KIS, Z., SZENTMIKLÓSI, L., & BELGYA, T. (2015): NIPS-NORMA station – a combined facility for neutron-based non-destructive element analysis and imaging at the Budapest Neutron Centre. *Nuclear Instruments and Methods A* **779** 116–123.

KLEIJNE, J., FURHOLT, M., & MÜLLER, J. (2019): *Think global, act local! Bell Beakers in Europe: Proceedings of the Bell Beaker Workshop Kiel 2017.* Bonn: Habelt.

KRISTÁLY, F. (2014): Rapid non-destructive X-ray diffraction investigation of polished greenstone tools / Zöldkő típusú csiszolt kőeszközök gyors roncsolás mentes röntgendiffrakciós vizsgálata. *Archeometriai Műhely* **11/4** 223–224.

MASCLANS LATORRE, A., BICKLE, P., HAMON, C. (2020): Sexual Inequalities in the Early Neolithic? Exploring Relationships Between Sexes/Genders at the Cemetery of Vedrovice Using Use-Wear Analysis, Diet and Mobility. *Journal of Archaeological Method and Theory* **28/1** 232–273.

MASCLANS, A., HAMON, C., JEUNESSE, C., BICKLE, P. (2021): A sexual division of labour at the start of agriculture? A multi-proxy comparison through grave good stone tool technological and use-wear analysis. *PLOS ONE* **16/4** e0249130.

MESTER, Zs. (2013): The lithic raw material sources and interregional human contacts in the Northern Carpathian regions: Aims and methodology. In: MESTER, Zs. (ed.): *The lithic raw material sources and interregional human contacts in the Northern Carpathian regions.* Polish Academy of Arts and Sciences–Institute of Archaeological Sciences of the Eötvös Loránd University, Kraków–Budapest, 9–21.

MESTER, Zs. & FARAGÓ, N. (2013): The lithic raw material sources and interregional human contacts in the Northern Carpathian regions: Report and preliminary results of the field surveys. In: MESTER, Zs. (ed.): *The lithic raw material sources and interregional human contacts in the Northern Carpathian regions.* Polish Academy of Arts and Sciences–Institute of Archaeological Sciences of the Eötvös Loránd University, Kraków–Budapest, 23–37.

MESTER, Zs. & FARAGÓ, N. (2016): Prehistoric exploitations of limnosilicites in Northern Hungary: problems and perspectives. *Archaeologia Polona* **54** 33–50.

MESTER, Zs., FARAGÓ, N. & LENGYEL, Gy. (2012): The lithic raw material sources and interregional human contacts in the northern Carpathian regions: A research program. *Anthropologie* **50/3** 275–293.

MILISAUSKAS, S. & KRUK, J. (1989): Neolithic economy in central Europe. *Journal of World Prehistory* **3/4** 403–446.

OLÁH, I., BENDŐ, Zs., SZAKMÁNY, Gy., SZILÁGYI, V. & PÉTERDI, B. (2012): Results of the archaeometric analyses of stone implement preforms from Veszprém-Kádárta (W-Hungary). *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae* **63** 43–68.

OLÁH, I., LIGNER, J., BENDŐ, Zs., SZAKMÁNY, Gy., SZILÁGYI, V. (2013): Különösen gazdag kőbalt és csiszolt kőeszköz leletgyűjtés vizsgálatai eredményei Diósvizlőről. *Archeometriai Műhely* **10/1** 67–82.

ORAVECZ, H. (1998): A Magyar Nemzeti Múzeum újkőkori és rézkori csiszolt kőeszközeinek nyilvántartásáról. *IRAMTO* 1–91.

ORAVECZ, H. (1999): Néhány érdekes kőeszköz, -tárgy és amulet a Magyar Nemzeti Múzeum őskori gyűjteményében/Some interesting tools, objects and amulets made of stone in the Prehistoric Collections of the HNM. *Ősrégészeti Levelek* **1/1** 18–19.

ORAVECZ, H. & JÓZSA, S. (2005): A Magyar Nemzeti Múzeum újkőkori és rézkori csiszolt kőeszközeinek régészeti és kőzettani vizsgálata / Archaeological and petrographic investigation of polished stone tools of the Neolithic and Copper Age period from the collection of the Hungarian National Museum. *Archeometriai Műhely* **2/1** 23–47.

PÉTERDI, B. (2004): Bronzkori és vaskori öntőformák petrográfiai vizsgálata. In: ILON, G. (ed.): *ΜΟΜΩΣ III. Őskoros Kutatók III. Összejövetelének konferenciakötete. Halottkultusz és temetkezés.* Szombathely – Bozsok, 2002. október 7-9. Szombathely: Vas Megyei Múzeumok Igazgatósága, 487–525.

PÉTERDI, B. (2012): Balatonöszöd – Temetői dűlő rézkori lelőhely homokkő nyersanyagú kőeszközeinek kőzettani és geokémiai vizsgálata. / Petrographical and Geochemical investigation of stone tools made of sandstone from the site Balatonöszöd – Temetői dűlő (Hungary). *Archeometriai Műhely* **IX/4** 265–286.

PÉTERDI, B. & HORVÁTH, T. (2014): 3.3.9. Ground stone and other unworked stone artefacts. In: HORVÁTH, T. (ed.): *The Prehistoric Settlement at Balatonöszöd–Temetői-dűlő. The Middle Copper Age, Late Copper Age and Early Bronze Age Occupation.* *Varia Archaeologica*



*Hungarica XXIX*, Archaeolingua, Budapest, 379–403. (ISBN: 978-963-9911-54-3)

PÉTERDI, B., KOVÁCS, T., SZAKMÁNY, Gy. & T. BIRÓ, K. (2005): Petrographical Investigation of Bronze and Iron Age Casting Moulds from the Collection of the Hungarian National Museum. In: Proceedings of the 33rd International Symposium on Archaeometry, 22-26 April 2002, Amsterdam. *Geoarchaeological and Bioarchaeological Studies* 3 87–90.

PÉTERDI, B., SZAKMÁNY, Gy., JUDIK, K., DOBOSI, G., KOVÁCS, J., KASZTOVSZKY, Zs. & SZILÁGYI, V. (2011): Bazalt anyagú csiszolt kőeszközök közzetani és geokémiai vizsgálata (Balatonöszöd – Temetői Dűlő lelőhely). *Archeometriai Műhely* VIII/1 33–68.

PÉTERDI, B., JUDIK, K. & DOBOSI, G. (2014a): Bazaltos lapillitufa anyagú őrlőkövek közzetani és geokémiai vizsgálata (Balatonöszöd - Temetői dűlő lelőhely) / Petrographic and Geochemical investigation of grinding stones made of basaltic lapilli tuff (Balatonöszöd – Temetői dűlő site, Hungary). *Archeometriai Műhely* IX/2 115–126.

PÉTERDI, B., SZAKMÁNY, Gy., JUDIK, K., DOBOSI, G., KASZTOVSZKY, Zs., SZILÁGYI, V., MARÓTI, B., BENDŐ, Zs. & GIL, G. (2014b): Petrographic and geochemical investigation of a stone adze made of nephrite from the Balatonöszöd – Temetői dűlő site (Hungary), with a review of the nephrite occurrences in Europe (especially in Switzerland and in the Bohemian Massif). *Geological Quarterly* 58/1 181–192 + supplements(<https://gq.pgi.gov.pl/article/view/9361>), DOI: <http://dx.doi.org/10.7306/gq.1146>

PÉTERDI, B., SZAKMÁNY, Gy., BENDŐ, Zs., KASZTOVSZKY, Zs., T. BIRÓ, K., GIL, G., HARSÁNYI, I., MILE, V. & SZILÁGYI, SZ. (2014c): Possible provenances of nephrite artefacts found on Hungarian archaeological sites (preliminary results). *Archeometriai Műhely* XI/4 207–222.

PÉTERDI, B., SZAKMÁNY, Gy., BENDŐ, Zs., KASZTOVSZKY, Zs., T. BIRÓ, K., GIL, G., HARSÁNYI, I., MILE, V. & SZILÁGYI, SZ. (2015): Nefrit kőeszközök közzetani vizsgálata roncsolásmentes módszerekkel: típusok, lehetséges nyersanyag-források azonosítása (előzetes eredmények). *GESTA. A Miskolci Egyetem Történettudományi Intézetének elektronikus folyóirata*. ([tortenelemszak.uni-miskolc.hu/gesta.html](http://tortenelemszak.uni-miskolc.hu/gesta.html)) XIV 64–78.

PÉTERDI, B., T. BIRÓ, K. & TÓTH, Z. (2016): P-61. Grinding - and millstone exploitation and production center in Domszló (Hungary). In: ZACHARIAS, N. & PALAMARA E. (eds.): *41st International Symposium on Archaeometry - ISA 2016. May 15-21, 2016. Kalamata, Greece*.

*Conference Programme and Abstract Book*. 188–189. (ISBN 978-618-80277-2-5)

PÉTREQUIN, P., ERRERA, M., CASSEN, S., GAUTHIER, E., HOVORKA, D., KLASSEN, L. & SHERIDAN, A. (2011): From Mont Viso to Slovakia: The two axeheads of alpine jade from Golianovo. *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 62 243–268.

PÉTREQUIN, P., CASSEN, S., ERRERA, M., KLASSEN, L., SHERIDAN, A. & PÉTREQUIN, A.-M. (eds.) (2012a): *JADE. Grandes haches alpines du Néolithique européen, Ve au IVe millénaires av. J.-C.* Besançon: Presses Universitaires de Franche-Comté, 1536p.

PÉTREQUIN, P., ERRERA, M. & ROSSY, M. (2012b): Viso ou Beigua: approche pétrographique du référentiel des “jades alpins”. In: PÉTREQUIN, P., CASSEN, S., ERRERA, M., KLASSEN, L., SHERIDAN, A. & PÉTREQUIN, A.-M. (eds.): *JADE. Grandes haches alpines du Néolithique européen, Ve au IVe millénaires av. J.-C.* Besançon: Presses Universitaires de Franche-Comté, 292–419.

PÉTREQUIN, P., GAUTHIER, E. & PÉTREQUIN, A.-M. eds. (2017): *JADE. Objets-signes et interprétations sociales des jades alpins dans l'Europe néolithique*. Presses universitaires de Franche-Comté Centre de Recherche Archéologique de la Vallée de l'Ain, Tomes 3 et 4. ISBN 978-2-84867-575-6 –pp. 1–756, 758–1432.

PŘICHYSTAL, A. (2010): Classification of lithic raw materials used for prehistoric chipped artefacts in general and siliceous sediments (silicites) in particular: the Czech proposal. *Archeometriai Műhely* 7/3 177–181.

PŘICHYSTAL, A. (2013): *Lithic raw materials in Prehistoric times of Eastern Central Europe*. Masaryk University, Brno, 351p.

REGENYE, J. (2001): Settlements of the Lengyel culture around Tüzköveshegy in Szentgál. In: REGENYE, J. (ed.): *Sites and stones: Lengyel culture in western Hungary and beyond. A review of the current research. Lengyel'99 and IGCP-442 Conference, Veszprém 1999*, 71–80.

REGENYE, J & T. BIRÓ, K. (2001): Tüzkőbánya és feldolgozó telepek. egy Szentgál (Veszprém Megye) környéki neolitikus lelőhelycsoport kutatása / Flintstone quarry and processing sites. Research study of a group of sites from the Neolithic around Szentgál (Veszprém County). In: DANI, J., HAJDÚ, Zs., NAGY, E. Gy. & SELMECI, L. (eds.): *ΜΩΜΩΣ I. – „Fiatal Őskoros kutatók” I. Összejövetelének konferenciakötete. Debrecen, 1997. november 10–13.* Debrecen: Hajdú-Bihar Megyei Múzeumok Igazgatósága, 95–105.

- REGENYE, J & T. BIRÓ, K. (2014): Veszprém, Jutasi út neolitikus település leletanyaga I. Keramia, kő. Finds from the Neolithic settlement Veszprém, Jutasi street I. Ceramics and lithics. *A Laczkó Dezső Múzeum közleményei* **28** 29–74.
- RENFREW, C. (1969): Trade and Culture Process in European Prehistory. *Current Anthropology* **10** 151–160.
- RENFREW, C. (1974): Beyond A Subsistence Economy: The Evolution of of Social Organization in Prehistoric Europe. In: MOORE, C.B. (ed.): *Reconstructing Complex Societies. An Archaeological Colloquium*. Supplement to the Bulletin of the American Schools of Oriental Research 20, Boston: The American Schools of Oriental Research, 69–95.
- RENFREW, C. (1975): Alternative models for exchange and spatial distribution. In: SABLOFF, J. A. & LAMBERG-KARLOVSKY, C. C. (eds.): *Ancient Civilization and Trade*. School of American Research, University of New Mexico Press, Albuquerque, 1975, 3–60.
- RENFREW, C (1977): Alternative models for exchange and spatial distribution. In: EARLE, T. & ERICSON, J. E. (eds.): *Exchange Systems in Prehistory*, Studies in Archaeology, New York, Academic Press, 1977, 71–90.
- SHENNAN, A. (1982): Exchange and ranking: the role of amber in the earlier bronze age of Europe. In: RENFREW, C. & SHENNAN, S. (eds.): *Ranking, resource and exchange. Aspects of the archaeology of early European society*. Cambridge, 33–45.
- SHERRATT, A. (1976): Resources, technology and trade: an essay in early European copper metallurgy. In: SIEVEKING, G., LONGWORTH, I. & WILSON, K. (eds.): *Problems in Economic and Social Archaeology*. London: Duckworth, 557–581.
- STARNINI, E. & SZAKMÁNY, Gy. (2021): Knapping before and after polishing: technological evidence in the Neolithic polished stone tools from Hungary. *Journal of Lithic Studies* **8/2** 1–14.
- SZAKMÁNY, Gy. (1996): Results of the petrographical analysis of some samples of the ground and polished stone assemblage. In: MAKKAY, J., STARNINI, E. & TULOK, M. (eds.): *Excavations at Bicske-Galagonyás (part III). The Notenkopf and Sopot-Bicske cultural phases*. Società per la Preistoria e Protostoria della Regione Friuli-Venezia Giulia, Quaderno 6. Trieste: 224–241.
- SZAKMÁNY, Gy. (2009): Magyarországi csiszolt kőeszközök nyersanyag típusai az eddigi archeometriai kutatások eredményei alapján / Types of polished stone tool raw materials in Hungary. *Archeometriai Műhely* **VI/1** 11–30.
- SZAKMÁNY, Gy. & KASZTOVSZKY, Zs. (2004): Prompt Gamma Activation Analysis (PGAA), a new method in the archaeological study of polished stone tools and their raw materials, *European Journal of Mineralogy* **16/2** 285–295.
- SZAKMÁNY, Gy. & NAGY, B. (2005): Balatonlelle–Felső-Gamász lelőhelyről előkerült késő rézkori vörös homokkő őrlőkövek petrográfiai vizsgálatának eredményei. *Archeometriai Műhely* **II/3** 13–21.
- SZAKMÁNY, Gy., FÜRI, J., SZOLGAY, Zs. (2001): Outlined petrographic results of the raw materials of polished stone tools of the Miháldy-collection, Laczkó Dezső Museum, Veszprém (Hungary). In: REGENYE, J. (ed.): *Sites and Stones: Lengyel Culture in Western Hungary and beyond*. Veszprém: Directorate of the Veszprém county Museums, 109–118.
- SZAKMÁNY, Gy., STARNINI, E., HORVÁTH, F. & BRADÁK, B. (2008): Gorzsa késő neolit tell településről előkerült kőeszközök archeometriai vizsgálatának előzetes eredményei (Tisza kultúra, DK Magyarország). *Archeometriai Műhely* **V/3** 13–25.
- SZAKMÁNY, Gy., STARNINI, E., HORVÁTH, F., SZILÁGYI, V. & KASZTOVSZKY, Zs. (2009): Investigating trade and exchange patterns during the Late Neolithic: first results of the archaeometric analyses of the raw materials for the polished and ground stone tools from Tell Gorzsa (SE Hungary). In: ILON, G. (ed.): *ΜΟΜΩΣ VI. – Óskoros kutatók VI. Összejövetele. Nyersanyagok és kereskedelem*. Kőszeg: Kulturális Örökségvédelmi Szakszolgálat, Vas megyei Múzeumok Igazgatósága, 363–377.
- SZAKMÁNY, Gy., KASZTOVSZKY, Zs., SZILÁGYI, V., STARNINI, E., FRIEDEL, O. & BIRÓ, K. T. (2011): Discrimination of prehistoric polished stone tools from Hungary with non-destructive chemical Prompt Gamma Activation Analyses (PGAA). *European Journal of Mineralogy* **23** 883–893.
- SZAKMÁNY, Gy., JÓZSA, S., BENDŐ Zs., KASZTOVSZKY, Zs. & HORVÁTH, F. (2016): Magyarországon előkerült hornfels (mész-szilikát szaruszirt) anyagú csiszolt kőeszközök nyersanyaglelőhelyének felkutatása / Discovering the provenance of hornfels polished stone tools in Hungary. *Archeometriai Műhely* **XIII/1** 43–54.
- SZENTMIKLÓSI L., BELGYA T., RÉVAY Zs., KIS Z. (2010): Upgrade of the prompt gamma activation analysis and the neutron-induced prompt gamma spectroscopy facilities at the Budapest Research Reactor. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* **286/2** 501–505.

- SZENTMIKLÓSI, L., PÁRKÁNYI, D., SZIKLAI-LÁSZLÓ, I. (2016): Upgrade of the Budapest neutron activation analysis laboratory. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* **309** 91–99.
- SZILASI, A. B. (2017): Radiolarite sources from the Bakony mountains: new research. *Archaeologia Polona* **55** 243–265.
- SZILASI, A. B. (2019): Limnic silicites from Burgenland (Austria) and a new mining model. *Savaria. A Vas Megyei Múzeumok Értesítője* **41** 91–97.
- SZILÁGYI, K. (2018): A Field survey of knappable raw materials in the Eastern Mecsek area. *Hungarian Archaeology E-Journal* 1–9.
- T. BIRÓ, K. (1992): Adatok a korai baltakészítés technológiájához. Research on technology of the production of ancient stone axes. *Pápai Múzeumi értesítő* **3/4** 33–80.
- T. BIRÓ, K. (2000): Kőeszközök a bronzkorban. *Komárom Megyei Múzeumok Közleményei* **7** 237–252.
- T. BIRÓ, K. (2009): Vittem, vettem, kaptam – loptam? Gondolatok a proveniencia vizsgálatok eredményeinek értelmezése köréből. In: ILON, G. (ed.): *ΜΟΜΩΣ VI. – Óskoros kutatók VI. Összejövedele. Nyersanyagok és kereskedelem. Kőszeg: Kulturális Örökségvédelmi Szakszolgálat, Vas megyei Múzeumok Igazgatósága*, 417–426.
- T. BIRÓ, K. (2011): Ásványok és kőzetek. In: MÜLLER, R. (szerk.): *Régészeti Kézikönyv*. Budapest: Magyar Régész Szövetség, 489–493.
- T. BIRÓ, K. (2014): Carpathian Obsidians: State of Art. In: YAMADA, M. & Ono, A. (eds.): *Lithic raw material exploitation and circulation in Préhistory. ERAUL* **138** 47–69.
- T. BIRÓ, K. (2019): Adatok a Felsőcsatári Zöldpala Régészeti Elterjedéséhez. In: BARTOSIEWICZ, L., T. BIRÓ, K., SÜMEGI, P. & TÖRŐCSIK, T. (eds.): *Mikroszkóppal, feltárásokkal, mintavételezéssel, kutatásokkal az archeometria, a geoarcheológia és a régészet szolgálatában. Tanulmányok Ilon Gábor régész 60 éves születésnapjára köszöntésére. GeoLitera, Szeged: SZTE TTIK Földrajzi és Földtudományi Intézet*, 49–60.
- T. BIRÓ, K. & PÉTERDI, B. (2011): Domszló-Pipis: Örlőkő és malomkő készítő műhely a Mátrában. In: TÓTH, E. & VIDA, T. (szerk.): *Corolla museologica Tibor Kovács dedicata*. Budapest: Magyar Nemzeti Múzeum, 523–534.
- T. BIRÓ, K. & SZAKMÁNY, Gy. (2000): Current state of research on Hungarian Neolithic polished stone artefacts. *Krystallinikum* **26** 21–37.
- T. BIRÓ, K., SCHLÉDER, Zs., ANTONI, J. & SZAKMÁNY, Gy. (2003): Petroarchaeological studie on polished stone artefacts from Baranya county, Hungary II. Zenhővárkony: notes on the production, use and circulation of polished stone tools. *A Janus Pannonius Múzeum Évkönyve* **46/47** 37–76.
- T. BIRÓ, K., SZAKMÁNY, Gy., BENDŐ, Zs. & KASZTOVSZKY, Zs. (2016): Átfűrt kőeszköz töredéke Kiskunfélegyházáról. *Cumania* **27** 41–54.
- T. BIRÓ, K., PÉTREQUIN, P., ERRERA, M., PRĪCHYSTAL, A., TRNKA, G., ZALAI-GAÁL, I. & OSZTÁS, A. (2017): Ch.18. Des Alpes à l'Europe centrale (Autriche, République tchèque, Slovaquie et Hongrie) In: PÉTREQUIN et al. eds., *JADE. Tome 3. Presses universitaires de Franche-Comté Centre de Recherche Archéologique de la Vallée de l'Ain*, 431–466.
- TEATHER, A. M., TOPPING, P., & BACZKOWSKI, J. (2019): *Mining and quarrying in Neolithic Europe: A social perspective*. Oxford: Oxbow.
- TURQ, A., FAIVRE, J.-P., GRAVINA, B. & BOURGUIGNON, B. (2017): Building models of Neanderthal territories from raw material transports in the Aquitaine Basin (southwestern France). *Quaternary International* **433** 88–101. doi: 10.1016/j.quaint.2016.02.062
- VÁCZI, B.; SZAKMÁNY, GY.; KASZTOVSZKY, ZS., STARNINI, E. & NEBIACOLOMBO, F. A. (2017): Előzetes eredmények a magyarországi nagynyomású metaofiolit anyagú csiszolt kőeszközök származási helyének pontosításához. *Archeometriai Műhely* **XIV/2** 69–84.
- WRIGHT, K. I. (1992): A Classification System for Ground Stone Tools from the Prehistoric Levant. *Paléorient* **18/2** 53–81.
- WRIGHT, K. I. (2000): The social origins of cooking and dining in early villages of Western Asia. *Proceedings of the Prehistoric Society* **66** 89–121.
- WENTINK, K. (2020): Stereotype. The role of grave sets in Corded Ware and Bell Beaker funerary practices. Sidestone Press, Leiden, p. 296.
- ZALAI-GAÁL, I. (1988): Közép-európai neolitikus temetők szociálarchaeológiai elemzése. *A Béni Balogh Ádám Múzeum Évkönyve* **13** 9–178.
- ZALAI-GAÁL, I. (2002): Der spätneolithische geschliffene Steingerätbestand in Südtransdanubien. I. Die analytische Bearbeitung des Fundmaterials. *Wosinszky Mór Múzeum Évkönyve* **24** 7–79.
- ZALAI-GAÁL, I., GRISSE, A., OSZTÁS, A. & KÖHLER, K. (2014): Die durchbohrten Steingeräte des südtransdanubischen Neolithikums (5. Jahrtausend v. Chr.). *Varia archaeologica Hungarica* **30**, Archaeolingua, Budapest, 2014.



# VÖRÖS HOMOKKŐ NYERSANYAGÚ SZERSZÁMKÖVEK HÓDMEZŐVÁSÁRHELY–GORZSA KÉSŐ NEOLIT (TISZA KULTÚRA) TELL TELEPÜLÉS LELETANYAGÁBAN

## RED SANDSTONE AS RAW MATERIAL OF LATE NEOLITHIC (TISZA CULTURE) GROUNDSTONES FROM THE TELL SITE OF HÓDMEZŐVÁSÁRHELY–GORZSA\*

MIKLÓS Dóra Georgina<sup>1\*</sup>; SZAKMÁNY György<sup>1</sup>; JÓZSA Sándor<sup>1</sup>; STARNINI, Elisabetta<sup>2</sup>  
& HORVÁTH Ferenc<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ELTE TTK FFI Közettan-Geokémiai Tanszék, Budapest

<sup>2</sup>Department of Civilizations and Forms of Knowledge, University of Pisa, Italy

<sup>3</sup>Móra Ferenc Múzeum, Szeged

\*E-mail: [miklosdoragina94@gmail.com](mailto:miklosdoragina94@gmail.com)

### Abstract

*The Late Neolithic tell settlement of Hódmezővásárhely–Gorzsa (Tisza Culture) lies at the confluence of the Tisza and Maros (Mureş) rivers in the Great Hungarian Plain. A total number of 1061 macro-lithic finds were listed, a quarter of which are polished stone tools, three quarters are ground stone tools and half of them are made of sandstone. The larger part of the finds is from the Neolithic layers and only a few are from the later phases of the site occupation, namely the Bronze, Iron and Sarmatian ages.*

*Raw material determination was conducted starting with macroscopic and petrographic microscopic studies in thin section. The present study reports results of petrographic analyses on stone tools made of red sandstones.*

*According to their macroscopic and polarizing microscopic features four types of sandstone can be separated among the finds. To determine the possible origin, we examined the recent gravel deposits of the Mureş river, Pleistocene pebbles of the Danube and Miocene conglomerate of the Mecsek Mts. Based on the preliminary results, the alluvium of the Mureş river can be considered as a possible source for the red-3 type sandstone. In addition, the surface occurrences of sandstone in the Papuk Mountains, as well as the material of the Permian–Triassic strata of the Balaton Uplands and the Mecsek Mountains were compared with the archaeological material. Based on the preliminary investigations, the material of the former two sites is completely excluded from the range of possible raw materials; however, Jakabhegy Sandstone in Mecsek cannot be completely excluded. To refine the raw material source(s), heavy minerals that are present in small amounts in the thin sections and sensitive to the degradation area can provide information. However, the thin section tests provide only a brief overview of these heavy minerals, as only a small volume of the total sample is shown in the thin sections. To clarify the different rock type sources of sandstone tools from Gorzsa, we plan detailed micromineralogical studies in the future.*

### Kivonat

*Hódmezővásárhely–Gorzsa késő-neolitik, Tisza kultúrába tartozó tell település a Tisza és a Maros folyók összefolyásának közelében, az Alföld délkeleti részén helyezkedik el. A feltárt régészeti leletanyagból több mint 1000 darab csiszolt kőeszköz és szerszámkő került elő, amelyből ez utóbbiak a csiszolt kőeszközökhöz képest háromszorosan mennyiségben fordulnak elő, és amelynek felét homokkő anyagú eszközök teszik ki. Ezek túlnyomórészt a neolitik rétegekből származnak, azonban néhány szerszámkövet a lelőhely későbbi, konkrétan bronzkori, vaskori és szarmata rétegeiből is vizsgáltunk.*

---

\* How to cite this paper: MIKLÓS, D.G.; SZAKMÁNY, Gy.; JÓZSA S.; STARNINI, E. & HORVÁTH, F., (2021): Vörös homokkő nyersanyagú szerszámkövek Hódmezővásárhely–Gorzsa késő neolitik (Tisza kultúra) tell település leletanyagában / Red sandstone as raw material of Late Neolithic (Tisza Culture) groundstones from the tell Site of Hódmezővásárhely–Gorzsa (In Hungarian with English abstract), *Archeometriai Műhely XVIII/3* 209–238.

doi: [10.55023/issn.1786-271X.2021-017](https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2021-017)

*A leletek makroszkópos leírása és csoportosítása után az elkülönített típusok jellegzetes darabjain vékonycsiszolatos vizsgálatokat és térfogati kiméréseket végeztünk. Cikkünkben a vörös homokkő anyagú szerszámkövek petrográfiai vizsgálatának eredményeit mutatjuk be.*

*A makroszkóposan és a polarizációs mikroszkópban megfigyelt általános szöveti bélyegek és a fő detritális alkotók mennyiségi eloszlása alapján a vörös homokkő anyagú eszközök négy típusát különítettük el. A lehetséges származási hely meghatározásához a Duna pleisztocén hordalékát, a Mecsek miocén, továbbá a Maros recens kavicsanyagát vizsgáltuk. Az előzetes eredmények alapján a Maros hordalékának egyik kavics típusa tekinthető lehetséges forráskőzetnek a vörös–3-as típusú homokkő anyagú szerszámkő esetében. Emellett a Papuk-hegység felszíni homokkő előfordulását, továbbá a Balaton-felvidék és a Mecsek-hegység perm–triász rétegsorának anyagát is összevetettük a régészeti anyaggal. Az előzetes vizsgálatok alapján az előbbi két lelőhely anyaga teljes mértékben kiesik a lehetséges nyersanyagok köréből, azonban a mecseki Jakabhegyi Homokkő nem zárható ki teljesen. A nyersanyaglelőhely(ek) pontosításához a már vékonycsiszolatos vizsgálatokban is megfigyelhető, kis mennyiségben előforduló, a lepusztulási területre érzékeny nehézsaványok szolgáltathatnak információkat. A vékonycsiszolatos vizsgálat azonban ezekről csak részleges, áttekintő eredményeket szolgáltat, mivel a vékonycsiszolatos vizsgálat a teljes minta csupán egy kis térfogatát mutatják be. A gorzói homokkő eszközök forráskőzeteinek pontosítására a jövőben részletes mikroásványtani vizsgálatokat tervezünk.*

KEYWORDS: PETROGRAPHY, HEAVY MINERAL, NEOLITHIC GROUNDSTONES, RAW MATERIAL

KULCSSZAVAK: PETROGRÁFIA, NEHÉZÁSVÁNY, NEOLITIKUS SZERSZÁMKÖVEK, NYERSANYAG

## **Bevezetés**

Az emberiség az őskortól kezdve használta a környezetében talált különféle kőzettípusokat, közöttük a homokkövet is. Ez utóbbiból elsősorban szerszámköveket (pl. malomkő, őrlőkő, csiszolókö, dörzskő) készített. A későbbiekben többek között öntőformaként, illetve építőköként is alkalmazták, falakat és kerítéseket emeltek belőle, továbbá lépcsők nyersanyagául is szolgált. A homokkő a Kárpát–Pannon térségben nagy területeken elterjedt, korban és kifejlődésben változatos kőzettípus, ezért az őskori ember a legtöbb helyen könnyen rátalálhatott a céljának megfelelő minőségben erre a nyersanyagra. Változatosságuk miatt megnőhet a szerepük a régészeti kőanyagok pontos forrásának meghatározásában.

Magyarországi régészeti szerszámkő leletek részletes archeometriai feldolgozása eddig még csak elvétve történt (pl. Szakmány & Nagy 2005, Péterdi et al. 2009, Péterdi 2011, 2020). A nemzetközi szakirodalomban szerszámkövekről elsősorban tipológiai témájú publikációkat találunk, és csak kevés anyagvizsgálati tárgyú értekezéssel találkozunk (pl. Antonelli & Lazzarini 2010, Martínez-Sevilla et al. 2020, Christos et al. 2021). A szerszámkövek nyersanyagát leginkább kőzettani és geokémiai módszerekkel célszerű vizsgálni. Ugyanakkor a homokkővek petrográfiai azonosítása nem egyszerű, mivel főbb összetevőik (kvarc, földpátok, csillámok, esetleg kőzettörmelékek) mellett csak nagyon kevés (általában <<1%) forrásterületre jellemző elegyrészt (akcesszóriát, ún. nehézsaványt) tartalmaznak. Az elkülönítésben további nehézséget okoz, hogy a homokkővek részletes kőzettani és geokémiai vizsgálata is csupán az elmúlt évtizedekben indult meg világszerte, ahogy Magyarországon is. Ennek

következtében a megfelelő nyersanyag, illetve annak forrása meghatározása érdekében nem elegendő csupán a régészeti leletek petrográfiai, geokémiai, továbbá nehézsavány vizsgálatát elvégezni, hanem minden esetben szükség van a lehetséges nyersanyagok vizsgálatára is.

A Hódmezővásárhely–Gorzsa lelőhelyen fellelt, elsősorban késő neolit korú szerszámkövek, azon belül is a homokkő anyagú eszközök archeometriai vizsgálatának célja, egyrészt a legfontosabb típusok megállapítása és részletes leírása, másrészt a nyersanyagok származási helyének lehatárolása, illetve lehetőleg minél pontosabb meghatározása. E kérdések megválaszolásához mindenképp a vizsgálatba bevont régészeti leletanyagokon részletes petrográfiai makroszkópos és polarizációs mikroszkópi vizsgálatokat végeztünk, amely a minőségi összetételi meghatározáson túlmenően az összetevők mennyiségi meghatározására is kiterjedt. Az eredmények értékeléséhez szakirodalmi adatokat, továbbá az ELTE Kőzetan-Geokémiai Tanszék kőzetgyűjteményéből származó összehasonlító geológiai mintákat és azok vizsgálati eredményeit használtuk fel.

## **Régészeti és archeometriai háttér**

Hódmezővásárhely–Gorzsa egy késő-neolit, a Tisza kultúrába tartozó tell település, amely az Alföld délkeleti részén, a Tisza és a Maros összefolyásához közel, Szegedtől északkeletre, mintegy 25 kilométerre fekszik (**1. ábra**). Elsőként 1952-ben Tompa Gabriella tartott szemlét a területen. Ezt követően 1953-ban Zalotay Elemér, majd 1955 és 1956 között, illetve 1957-ben és 1963-ban Gazdapusztai Gyula végzett ásatásokat. A tell településsel kapcsolatban azonban számos kérdés megválaszolatlan maradt, többek között

annak kora, a rétegsor, valamint a település szerkezete. A legutolsó ásatási szakasz 1978-ban Horváth Ferenc vezetésével kezdődött és közel 20 évig (1996-ig) tartott (Horváth 2005). Ez utóbbi egyben tervszerű, rétegtani szinteket követő hitelesítő ásatás volt. A mintegy 7 hektárnyi ásatási területen a tell település kiterjedése 3–3,5 hektár, amelynek rétegsora 2,6–3,0 méter vastag és a késő neolitikumtól egészen a szarmata korszakig tár fel különböző rétegeket.



**1. ábra:** A vizsgált régészeti feltárás földrajzi elhelyezkedése (Kratochwill M. rekonstrukciója, Horváth 2005 alapján)

**Fig. 1.:** Map with the location of the Neolithic tell Hódmezővásárhely–Gorzsa (reconstruction of M. Kratochwill, based on Horváth 2005)

Legnagyobb vastagságúnak (180–200 cm) a késő neolitik Tisza-kultúra rétegei bizonyultak, amelyek összesen négy települési időszakra (D–A) tagolhatók (Horváth 1987, 2003, 2005). Ezek a rétegek időben a Proto-Lengyel és a Lengyel I–IIIa kultúráknak, továbbá a Vinča kultúra C és D fázisainak feleltethetők meg (Horváth 2005). A legújabb, eddig még nem publikált radiogén koradatok szerint Gorzsa tell települése Kr.e. 4900–4500 között működött.

A terület az újkőkortól (neolitikum) a középkor végéig folyamatosan lakott volt. A telepről 1061 darab csiszolt kőeszköz és szerszámkő, 1900 darab pattintott kőeszköz (Starnini et al. 2015), több mint 1 millió kerámia-töredék továbbá növényi magvak, állatsontok, csonteszközök és famaradványok kerültek elő (T. Biró 1998, Starnini et al. 2007, 2015, Szakmány et al. 2008, 2009, 2011, 2019). Az ásatás során előkerült leleteknek csupán egy része

köthető határozott rétegekhez. Előfordulnak gödörleletek, amelyek több réteget vágnak át, szórványok, amelyeknek pontos régészeti kora ismeretlen, illetve a „későbbi régészeti szintekből előkerült” példányok is. A leletek további általános jellemzője az erős használat miatti töredékes megjelenés.

A tell település teljes leletanyagának részletes feldolgozása jelenleg is folyamatban van. Munkánk célja a leletanyagban jelentős, a csiszolt kőeszközökhöz képest több mint háromszoros mennyiségben előforduló szerszámkővek (803 darab), azon belül is az anyag felét alkotó homokkő anyagú leletek (370 darab) részletes közettani feldolgozása, ezáltal az eddigi eredmények újraértékelése.

A leletanyagban előforduló pattintott kőeszközök nyersanyagai nagyon változatosak: többek között a mecseki radiolarit, a teveli tűzkő, a dunántúli radiolarit, a közép-bánáti kova, a krakkói jura tűzkő, a „csokoládé kova”, a volhíniai/pruti tűzkő, a kárpáti obszidián és a mátrai eredetű limnokvarcit a leggyakoribbak (T. Biró 1998, Starnini et al. 2007, 2015, Szakmány et al. 2008).

A gorzsai lelőhelyen előkerült csiszolt kőeszközök (polírozott, vágóéllel ellátott eszközök, fejszék/balták, vésők, nyíllyukas balták) rendkívül változatos nyersanyag típusokból készültek, amelyek között a leggyakoribbak a mész-szilikát szaruszirt (hornfels, 35%), a (meta)bazitok (dolerit–metadolerit–metamikrodolerit–metamikrogabbro, 20%), a bazalt (10%) és az alkáli gabbró–alkáli dolerit–tefrit–fonolit anyagú kőeszközök (10%). A fehér, nagyon finomszemcsés kőzetekből készült „fehérkő”-nek elnevezett kőzettípusok (Antonović 1997) összesen 15%-ot képviselnek. Néhány százalékban zöldkővek (zöldpala, kloritpala) és amfibolitok is találhatóak. Elvéve előfordul még savanyú–neutrális összetételű vulkanit, telérkőzet vagy szubvulkanit, metaultrabazit, nagyon ritkán csillámpalából, kvarc-muszkovit palából, gneiszből, mészkőből és tufitból készült csiszolt balta vagy penge is (Szakmány et al. 2008).

A gorzsai területen fellelt szerszámkővek nyersanyagainak előzetes, áttekintő értékelése alapján legjelentősebbek a sziliciklasztos kőzetek (uralkodóan különböző típusú homokkővek, ritkábban aleurolit és konglomerátum, 50%), az andezit (7%) és a granitoid–metagranitoid változatok (13%). Viszonylag gyakori a csillámpala–csillámoskvarcit (~9%), valamint a kvarcit (10%), továbbá kis mennyiségben találunk mészkő és márga változatokat (2%) is. Elvéve gneisz, zöldpala, zöldkő, metadolerit–metagabbro, hornfels, metabazit, tufit, radiolarit és radiolarit breccsa, továbbá serpentinit breccsa is előfordul (Szakmány et al. 2008).

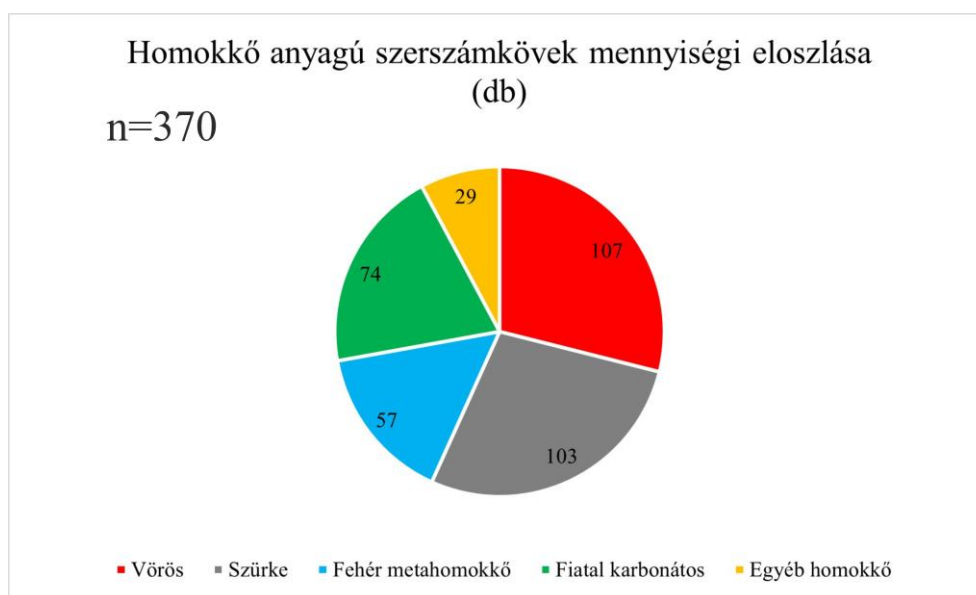
A gorzsai leletanyag változatos típusú és anyagú kőszekőzeiből (pattintott, csiszolt és szerszámkövek) arra következtethetünk, hogy a kőszekők nyersanyagai több különböző területről származhatnak. A nyersanyagokat viszonylag messziről kellett a helyszínre szállítaniuk, ugyanis a lelőhelyhez legközelebbi felszíni kőzet előfordulások mintegy 60 km-re találhatóak. Az eddigi vizsgálatok eredményei arra utalnak, hogy a gorzsai leletanyagban előforduló csiszolt kőszekők és szerszámkövek nyersanyag-lelőhelyei jó egyezést mutatnak a pattintott kőszekők anyagának forrásterületeivel vagy azok fő irányával (Starnini et al. 2007, 2015, Szakmány et al. 2008).

Irodalmi adatok és terepi bejárások során gyűjtött összehasonlító minták előzetes vizsgálata alapján Szakmány et al. (2008) a csiszolt kőszekő és a szerszámkő leletek kőanyagának jelentős részét a Száva–Vardar Zónából, illetve az Erdélyi-középhegységéből és a hozzá kapcsolódó Maros-völgyből származtatja, amelyet a régészeti leletekhez hasonló összetételű bizonyos vulkanitok, telérokzetek, andezit-, granitoid–metagranitoid– és zöldpala változatok, továbbá törmelékes üledékes kőzetek (elsősorban szürke homokkővek), kloritpala-, amfibolit- és metaultrabázit fészeségek is igazolnak. Az ofiolitos eredetű dolerit-metadolerit változatok a Maros-völgyben és a Vardar-öbven jelentős mennyiségben fordulnak elő, ugyanakkor Szakmány et al. (2008) a Nyugati-Bükk, Szarvaskő környékéről származó eredetet is lehetségesnek tekintik, amelyet azzal is alátámasztanak, hogy mindhárom terület vízi úton könnyen megközelíthető lehetett a neolitikumban, ráadásul

közel azonos távolságra esnek Gorzsától. Szintén Szakmány et al. (2008) a gorzsai kőszekők nyersanyagához hasonló vörös-lila homokkőveket, bazaltokat, savanyú-neutrális telérokzeteket, alkáli gabbró-alkáli dolerit-tefrit-fonolit változatokat mutattak ki a Mecsek-hegységben (T. Biró et al. 2003, Furi et al. 2004, Szakmány et al. 2008). A Banatit-öv környezetében lehetséges forrásként mészszilikát szaruszirt (hornfels) kőzetek fordulnak elő (Szakmány et al. 2016). Gorzsától távoli területek is tekinthetőek lehetséges nyersanyagforrásnak, mint például az andezitek esetében a Börzsöny és a Kárpátaljai Vulkanai Terület, vagy például a kontakt metabázit esetében a Cseh-Masszívum, Želešice, illetve Železný Brod környéke (Jizerské Hory hegység). Sőt egy nagynyomású metaofiolitos kőszekő a Nyugati-Alpok térségéből származtatható (Bendő et al. 2019).

### *A homokkő anyagú szerszámkövek korábbi kutatásainak rövid áttekintése*

Gorzsai késő neolitikus településről előkerült homokkő anyagú szerszámkövek (összesen 370 darab) vizsgálata szintén a 2000-es években indult meg. Szakmány et al. (2008, 2011), valamint Piros (2010) makroszkópos és vékonycsiszolatos polarizációs mikroszkópos petrográfiai módszerekkel hat csoportot különböztettek meg. A két beosztás viszonylag hasonló, de eltéréseket is találunk köztük. Mindkét munkában elkülönítik a vörös homokkő (107 darab, 29%), szürke homokkő (103 darab, 28%), fehér metahomokkő (57 darab, 15%), továbbá a pátos cementtel (74 darab, 20%) rendelkező homokkő változatokat (**2. ábra**).



**2. ábra:** A gorzsai homokkőanyagú szerszámkövek típusonkénti megoszlása

**Fig. 2.:** Sandstone types from Hódmezővásárhely–Gorzsai



Szadmány és munkatársai a szürke homokköveket jól-, illetve rosszul osztályozott típusba sorolták. A vörös homokköveket közettanilag egységesnek tekintették, azonban elkülönítik a „wacke”-t, mint önálló kategóriát. Piros (2010) ezzel szemben a szürke homokköveket egy csoportba, a vöröset pedig kettőbe (vörös-1 és -2, a vulkanit törmelékek gyakorisága alapján) sorolta. Besorolásában nem szerepel a „wacke” változat, illetve elkülönít egy egyedi mintákat (29 darab, 8%) tartalmazó csoportot (2. ábra).

A korábbi kutatások a régészeti anyagok petrográfiai vizsgálatát helyezték előtérbe, a forrásközetek vizsgálatával részleteiben nem foglalkoztak, a nyersanyag származását elsősorban szakirodalmi adatok és leírások alapján próbálták lehatárolni. Szadmány et al. (2008, 2011), továbbá Starnini et al. (2015) nagyrészt csak utalnak a homokkő anyagú eszközökre, ezek részletes leírását egyik publikáció sem tartalmazza. A területről az egyetlen munka, amely a homokkövekkel részletesen foglalkozik Piros (2010) diplomadolgozata. Részletes makroszkópos, valamint polarizációs mikroszkópi megfigyelései mellett néhány mintán elektronmikroszkópos SEM-EDX, valamint röntgen pordiffrakciós (XRD) vizsgálatokat végzett a homokkő leletanyagban.

A Kárpát-Pannon térségben vörös homokkövek számos területen előfordulnak. Az eddigi munkák a szóba jöhető származási területek közül a Mecseket, a Villányi- és a Krassó-Szörényi-hegységet, továbbá az Erdélyi-középhegységet, és a Papuk-hegység északnyugati részét emelik ki (Piros 2010). T. Roth (1888, 1889) a Krassó-Szörényi-hegység Ny-i részén késő-paleozós, vörös színű, helyenként kavicsos, ép földpátokat tartalmazó arkózias homokkőről, míg Pálfy (1897) a Gyalui-havasok nyugati részén késő-paleozós (perm), uralkodóan ibolyás, helyenként vörös színű, finomabb szemcseméretű kvarchomokkőről számol be. Mindkét esetben csupán terepi makroszkópos vizsgálatot végeztek, így nincsenek adatok ezen homokkövek pontos közettani összetételéről.

Piros (2010) a vörös-1-es típus esetében kizárta az erdélyi területekről, valamint a Papuk-hegységből való származást és csak a mecseki perm-triász homokkövek szakirodalomból ismert összetételi adataival hasonlította össze eredményeit, azon belül is a jelentősebb felszíni előfordulásokkal rendelkező Kővágószőlősi és Jakabhegyi Homokkő Formáció anyagával. Mindezt azzal is igazolta, hogy Fazekas (1987) mindkét anyag esetében, nagy mennyiségű (8–39%) vulkanit közettörmelékét írt le. A kimérési eredmények, azon belül is elsősorban a kisebb kvarc-, valamint a jelentősebb káliföldpát-tartalom és a plagioklász megjelenése kizárta a Kővágószőlősi Homokkő Formációt a lehetséges forrásközetek sorából. Ezzel szemben a Jakabhegyi Homokkő Formáció kavicsos homokkő, esetleg

fakó homokkő egységében előforduló homokkövek mikroszkópos vizsgálati eredményei azt mutatják, hogy a törmelékanyag uralkodóan kvarcból (~60–80%), valamint alárendelt mennyiségben káliföldpátból (~15%) és felzites savanyú vulkanit törmelékből (~8–10%) áll. A járulékos elegyrészek között cirkont, turmalint, rutilt és apatitot írtak le. A kimérési eredmények alapján ezt a képződményt tekinti Piros (2010) a vörös-1-es vulkanitos homokkövek legvalószínűbb nyersanyagának.

A vörös-2-es, uralkodóan apró (esetleg finom)–középszemcsés, jól osztályozott homokkövek esetében Piros (2010) szintén felveti a mecseki eredetet, azon belül is a Jakabhegyi Homokkő Formáció fakóvörös homokkő rétegcsoportját (Csicsák & Szadmány 1998). Uralkodóan szögletes, gyengén koptatott kvarcból, káliföldpátból és plagioklászból (nem ritka a szericit pszeudomorfóza) áll, akcesszóriaként cirkont, turmalint (sörl) és rutilt tartalmaz (Csicsák & Szadmány 1998). Lényeges különbség viszont, hogy amíg a gorzai vörös-2-es homokkövekben elenyésző a közettörmelék aránya, vulkanit-szemcsék egyáltalán nem fordulnak elő, addig a Jakabhegyi Homokkő fakóvörös rétegcsoportjába tartozó homokkövekben riolit, írásgránit és metamorf kvarciszemcsék is megjelennek. Ezért a csoport mecseki eredete csak jelentős bizonytalansággal valószínűsíthető. Piros (2010) az ugyanebbe a csoportba sorolt nagyszemcsés, nagyon érett kvarchomokkőből készült kőeszközök (pl. GOR-653, GOR-762) esetében említés szintjén egyéb forráslehetőségeket is felvet, mint például a Papuk-hegység permotriász sziliciklasztos sorozatát, a mecseki miocén Szászvári Formáció és a Pesti-síkság, pleisztocén Pestvidéki Kavics Formáció kavicsanyagát is.

Megjegyzésként említjük, hogy az eddigi szakirodalmak a vörös homokköveken kívül a szürke homokkövek forrásául az Erdélyi-középhegységben előforduló felső-kréta Gosau-típusú törmelékes sorozat közeteit (Alsó-Gosau-alegység) (Schuller & Frisch 2003, 2006, Piros 2010), a fehér metahomokkövek forrásául a Béli-hegységet (Csontháza környékét: Pethő 1889, 1895, Piros 2010), míg a karbonátos kötőanyagúak forrásául a Zarándi-hegység déli részét (Szentágh 1890, Piros 2010) valószínűsítik.

### *Vizsgálati módszerek*

Munkánkban a gorzai vörös homokkövek petrográfiai alapokon nyugvó típusait és legfontosabb elkülönítő bélyegeit mutatjuk be. A kutatásunk tárgyát képező minták a legutóbbi, Horváth Ferenc által 1978–1996 között vezetett (Horváth 2005) ásatásból származnak.

A vörös homokkő anyagú szerszámkő mintákat azok részletes makroszkópos leírása után típusokba soroltuk. A további részletes vizsgálatokat az egyes

csoportok reprezentatív, lehető legüdebb példányaiból végeztük. A mikroszkópos vizsgálatokhoz összesen 33 mintát választottunk ki, amelyekből vékonycsiszolatok készültek. Ezeket Nikon OPTIPHOT2-POL típusú polarizációs mikroszkóppal vizsgáltuk. Az eljárás során a leletek ásványos összetételét, szövetét, a törmelékes elegyrészek arányát pontszámálással (Gazzi–Dickinson kimérés), területi kiméréssel határoztuk meg (Chayes 1956; Dickinson 1970; Dickinson & Suczek 1979). Mivel a jövőben a homokkövekben előforduló nehézasványok vizsgálatával kiemelten szeretnénk foglalkozni, a kutatás ezen szakaszában is nagy figyelmet fordítottunk ezekre az elegyrészekre.

### Eredmények

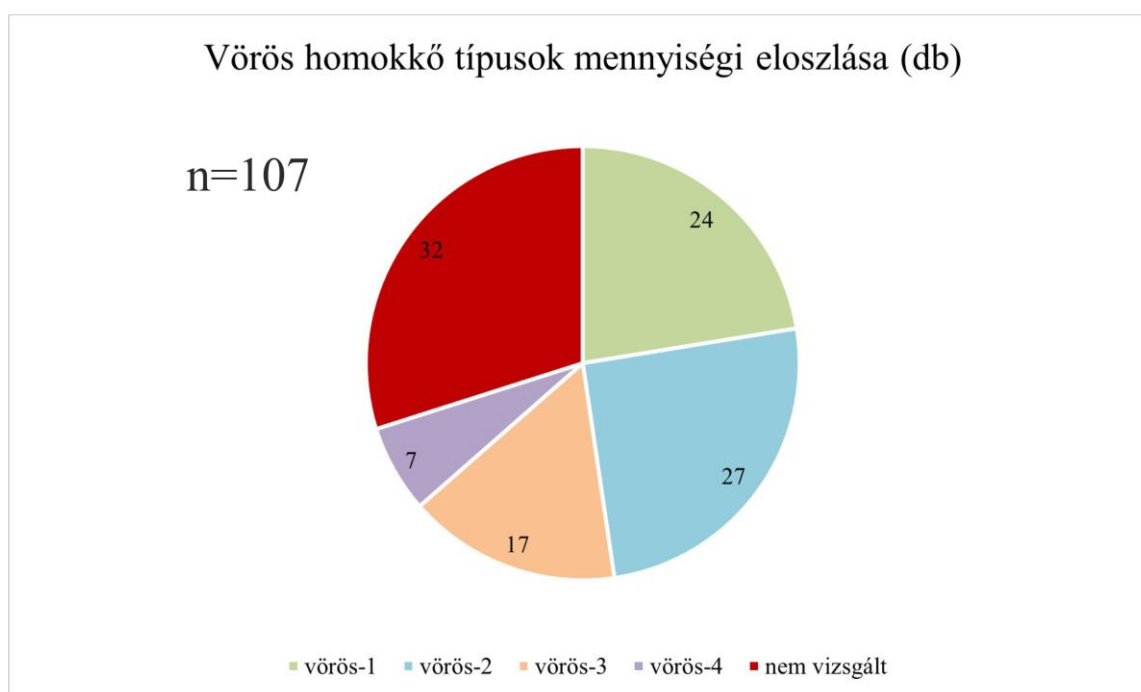
Munkánkban revideáltuk a korábbi munkák eredményeit és összesen 4 vörös homokkő típust különítettünk el (**3. ábra**). A kördiagramon a típusok mellett elkülöníthető egy nem vizsgált csoport. Ide azok a minták tartoznak, amelyek részletes vizsgálata nem valósult meg, továbbá Piros 2010-es besorolásában sem szerepelnek, így nincs kiindulási pontunk sem a típusokkal kapcsolatban. A makroszkópos, valamint a mikroszkópos vizsgálatok eredményeit (**I. melléklet**) típusonként tárgyaljuk.

### Vörös-1 (24 darab, 22%)

A típus fő jellemzője a viszonylag gyenge osztályozottság és a makroszkóposan megfigyelhető vulkanit kavicsok. Összesen 14 darab homokkővet soroltuk ide, mikroszkópos vizsgálatok alapján – GOR-76, 129-134 (összeilleszhető darabok), 177, 200, 270, 311, 374, 529, 592, 595, 732, 778, 850, 932 – továbbá 10 darabot – GOR-8, 83, 104, 408, 410, 456, 478, 479, 756, 849 – makroszkópos megfigyelések alapján (**II. melléklet**).

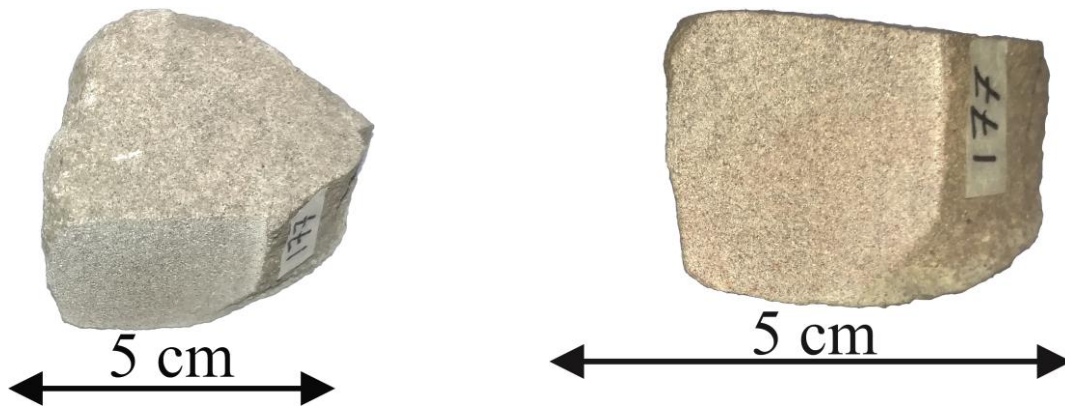
### Makroszkópos jellemzők

Szabad szemmel történt megfigyelések alapján meglehetősen homogén összetétellel jellemezhetőek, egymáshoz nagyon hasonló a megjelenésük, csupán szemcseméretük tekintetében figyelhetünk meg némi eltérést. Elkülönítettünk egy finomabb – (apró-középszemcsés, összesen három minta; **4. ábra**), valamint egy durvább szemcsés (nagy-durvaszemcsés, finomkavicsos, tizenegy minta; **5. ábra**) változatot. A csoportra általában jellemző a szürkéslila–szürkésvörös szín, továbbá a közepes–gyenge osztályozottság. Elsősorban kvarcból állnak, valamint főleg a durvaszemcsés változatok esetében finom kavics méretű közettörmeléseket is megfigyelhetünk, fehér, szürkésfehér színű kvarcit, valamint vörös színű, feltehetőleg vulkanit szemcséket. A kvarcsemmék általában jól koptatottak.



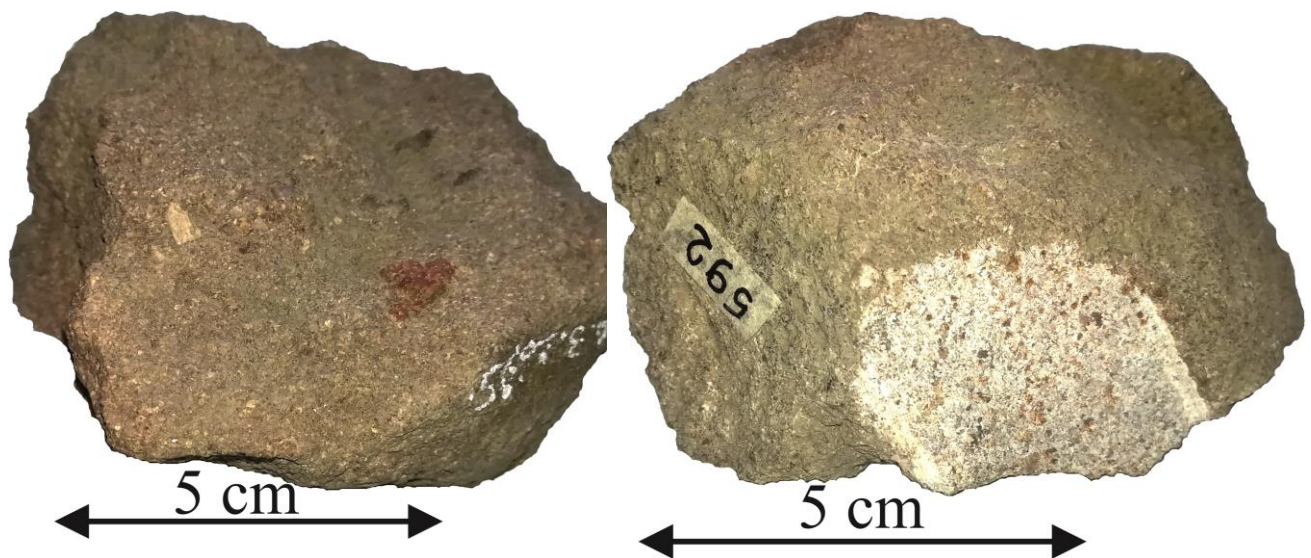
**3. ábra:** A vörös homokkövek típusainak mennyiségi eloszlása

**Fig. 3.:** Quantitative distribution of red sandstone types



**4. ábra:** GOR–177, finomabb szemcsés homokkő típus

**Fig. 4.:** Sample GOR–177, finer grain sandstone type



**5. ábra:** GOR–592, durvább szemcsés homokkő típus

**Fig. 5.:** Sample GOR–592, coarser grain sandstone type

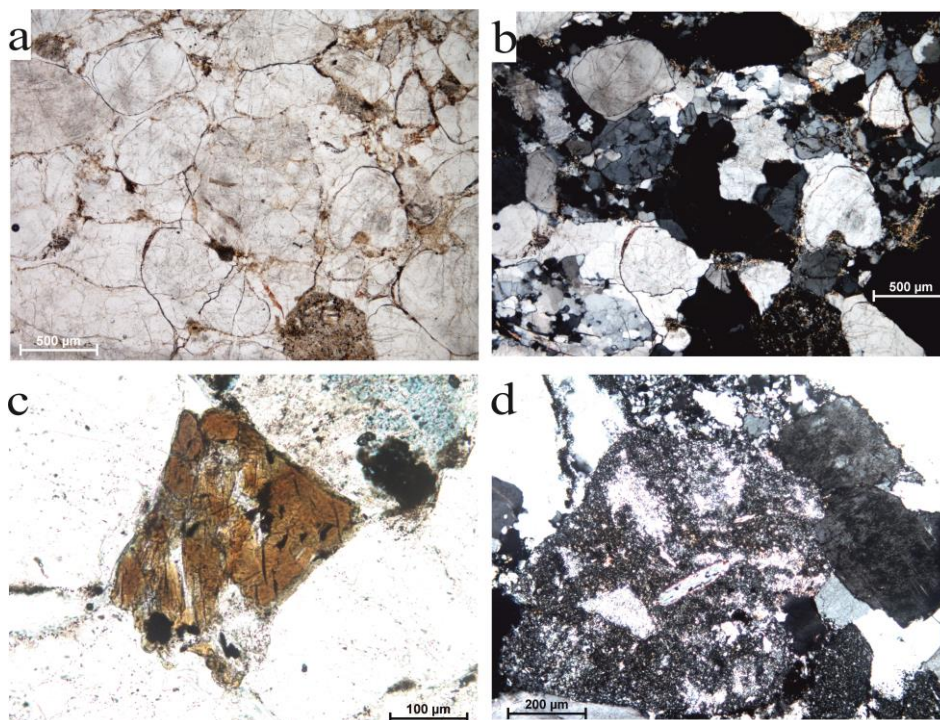
#### *Polarizációs mikroszkópi jellemzők*

A minták átlagosan 83%-ban szemcsékből (Q = kvarc – 66,1%, F = földpát – 6,8%, R = közettörmelék – 10,3%), 13%-ban, elsősorban kovás cementből és 3%-ban pórusból állnak. Mátrix nem figyelhető meg (**I. melléklet**). A csoport általános jellemzője, a közepes–gyenge osztályozottság, ez alól egyetlen minta képez kivételt, a GOR–177, ez a többinél jobban osztályozott. Mindegyik leltre igaz, hogy homogén, nem mutat rétegzettséget. A szemcsék eredetileg jól koptatottak, érintkezésük pontszerű. A szemcse összenövés és vonal menti érintkezések az utólagos szintaxiális kovás továbbnövekedés (**6a-b ábra**) eredményei, amit a zárványsorok megszakadása, opakásványok és elvértve szericit–nontronit jelez. Utólagos deformációra utaló bélyegek: repedezett szemcsék, a kisebb ellenálló képességű vulkanit törmelékek

elnyesődése, szétkenődése. Szericites pszeudomátrix és némi póruster is előfordul.

A kvarc elsősorban polikristályos (a kvarcsemmék ~80%-át, a teljes térfogat 54%-át alkotja), szemcséi hullámos kioltásúak, szuturás szemcsehatárokkal érintkeznek. Mellette kisebb mennyiségben monokristályos változatban (kvarcsemmék ~20%-a, teljes térfogat 11%-a) is előfordul. Zárvánként opak ásványt, biotitot, cirkont, apatitot és zöldesbarna turmalint tartalmaznak.

A csoport legfontosabb bélyege a nagy mennyiségű savanyú vulkáni eredetű közettörmelék (**6d ábra**), amelynek szemcséi nagy méretű (100–200  $\mu\text{m}$ ), szögletes fenokristályokból és a köztük lévő finomszemcsés vulkáni alapanyagból állnak. Az egykori horzsakövek, üvegszilánkok, szferolitok és axiolitok piroklasztit eredetet jeleznek.



**6. ábra:** A vörös-1 típus polarizációs mikroszkópi képe. a) szöveti kép (1 nikol) (GOR-374); b) ld. mint a) (keresztvezetett nikolok) (GOR-374); c) barna turmalin (1 nikol) (GOR-732); d) vulkanit szemcse (keresztvezetett nikolok) (GOR-76)

**Fig. 6.:** Polarizing microscope image of red-1 type. a) fabric image (plane-polarized light) (GOR-374); b) as a) (cross-polarized light) (GOR-374); c) brown tourmaline (plane-polarized light) (GOR-732); d) vulcanite grain (cross-polarized light) (GOR-76)

Ritkán felzites szövetű, valamint intergranuláris szövetű, egykori piroxén utáni csillám-pseudomorfozát tartalmazó, bázisos összetételű vulkanit változatok is előfordulnak. A vulkanit szemcsék mellett kisebb mennyiségben mélyégi magmás és metamorf eredetű kvarcit, homokkő-meta homokkő, fillit, ritkán granitoid és gneisz törmelékei is láthatóak.

A földpát (káli-földpát >> plagioklász) általában üde, félig sajátalakú ortoklász, ritkán keresztikerrácsos mikroklin (együttesen a földpátszemcsék 84%-át teszik ki) és szericitesedő plagioklász (a földpátszemcsék 16%-át alkotja) is megjelenik. Gyúrt muszkovit és kevés biotit előfordul. A földpáttartalom alapján a típust két altípusra (vörös-1a és vörös-1b, amelyek közül ez utóbbi földpátban gazdagabb) osztottuk fel, amelyek minden más tulajdonságukban hasonlítanak egymásra.

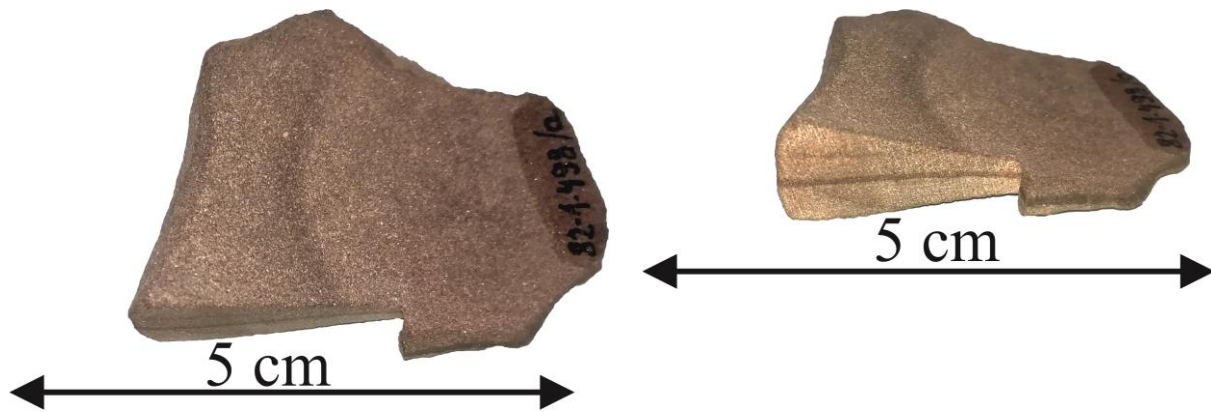
Az akcesszóriák nagyon kis mennyiségűek: nem sajátalakú titanit és rutil, félig sajátalakú cirkon és barna-zöldesbarna, ritkán sárgás barna turmalin (**6c ábra**). Előfordulnak opakásványból és limonitból álló halmazok is.

#### 4.2. Vörös-2 (27 darab, 25%)

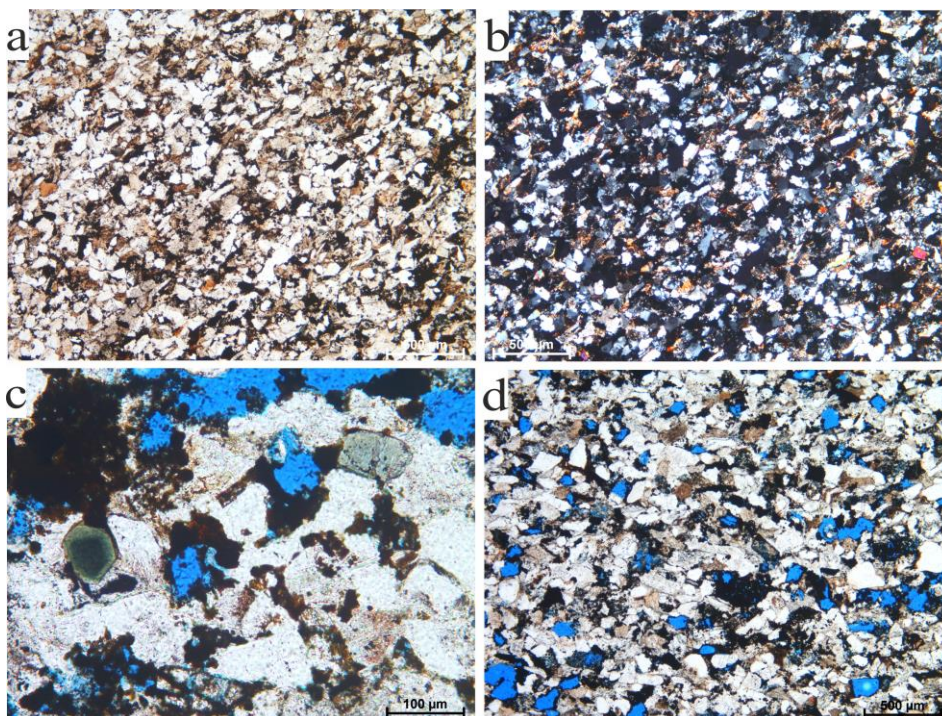
Összesen 11 darab homokkővet soroltuk ide, mikroszkópos vizsgálatok alapján – GOR-9, 80 és 549 (összeilleszhető darabok), 92, 112, 271, 320, 331, 638, 731, 826 és 854 (összeilleszhető darabok), 972 –, továbbá 16 darabot – GOR-1, 41, 58, 142, 314, 319, 410, 449, 510, 557, 685, 742, 880, 914, 917, 980 – makroszkópos megfigyelések alapján (**III. melléklet**).

##### *Makroszkópos jellemzők*

A típus fő jellemzője a finom szemcseméret és a viszonylag jó osztályozottság, valamint a rétegzettség jelenléte és a pórusok nagyobb száma. Általában lila-szürkés lila, vörös, barnászöld, kissé sárgás-sárgásbarna színű, jól osztályozott finom-középszemcsés, erősen porózus, kissé rétegzett homokkövek (**7. ábra**). Fő alkotói a kvarc és a csillámok (elsősorban muszkovit). A minták többsége ezen felül rétegzettséget is mutat. A kvarcsemmek általában szögletesek, gyengén koptatottak.



**7. ábra:** GOR–112-es vörös–2-es típusú finom–aprószemcsés homokkő  
**Fig. 7.:** Sample GOR–112, red type–2, very fine–fine grained sandstone



**8. ábra:** A vörös–2 típus polarizációs mikroszkópi képe. a) szöveti kép (1 nikol) (GOR–271); b) Id. mint a) (keresztezett nikolok) (GOR–271); c) színzónás, zöld turmalin (1 nikol) (GOR–92); d) jelentős porozitás (1 nikol) (GOR–92)

**Fig. 8.:** Polarizing microscope image of red type–2. a) fabric image (plane-polarized light) (GOR–271); b) as a) (cross-polarized light) (GOR–271); c) color-zone green tourmaline (plane-polarized light) (GOR–92); d) significant porosity (plane-polarized light) (GOR–92)

#### *Polarizációs mikroszkópi jellemzők*

A minták átlagosan 64%-ban szemcsékből (Q = kvarc – 54,1%, F = földpát – 1,3%, R = közettörmelék – 2%), 29%-ban, elsősorban kovás cementből és 5%-ban porusból állnak. Mátrix nem figyelhető meg (**I. melléklet**). A csoport fontos jellemzői a nagymértékű porozitás (**8d ábra**), a jó osztályozottság és a viszonylag finom szemcseméret (**8a-b ábra**). A szemcsék eredetileg

gyengén koptatottak, érintkezésük pontszerű. A szemcse összenövések és vonal menti érintkezések az utólagos szintaxiális kovás tovább növekedés eredményei. Emellett szericites, limonitos és karbonátos cement is előfordul. Kompakcióra utal a rideg viselkedésű, repedezett kvarcsemmén meghajló csillám és a töredezett kova törmelékek. A szemcsék szegélyén lévő kovás ránövekedés külső határán vékony szericite film látható.

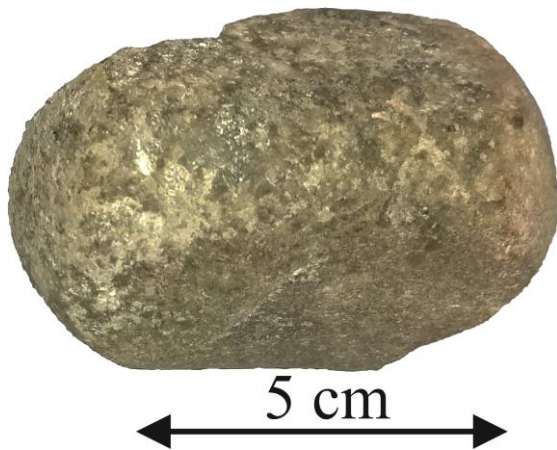
A kvarc főként monokristályos (a kvarc szemcsék 90%-át, míg a teljes térfogat 48%-át alkotja), enyhén hullámos kioltású. A polikristályos kvarc (kvarcok 10%-a, teljes térfogat 6%-a) szuturás szemcsehatárokkal rendelkezik. Zárványként szericit–muszkovit, biotit, ritkán cirkon, apatit és zöld turmalin látható.

A csoport egyik sajátossága a csillámok dúsulása. Hullámos megjelenésűek, irányítottak, elsősorban muszkovit, kevesebb üde biotit fordul elő. A karbonát egyedi szemcsék formájában, valamint egykori földpát és vulkanit átalakulási termékeként is előfordul.

A földpát (plagioklász>>káliföldpát) erősen átalakult, szericitesedett, karbonátosodott. Ritkán üde, poliszintetikus ikerlemezes, illetve keresztikercsés.

A közettörmelék finom szemcsés metamorfitek (fillit, kvarcit, metaaleurolit, metahomokkő) és ritkábban savanyú vulkanitok képviselik, utóbbi mikrokristályos kvarc alapanyagú, ritkán felzites szövettű.

A nehézasványok mennyisége nagy. Leggyakoribb a félig sajátalakú, olajzöld–világoszöld (**8c ábra**), ritkán sárgásbarna turmalin, a cirkon és az apatit, valamint a nem sajátalakú rutil és titanit. Sok négyzet alakú opak ásvány (pirit vagy magnetit) látható.



**9. ábra:** GOR–531, finomabb szemcsés homokkő típus  
**Fig. 9.:** Sample GOR–531, finer grain sandstone type

#### *Polarizációs mikroszkópi jellemzők*

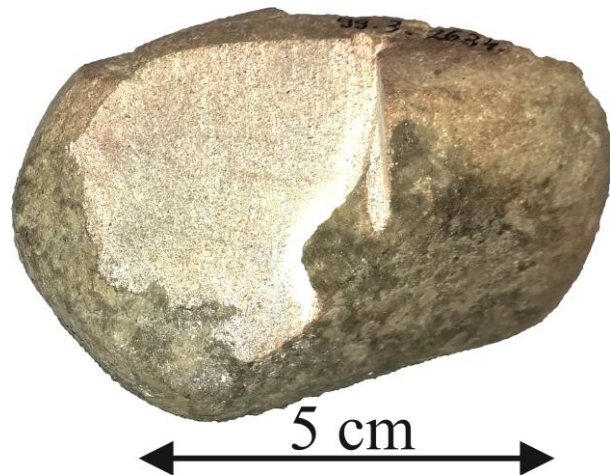
A minták átlagosan 89%-ban szemcsékből (Q = kvarc – 83,9%, F = földpát – 3,8%, R = közettörmelék – 1,2%), 11%-ban, elsősorban kovás cementből és 0,2%-ban pórusból állnak. Mátrix nem figyelhető meg (**I. melléklet**). A szemcsék

#### **Vörös–3 (17 darab, 16%)**

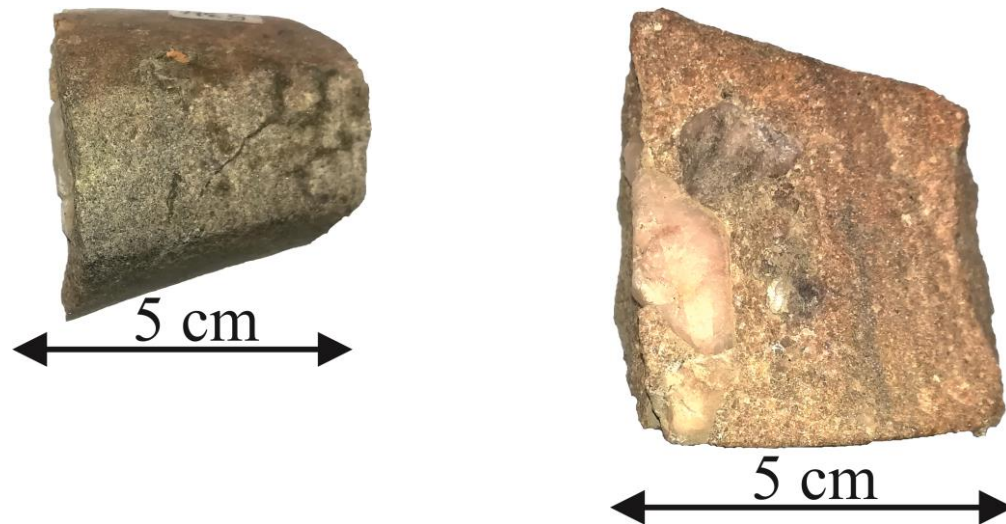
Összesen 6 darab homokkővet soroltuk ide, mikroszkópos vizsgálatok alapján – GOR–90, 261, 531, 534, 653, 762 –, továbbá 11 darabot – GOR–10, 151, 235, 257, 297, 435, 618, 662, 687, 750, 963 – makroszkópos megfigyelések alapján (**IV. melléklet**).

#### *Makroszkópos jellemzők*

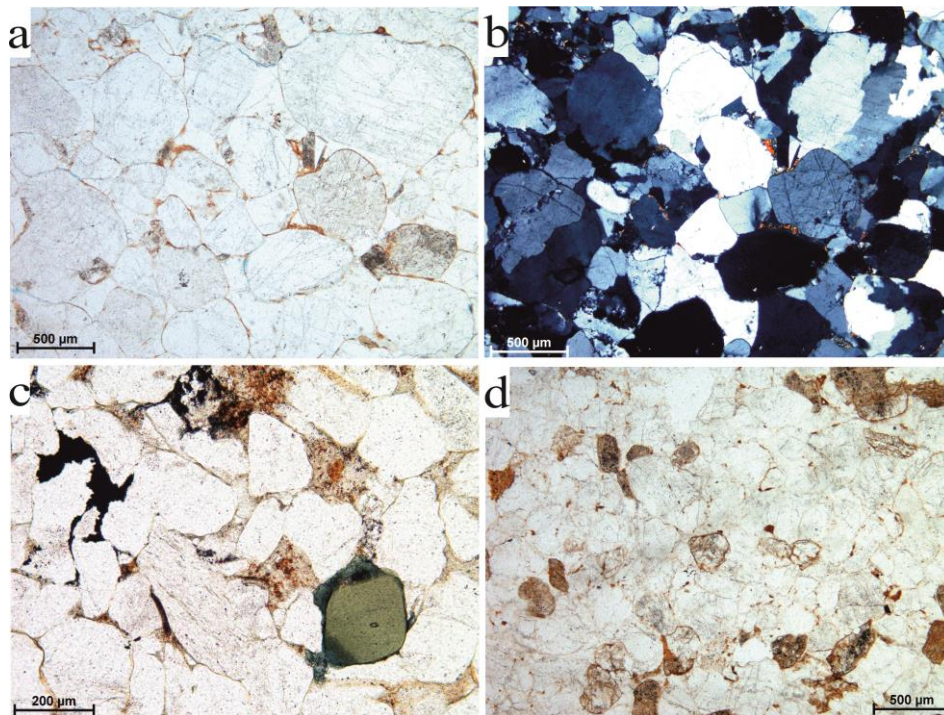
A típus fő jellemzője a tömött szövet, a pórusok, valamint a savanyú vulkáni eredetű szemcsék csaknem teljes hiánya, továbbá, hogy az eszközök jelentős része kavics eredetűnek tűnik. A csoport az ide tartozó minták összetételét tekintve, szinte teljesen homogén. Színük vörös, lilásvörös, szürkés vörös, osztályozottságuk változatos, uralkodóan az apró–középszemcséstől (**9. ábra**) a nagy–durvaszemcsésig terjed (**10. ábra**). A finomabb szemcsés leletek általában jól-, míg a durva szemcsés leletek gyengén osztályozottak. Rendkívül tömött szövet jellemzi őket, amely az összetétel mellett fontos elkülönítő bélyeg. Leggyakoribb közetalkotó elegyrészüket az általában jól koptatott kvarc. Az előző két típushoz képest nagyobb mennyiségű földpátot tartalmaznak, amely igen kisméretű, azonban általában viszonylag üde. Emellett kisebb mennyiségű csillám (elsősorban muszkovit), valamint a durvaszemcsés változatokban akár szürke, fehéres szürke kvarcit is megfigyelhető.



eredetileg jól koptatottak, pontszerűen érintkeznek. A szemcse összenövések és vonal menti érintkezések az utólagos szintaxiális kovás továbbnövekedés (**11a-b ábra**) eredményei, amelyeket zárványsor és szericit–nontronit rajzol ki.



**10. ábra:** GOR–534, durvább szemcsés homokkő típus  
**Fig. 10.:** Sample GOR–534, coarser grain sandstone type



**11. ábra:** A vörös–3 típus polarizációs mikroszkópi képe. a) szöveti kép (1 nikol) (GOR–261); b) ld. mint a) (keresztezett nikolok) (GOR–261); c) színzónás, zöld peremű, zöldesbarna magú turmalin (1 nikol) (GOR–534); d) jelentős földpáttartalom (érdesebb felszín) (1 nikol) (GOR–90)

**Fig. 11.:** Polarizing microscope image of red type–3. a) fabric image (plane-polarized light) (GOR–261); b) as a) (cross-polarized light) (GOR–261); c) color-zone, green edged, greenish–brown-core tourmaline (plane-polarized light) (GOR–534); d) significant feldspar content (rougher surface) (plane-polarized light) (GOR–90)

Utóbbi ásványok a szemcséközi térben finomszemcsés halmazok, pseudo-mátrix formájában is megjelennek. Nagyon kevés a pórustér. A szemcsék körül szericit film látható. A maradéktérben limonit és szétnyomódott vulkanit szemcsék fordulnak elő. A kvarcsemmekben futó

repedések, deformációs lamellák, alszemcsék, valamint a plagioklász szemcsék elnyírt poliszintetikus ikerlemezei kompakcióra utalnak. A kvarc általában monokristályos (a kvarcsemmcsék ~70%-át, a teljes térfogat 59%-át alkotja), kissé hullámos kioltású. A polikristályos kvarcban

(kvarcsejtszemcsék ~30%-a, a teljes térfogat 24%-a) a szemcsehatárok szaturásak. Zárványként sajátalakú cirkon és apatit, szericit–muskovit, zöldesbarna biotit, limonitosodó opakásvány figyelhető meg.

A földpát (káli-földpát >> plagioklász) általában üde, pertitesedő ortoklász, ritkán kereszt-ikerrácsos mikroklin (együttesen a földpát szemcsék 75%-át teszik ki), kevés plagioklász is előfordulhat (a földpátsejtszemcsék 25%-át alkotják). Az eddigi típusokhoz képest ezek viszonylag jelentős mennyiséget képviselnek (11d ábra). A közettörmelék elsősorban kvarcitból és savanyú vulkáni eredetű törmelékekből állnak, ritkán metaüledékes eredetű szemcsék is megjelennek. A savanyú vulkanitok jól koptatott, illetve a maradék térben kilapult formában jelennek meg. Porfíros, holokristályos és felzites szövetűek, nincsenek szferolitos, axiolitos és átkristályosodott horzsaköveket tartalmazó típusok. Mellettük muszkovit és kifakult, illetve kloritosodó biotit jelenik meg.

A nehézasványok mennyisége közepes, a vörös–1 és –2 típus közötti. Gyakori a félig sajátalakú, zöld, ritkán sárgásbarna turmalin (11c ábra), a cirkon és a rutil, valamint a nem sajátalakú titanit.

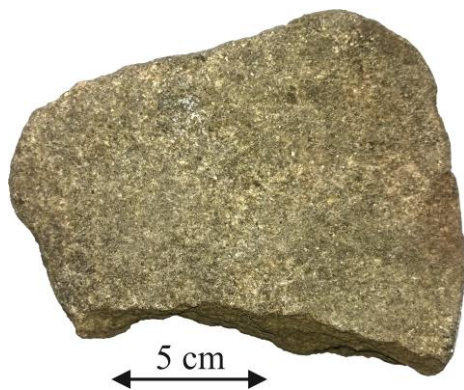
Limonitosodó, négyzet alakú opakásvány (pirit vagy magnetit) is látható.

#### 4.4. Vörös–4 (7 darab, 7%)

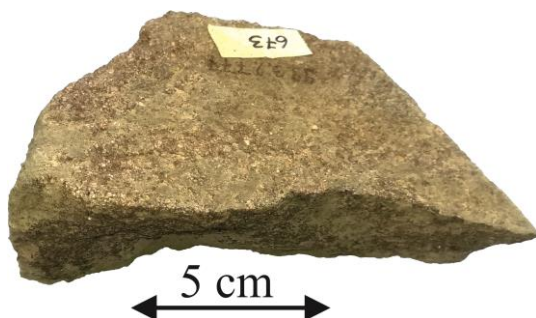
Összesen 2 darab homokkővet soroltunk ide, mikroszkópos vizsgálatok alapján – GOR–349 és 673 –, továbbá 5 darabot – GOR–60, 159, 203, 476, 863 – makroszkópos megfigyelések alapján (V. melléklet).

##### Makroszkópos jellemzők

A típus fő jellemzője a szabad szemmel megfigyelhető vöröses szürke, vagy szürkés vörös szín, amely alapján akár a vörös és a szürke homokkő típusok közötti átmenetnek is tekinthetőek. Fontos megkülönböztető bélyegük még a tömött szövet, valamint a metaüledékes eredetű és a gránátsejtszemcsék feldúsulása is. Vörösseszürke, közepesen osztályozott, nagy–durva, helyenként középszemcsés homokkő (12. és 13. ábra). Szabad szemmel hasonlóak, homogén összetételűnek mondhatók. Fő alkotójuk a kvarc, amely jól koptatott. Mellette viszonylag sok földpát (a hármas típusban előfordulóhoz hasonló), továbbá kevés csillám (elsősorban muszkovit) jelenik meg.



12. ábra: GOR–349 minta makroszkópos képe  
Fig. 12.: Macroscopic image of sample GOR–349



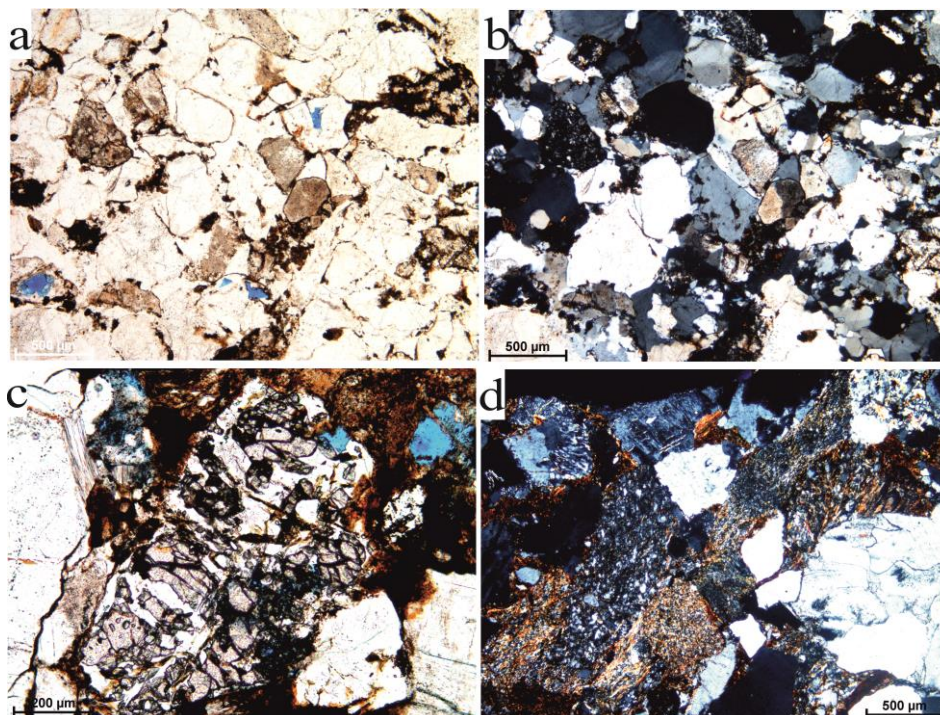
13. ábra: GOR–673-as minta makroszkópos képe  
Fig. 13.: Macroscopic image of sample GOR–673



*Polarizációs mikroszkópi jellemzők*

A minták átlagosan 80%-ban szemcsékből (Q = kvarc – 55,2%, F = földpát – 8,8%, R = közettörmelék – 14,9%), 17%-ban, elsősorban kovás cementből és 2%-ban pórusból állnak. Mátix kis mennyiségben szintén megjelenhet, maximum 0,8%-ban (**I. melléklet**). A szemcsék eredetileg közepesen koptatottak, pontszerűen érintkeznek egymással. Körülöttük kovás és albitos, ritkán

karbonát cement jelenik meg. A szintaxiális kovás továbbnövekedést nontronit, opakásvány és folyadékzárványok rajzolják ki. A maradék térben szericit–nontronit pszeudomátrix és limonit látható (**14a-b ábra**). Kevésbé porózus, kismértékű kompaktió érte a kőzetet, ezt a szétesett földpát és vulkanit szemcsék, valamint a földpát hajlott, nyírt ikerlemezei jelzik. A szemcsék körül szericit film is megjelenhet, de a szericit nem ritka átalakulási termékként sem.



**14. ábra:** A vörös-4 típus polarizációs mikroszkópi képe. a) szöveti kép (1 nikol) (GOR-349); b) ld. mint a) (keresztezett nikolok) (GOR-349); c) gránát töredék (1 nikol) (GOR-673); d) Metaüledékes, valamint fillit szemcsék dúsulása (keresztezett nikolok) (GOR-673)

**Fig. 14.:** Polarizing microscope image of red type-4. a) fabric image (plane-polarized light) (GOR-349); b) as a) (cross-polarized light) (GOR-349); c) garnet fragment (plane-polarized light) (GOR-673); d) enrichment of metasediment and phyllite grains (cross-polarized light) (GOR-673)

A kvarc általában monokristályos (a kvarcsemmcsék ~70%-át, a teljes térfogat 40%-át alkotja), hullámos kioltású, gyakran deformációs lamellákat tartalmaz. A polikristályos változat (kvarcsemmcsék ~30%-a, a teljes térfogat 15%-a) szuturás szemcsehatárokkal rendelkezik. Zárványként muszkovit, biotit, félig sajtalakú–sajtalakú cirkon és apatit jelenik meg.

A földpátokon belül (plagioklász>>káliföldpát) a sűrűn ikerlemezes és változó mértékben szericitesedő plagioklász dominál (a földpát szemcsék 75%-át alkotják). A káliföldpát (a földpát szemcsék 25%-a) helyenként karbonátosodik. A közettörmelékek üledékes–metaüledékes, kis és közepes fokú metamorfit (**14d ábra**) és granitoid eredetűek. Ritkán savanyú és neutrális–bázisos

vulkanit-, feltépett agyag–aleurolit- és homokkő lencsék anyagából álló, illetve rombusz alakú dolomit egykristályból felépülő karbonát törmelék szemcsék is előfordulnak. A csillámok mennyisége kicsi, muszkovit, ritkán biotit fordul elő.

Nehézszványokban szegényebb, mint a többi csoport, nem sajtalakú titanit és rutil, ritkán félig sajtalakú, barna–sárgásbarna, zöld turmalin, szabálytalan megjelenésű opakásvány (ilmenit) is előfordul. Kis mennyiségben kvarccal és muszkovittal társuló töredezett gránátsemmcsék is láthatóak (**14c ábra**). A vörös homokkő típusok mikroszkópos bélyegeinek összefoglalását az **1. táblázat** mutatja be.

**1. táblázat:** A gorzai vörös homokkő anyagú szerszámkövek típusainak összehasonlítása, a polarizációs mikroszkópban megfigyelt tulajdonságaik alapján. Rövidítések: +—előfordul, ++—gyakori, +++—nagyon gyakori, Qp—polikristályos kvarc, Qm—monokristályos kvarc, Kfp—káliföldpát, Plag—plagioklász

**Table 1:** Comparison of Gorzsa red sandstone groundstones types based on their properties observed in a polarizing microscope. Abbreviations: +—presence, ++—common, +++—very common, Qp—polycrystalline quartz, Qm—monocrystalline quartz, Kfp—K-feldspar, Plag—plagioclase

Általános szöveti bélyegek és a fő detritális alkotók	1-es típus (n=24)	2-es típus (n=27)	3-as típus (n=17)	4-es típus (n=7)
Szemcseméret	<i>Nagy-durva</i>	<i>Finom-közép</i>	<i>Közép-nagy</i>	<i>Nagy-durva</i>
Osztályozottság	<i>Közepes-gyenge</i>	<i>Jó</i>	<i>Közepes-jó</i>	<i>Közepes</i>
Koptatottság	<i>Jó</i>	<i>Gyenge</i>	<i>Jó</i>	<i>Közepes</i>
Cement	<i>Kova (szericit)</i>	<i>Kova, szericit, limonit, karbonát</i>	<i>Kova, limonit (szericit-nontronit)</i>	<i>Kova, albit, karbonát, limonit (szericit-nontronit)</i>
Kvarc	<i>Qp &gt;&gt; Qm</i>	<i>Qm &gt;&gt; Qp</i>	<i>Qm &gt;&gt; Qp</i>	<i>Qm &gt;&gt; Qp</i>
Földpát	<i>Kfp &gt;&gt; Pl</i>	<i>Pl &gt;&gt; Kfp</i>	<i>Kfp &gt;&gt; Pl</i>	<i>Pl &gt;&gt; Kfp</i>
Csillám	+	+++	+	+
Vulkanit	+++	+	+	+
Metamorfi-metaüledék		+	+	+++
Granitoid				++

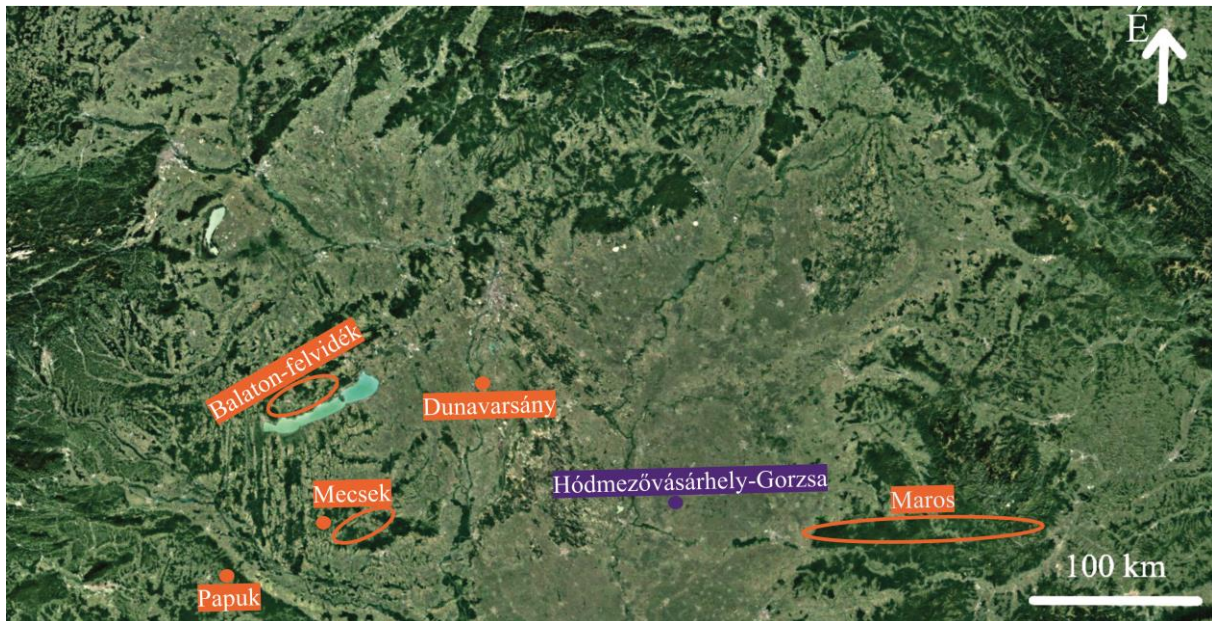
Nehézásványok	1-es típus (n=24)	2-es típus (n=27)	3-as típus (n=17)	4-es típus (n=7)
Turmalin	+ ( <i>sárgás barna</i> )	+++ <i>zöld és barna</i>	++ ( <i>zöldes barna</i> )	++ <i>barna és zöld</i>
Cirkon	+	++	+	
Apatit		+		
Rutil	+	+	+	++
Titanit	+	+	+	++
Gránát				++

### A Kárpát–Pannon térség vörös homokkövei

A Kárpát–Pannon térség területén számos homokkő előfordulás található, ugyanakkor ezek között viszonylag kevés vörös színű változatot találunk. A lehetséges nyersanyag lelőhelyek kiválasztásánál figyelembe vettük a vörös homokkövek korábbi vizsgálati eredményeit, valamint a régészeti lelőhelyről származó csiszolt- és pattintott kőszekőzök nyersanyagainak eddig ismert származási helyeit. Összesen öt terület (**15. ábra**) hat képződményének vörös homokkő anyagát tekintettük át. A Mecsek-hegységben kétféle képződményt is megvizsgáltunk.

### A Maros–völgy pleisztocén vörös homokkő kavicsainak makroszkópos és polarizációs mikroszkópi jellemzői

A Maros–völgyének pleisztocén kavicsanyaga a csiszolt kőszekőzökkel foglalkozó korábbi publikációk (Szakmány et al. 2008) eredményei alapján merült fel, mint lehetséges nyersanyag forrás és egyben ez esik a legközelebb a vizsgált nyersanyag típusok közül Gorzsa-hoz (**15. ábra**). A kavicsokat a Maros folyó mederanyagából gyűjtöttük be, amelyek között tömött szövetű vörös színű homokkő változatok is előfordulnak. Összesen 24 darab kavics makroszkópos, valamint vékonycsiszolatos vizsgálatát végeztük el, két nagy



**15. ábra:** A lehetséges vörös homokkő nyersanyag lelőhelyek (narancssárga) és a gorzsai tell (lila) elhelyezkedése  
**Fig. 15.:** Possible red sandstone raw material sources (orange) and the location of tell Gorzsa (purple)

csoportot alakítottunk ki (vörös-I és -II), elsősorban, elsősorban a kvarc-, valamint a földpát szemcsék mennyiségi arányait figyelembe véve. Az első csoportban a kvarc dominál (Q = kvarc – 87%, F = földpát – 0,1%, R = közettörmelék – 1,6%), ezen belül a diagenetikus folyamatok, valamint a koptatottság alapján három alcsoportot különböztettünk meg (Ia, Ib, Ic). A második, ún. „földpátos” (Q = kvarc – 75%, F = földpát – 7%, R = közettörmelék – 3%) csoport koptatottsága, valamint az őket ért utólagos diagenetikus folyamatok szempontjából homogén volt, ezért altípusokat külön nem jelöltünk ki.

A teljes anyagot tekintve szemcseméret alapján elkülönítettünk egy apró-közép, valamint egy nagyszemcsés változatot, ez utóbbi esetenként finomszemű (pl. kvarcit, savanyú vulkanit) kavicsokat is tartalmaz. Szemcseméret eloszlásukat és összetételüket tekintve általában homogének, azonban egyes minták esetében akár enyhe rétegzés is megjelenhet. A minták átlagosan 85–88%-ban szemcsékből, 11–14%-ban elsősorban kovás cementből és 0,4–1%-ban pórusból állnak. Mátrix nem figyelhető meg. A szemcsék általában jól koptatottak, amely körül változó vastagságú szintaxiális kovás ránövedekés figyelhető meg. A szemcsék körvonalát utólagosan keletkezett limonit–nontronit, esetenként opakásvány burkolja. Nem ritkán szétpréselődött vulkanit szemcséket is láthatunk, amely bélyeg a kompaktáció hatásának tulajdonítható. Mértéke erősen változó, amely összefüggésben áll a kovás ránövedekés vastagságával is. A szemcsék közötti térben lokálisan szericit–nontronit halmazok figyelhetőek meg, amelyek egykori, kisebb ellenálló képességű kőzet-

vagy ásványtöredékek szétnyomódásával jöhettek létre, ezáltal pszeudomátrixot képezve.

A leggyakoribb elegyrész a monokristályos kvarc (a kvarc szemcsék 70%-át, a teljes térfogat 53–58%-át alkotja), amely általában nem zárványos, kissé hullámos kioltású, akár deformációs lamellákat és alszemcséket is tartalmazhat. Mellette kisebb mennyiségben polikristályos változat (a kvarc szemcsék 30%-a, a teljes térfogat 22–28%-a) is megjelenik. A földpát szemcséken (káli-földpát >> plagioklász) belül a káli-földpát dominál (a földpát szemcsék 97–99%-a), mellette kevés plagioklász (a földpát szemcsék 1–3%-a) is előfordulhat. A földpát szemcsék változó mennyiségben jelennek meg, általános jellemzőjük, hogy üdék, vagy csak gyengén átalakultak. Az ásványtöredékek mellett kvarcit, savanyú vulkanit, valamint nagyon ritkán metaüledékes közettörmelék szemcsék is előfordulnak. Nagyon kis mennyiségű muszkovit, valamint kifakult biotit is megjelenik. Általában kevés akcesszórius elegyrészt, elsősorban félig sajátalakú, jól koptatott, zöld, kékeszöld, sárgászöld színű turmalint, nem sajátalakú, szabálytalan megjelenésű opakásványt, továbbá jól koptatott zömök megjelenésű szintelen cirkont tartalmaznak. Előfordul még nem sajátalakú vörösbarna, vagy sárga, szintelen rutil, illetve titanit is.

#### **A Mecsek-hegység miocén konglomerátum összelete (Szászvári Formáció) vörös homokkő kavicsainak makroszkópos és polarizációs mikroszkópi jellemzői**

A Nyugat-Mecsekben (15. ábra) nagy területen, akár 100 méter vastagságban bukkanak felszínre a kora-középső miocén durvatörmelékek, amelyek

döntő többsége a Szászvári Formációba sorolható. Az ELTE Kőzettan-Geokémiai Tanszéke által korábban szervezett terepgyakorlatokon a felszínen megjelenő változatok szinte teljes spektruma be lett gyűjtve, majd petrográfiai mikroszkópos vizsgálatuk is megtörtént (Varga et al. 2002, Tóth 2014). Az adatok összesítése alapján megállapítható, hogy a kavicsanyag közel 6%-át változatos összetételű és megjelenésű vörös aleurolit és homokkő anyagú kavicsok teszik ki (Miklós 2018). Összesen 34 darab kavics makroszkópos, valamint vékonycsiszolatos vizsgálatát végeztük el, amely során három nagy csoportot (vörös-I, -II és -III) alakítottunk ki, elsősorban a kvarc-, valamint a földpát szemcsék mennyiségi arányait figyelembe véve.

Az első csoport mintái (vörös-I) 80%-ban szemcsékből (Q = kvarc – 68%, F = földpát – 9%, R = közettörmelék – 3%), 15%-ban, elsősorban kovás cementből és 5%-ban pórusból állnak. Mátrix egyáltalán nem figyelhető meg. A csoport vöröses szürke színű, közép-nagyszemcsés, közepesen osztályozott homokkővekből áll. A szemcsék jól koptatottak, körülöttük vastag szintaxiális kovás rábnövekedés látható. A szemcsék közötti térben továbbá jellemző a finomszemcsés szericit is, amely pszeudomátrixot képez. Leggyakoribb elegyrészüik a kvarc, amelyen belül a monokristályos változat (a kvarcsemmék 64%-át, a teljes térfogat 44%-át alkotja) dominál. Mellette polikristályos (a kvarcsemmék 36%-a, a teljes térfogat 24%-a), enyhén hullámos kioltású változata is előfordul. Mellette káliföldpát, kevesebb polikristályos kvarcsemmecse, valamint nagy ritkán akár plagioklász is megjelenhet. A szemcsék általában üdék, átalakulást nem figyelhetünk meg rajtuk. Kisebb mennyiségben kvarcit, valamint savanyú vulkáni eredetű közettörmelékek is láthatóak. Csillám szinte alig fordul elő bennük, azon belül is elsősorban muszkovitot figyelhetünk meg. Akcesszóriaként jellemző a jól koptatott, sajtalakú barna-zöldesbarna színű turmalin, a jól koptatott rutil, cirkon és apatit.

A második csoport (vörös-II) mintái 89%-ban szemcsékből (Q = kvarc – 45%, F = földpát – 33%, R = közettörmelék – 10%), 6%-ban, elsősorban kovás cementből és 5%-ban pórusból állnak. Mátrix egyáltalán nem figyelhető meg. A csoport vörös-sötétvörös színű, finom-apró szemű kavicsos nagyszemcsés, gyengén osztályozott homokkővekből áll. A három csoport közül ide tartozik a legkevesebb kavics, tehát egy meglehetősen ritka típusal állunk szemben. A szemcsék az előző típushoz hasonlóan itt is viszonylag jól koptatottak. A kovás továbbnövökedés valamivel vékonyabb, mint az előző csoportban. Fontos különbség, hogy a szemcsék közötti térben kloritosodó biotit jelenik meg. Leggyakoribb elegyrészüik a kvarc, amelyen

belül a polikristályos változat (a kvarcsemmék 81%-át, a teljes térfogat 35%-át alkotja) dominál. Emellett monokristályos változata is megjelenik, azonban jóval kisebb részarányban (a kvarcsemmék 19%-a, a teljes térfogat 8%-a). Ezen kívül káliföldpát és kvarcit szemcsék, továbbá még ritkábban akár plagioklász és csillám is látható bennük. A közettörmelékek esetében ebben a csoportban nagyobb mennyiséget képviselnek a vulkáni eredetű szemcsék. Nehézásványok tekintetében jóval szegényebb, mint a másik két csoport. A legfontosabb különbség, hogy egyáltalán nem figyelhető meg a vékonycsiszolatokban turmalin, helyette apatit, cirkon, rutil és titanit dominál.

A harmadik csoport (vörös-III) mintái 78%-ban szemcsékből (Q = kvarc – 25%, F = földpát – 39%, R = közettörmelék – 3%), 20%-ban, elsősorban kovás cementből és 2%-ban pórusból állnak. Mátrix egyáltalán nem figyelhető meg. A csoportba tartozó kavicsok vörös, sötétvörös színűek, finom/apró-középszemcsés és jól osztályozottak. A szemcsék általában közepesen koptatottak, az előző csoporthoz hasonlóan kisebb mértékű szintaxiális kovás továbbnövökéssel rendelkeznek. A szemcsék közötti térben lokálisan némi karbonát cement is megjelenhet. A szemcsék peremén biotit-vermikulit figyelhető meg. Leggyakoribb elegyrésze a kvarc, amelyen belül a monokristályos változat (a kvarcsemmék 64%-át, a teljes térfogat 15%-át alkotja) dominál, amely mellett kisebb mennyiségben polikristályos változatban is előfordul (a kvarcsemmék 36%-a, a teljes térfogat 10%-a). Mellette jellemző elegyrész még a földpát, amelyen belül a plagioklász a leggyakoribb (a földpát szemcsék 82%-a). Ezek a homokkő minták kisebb mennyiségben tartalmaznak még polikristályos kvarcot, káliföldpátot, változó mennyiségű savanyú vulkanitot, valamint vulkáni eredetű kvarcot is. Kisebb mennyiségben kvarcit és csillám is megjelenik. Fontos különbség az előző két típushoz képest, hogy ez utóbbiban lényegesen gyakoribbak a csillámok (a teljes térfogat ~6%-a). A nehézásványok közül egyedül az apatit figyelhető meg a vékonycsiszolatokban.

### **A Duna pleisztocén kavicsos teraszanyag vörös homokkő kavicsainak makroszkópos és polarizációs mikroszkópi jellemzői**

A Dél-Pesti síkság, különösen Dunavarsány területén (15. ábra) a Duna pleisztocén korú kavicsos teraszanyagát már több, mint száz éve kutatják (Szabó 1858, Burján 2002). Ez a kavicsanyag a mai Duna által áthalmozott hordalékként a jelenlegi Duna-parton is nagy mennyiségben fellelhető. A kavicsanyag rendkívül változatos összetételű, amelyben viszonylag gyakoriak a vörös homokkő anyagúak. Általában vörös, halványvörös, lilásvörös színűek, apró-középszemcsés, gyengén osztályozottak, tömött

szövettel rendelkeznek, sok esetben homogének, azonban nem ritkán rétegzett, sőt keresztarétegzett változatokat is megfigyelhetünk. Kevésbé osztályozottak, kevés a kompakcióra utaló bélyeg. Összesen 32 kavics makroszkópos, valamint vékonycsiszolatos vizsgálatát végeztük el. Ezek közül 26 minta hasonló összetételt mutat, amelyet az ún. „dunavarsányi-típusú vörös homokkőként” értelmezünk és jellemzünk az alábbiakban.

A minták 86%-ban szemcsékből (Q = kvarc – 75%, F = földpát – 7%, R = közettörmelék – 4%), 13%-ban, elsősorban kovás cementből és 1%-ban pórusból állnak. Mátrix egyáltalán nem figyelhető meg. Nagyon gyakoriak a rétegzett, valamint keresztarétegzett kavicsok. A szemcsék jól koptatottak, körülöttük nagy vastagságú szintaxiális kovás ránövekedés jelenik meg. A szemcsék között szericites, továbbá nontronitos pszeudomátrix is megfigyelhető. A szemcsék körül szericit film látható. Ritkán akár finomszemcsés karbonát is megjelenhet a szemcsék között. A csoport további jellegzetessége a földpátban zárványként, valamint akár a szemcsék között is megjelenő apatit csomók. Leggyakoribb elegrészük a kvarc, amelyen belül a monokristályos változat (a kvarcsemmék 87%-át, a teljes térfogat 46%-át alkotja) dominál. Mellette kisebb mennyiségben polikristályos kvarc (a kvarcsemmék 13%-a, a teljes térfogat 29%-a) is megjelenik. Kisebb mennyiségben káliföldpát is megfigyelhető, amely körül helyenként albitos továbbnövekedés is látható. A közettörmelék között a kvarc, valamint a savanyú vulkáni eredetű szemcsék a leggyakoribbak. Kisebb mennyiségben metamorf (fillit–csillámpala), valamint metaüledékes (grafitos meta-homokkő, metaagyagkő), továbbá mikroholokristályos, átkristályosodott egykori granitoid eredetű, továbbá apatit szemcsék, illetve csillámok (elsősorban muszkovit) is megfigyelhetők. A nehézsavanyúk általában elszórtan jelennek meg változó mennyiségben, ugyanakkor a keresztarétegzett kavicsok esetében az opakásványban dús rétegek mentén feldúsulhatnak, torlatot képezhetnek. Akcesszóriaként sajátalakú, jól koptatott, zömök cirkont, nem sajátalakú titanitot és rutilt, valamint félig sajátalakú, közepesen–jól koptatott sárgásbarna, zöld–barnászöld, kékeszöld színű turmalint figyelhetünk meg. Nagyon ritkán apatit is megjelenhet önálló szemcse formájában, azonban jóval gyakoribb a szemcsék között halmazokat képző, valamint a zárványként előforduló változata.

#### **A Papuk-hegység felszínén előforduló perm-triász homokköveinek makroszkópos és polarizációs mikroszkópi jellemzői**

A Papuk-hegység nyugati részén (15. ábra) kb. 350 m vastagságú perm-triász korú szárazföldi sziliciklasztos rétegsor figyelhető meg. A rétegsorban három homokkő típust különítettek el

(Szakmány et al. 2003), amelyből a gorzsai vörös homokkő típusokhoz leginkább az érett kvarcarenitek hasonlítanak.

Általában vöröses szürke, szürkés vörös színű, apró–középszemcsés, gyengén osztályozott, tömött szövetű homokkövek tartoznak ide. A minták 89%-ban szemcsékből (Q = kvarc – 79%, F = földpát – 6%, R = közettörmelék – 5%), 11%-ban, elsősorban kovás cementből és 0,5%-ban pórusból állnak. Mátrix egyáltalán nem figyelhető meg. A szemcsék viszonylag jól koptatottak, körülöttük kovás ránövekedés nem figyelhető meg. Fontos különbség a korábban tárgyalt homokkövekhez képest, hogy a szemcsék közötti térben jelentős mennyiségű finomszemcsés szericit jelenik meg pszeudomátrixként. Leggyakoribb elegrészük a kvarc, amelyen belül a monokristályos változat (a kvarcsemmék 56%-át, a teljes térfogat 44%-át alkotja) dominál. Emellett kisebb mennyiségben polikristályos (a kvarcsemmék 44%-a, a teljes térfogat 35%-a) változatban is előfordul. Kisebb mennyiségben tartalmaznak még üde káliföldpátot és nagy mennyiségű vulkáni eredetű közettörmelék szemcséket is. Detritális csillámok csupán elvétve figyelhetők meg benne. Akcesszóriaként elsősorban opakásvány, félig sajátalakú cirkon és barna, sárgásbarna színű turmalin fordul benne elő.

#### **A Mecsek-hegység perm-triász vörös homokköveinek makroszkópos és polarizációs mikroszkópi jellemzői (elsősorban irodalmi adatok alapján)**

A Mecsek-hegységben nagy kiterjedésű és jelentős vastagságú, változó összetételű perm – alsó–triász korú törmelékes összetételű találatunk, amely különböző formációkba sorolt konglomerátumokból, homokkövekből és aleurolitokból áll (Barabás & Barabásné Stuhl 1998, 15. ábra).

A rétegsor legidősebb (alsó–perm) tagja a Korpádi Homokkő Formáció, amely felszínén csupán néhány, Dinnyeberkitől északnyugatra található feltárásból ismert (Gyalog 2005). Uralkodóan vörös színű, felfelé finomodó (konglomerátum–aleurolit) rétegsort alkot. A legfontosabb kőzetalkotók: a kvarc, kvarc, vulkanit és metamorf törmeléksemmék (Barabás & Barabásné Stuhl 1998). A káliföldpát, valamint a mélységi magmás eredetű szemcsék, azonban nagyon kis mennyiséget képviselnek (Fazekas 1987). A földpátokon belül a plagioklász dominál, de Varga (2009) nem zárja ki az egykori káliföldpát-semmék másodlagos albitosodását sem. A csillámok között a muszkovit és az erőteljesen kloritosodott biotit figyelhető meg (Varga 2009). A vulkanitok között az andezites összetételűek dominálnak, azonban mellette kevés riolitos anyag is megjelenik, amely a fiatalabb képződményekből teljesen hiányzik (Fazekas 1987, Barabás & Barabásné Stuhl 1998, Varga 2009).

A Cserdi Formáció (felső-perm) szintén csupán néhány helyen, Gyűrűfü–Dinnyeberki és Cserdi–Boda környékén bukkan felszínre. Általában vörösbarna (barnászvörös, lilászvörös) színű konglomerátum, kavicsos és durvaszemű homokkő, valamint (alárendelt mennyiségben) aleurolitos finomszemű homokkő ritmusos váltakozásából épül fel (Barabás & Barabásné Stuhl 1998, Bodor & Szakmány 2009). Az összletben rendkívül gyakori az osztályozatlan, uralkodóan finomszemű homokkő, amely nem koptatott, néhány mm-es homokszemcséket, vagy apró szemű, nem koptatott kvarc- vagy földpátkavicsokat tartalmaz (Barabás & Barabásné Stuhl 1998). A rétegsor alján elsősorban a vulkáni eredetű (riolit, riodácit és ezek piroklasztjai) törmelékek dominálnak, amely a rétegsorban felfelé haladva egyre inkább keveredik a metamorf törmelékanyaggal. A kőzet mind káliföldpátban, mind pedig plagioklászban gazdag, a kötőanyag lehet kovás, szericites, vasoxidos és karbonátos is (Bodor & Szakmány 2009; Varga 2009).

A Bodai Agyagkő Formáció (felső-perm) az eddigi képződményekhez képest jóval nagyobb felszíni elterjedési területtel rendelkezik. Uralkodóan vörös, vörösbarna színű, albit tartalmú aleurolit és agyagkő váltakozásából áll (Máthé 2015). Az alsó részén kevés zöldesszürke homokkő, homokos aleurolit és agyagkő betelepülések („átmeneti rétegek”) figyelhetőek meg, ezek azonban a felszínen nem jelennek meg (Varga et al. 2006). Fő kőzettípusai az agyagkő, aleurolit, homokkő, albitolit és a dolomit, valamint az ezek közötti átmeneti típusok (Barabás & Barabásné Stuhl 1998, Máthé 1998, Árkai et al. 2000, R. Varga et al. 2005, Varga et al. 2006). A homokkő-betelepülések általában vörös színűek (barna, szürke és zöld árnyalattal), változó szemcseméretűek (finom-nagyszemcsés), általában párhuzamos és keresztretegzés is megfigyelhető bennük. A törmelék szemcsék általában szögletesek, gyengén koptatottak, változó mennyiségű cementet tartalmaznak (karbonátos, hematit, illit/szericit, klorit, albit és kova) (Varga et al. 2006). A földpátok 25–40%-ot képviselnek, amelyen belül elsősorban a plagioklász dominál. A kvarc 20–30%-ban van jelen, mellette elsősorban savanyú vulkanitok (előfordulnak neutrális és bázisos eredetű szemcsék is), csillámok (muszkovit és kloritosodó biotit), metamorf, valamint üledékes eredetű kőzettörmelékek fordulnak elő. Akcesszóriaként magnetit, ilmenit, cirkon, monacit, rutil, apatit, turmalin, titanit, króm spinell jelenik meg (Varga et al. 2006).

A mecseki perm rétegsorban legnagyobb felszíni elterjedésűek a Kővágószőlősi Homokkő Formáció (felső-perm) kőzetei. A formáció változó színű, konglomerátum, kavicsos és arkózias homokkő, aleurolit és agyag rétegekből áll (Barabás &

Barabásné Stuhl 1998). Lerakódásának kezdetét nagy mennyiségű, a gránit–migmatit lepusztulásából származó törmelékanyag (kvarc és káliföldpát) megjelenése jelzi, amely együtt jár a metamorfotok, valamint a vulkanitok részarányának csökkenésével (Fazekas 1987). Négy tagozatát különböztetik meg. A Bakonyai Tarkahomokkő Tagozat, főként vörös színű, durvaszemcsés, rosszul osztályozott. A Kővágószőlősi Szürkehomokkő Tagozat csak ritkán tartalmaz vörös (és zöld) rétegeket. Változó szemcsenagysággal rendelkezik (a konglomerátumtól a durva- és finomszemcsés homokköveken át az aleurolitos agyagkőig terjed), továbbá szerves anyagú törmelékben gazdag. A Cserkúti Vöröshomokkő Tagozat lilászvörös vagy vörös színű, uralkodóan közepes szemcsés homokkő, elvéve kavicsos kifejlődéssel. A Tótvári Homokkő Tagozat („lilakavicsos homokkő”) lilászvörös vagy világos lila színű, aleurolit kötőanyagú, kavicsos, durvaszemű, osztályozatlan homokkövekből áll. Jellegzetes lilás árnyalatát az erősen feldúsuló riolitos kőzetanyag adja (Barabás & Barabásné Stuhl 1998).

Saját megfigyeléseink során a felszíni minták közül a Cserkúti Tagozatba tartozó esetében plagioklász egyáltalán nem figyelhető meg (Jakab-hegyről begyűjtött anyag), ezzel szemben a Bodán, valamint Bakonyán talált aleurolit-homokkövekben jelentősebb mennyiséget képvisel a plagioklász (Bakonyai Tagozat). A Jakab-hegyi anyagban továbbá jelentős kovás ránövedés is megfigyelhető, ezzel szemben szericit szinte alig jelenik meg. A bakonyai és bodai anyagokban viszont jelentős mennyiségű szericit (karbon grafitos homokkő eredetű pseudomátrix lehet), valamint a kovás ránövedés hiánya jellemzi. A bodai anyagban autigén apatit is megfigyelhető.

A vörös homokkövek közül a legnagyobb felszíni elterjedésű az alsó-triász Jakabhegyi Homokkő Formáció, amely elsősorban a Jakab-hegyen és környékén (pl. Cserkút) bukkan a felszínre. Az előző képződménytől nehéz elhatárolni, ugyanis nem figyelhető meg közöttük jelentős kőzetösszetételbeli változás (Fazekas 1987). A Jakab-hegyen jól észlelhetően egy bázis-konglomerátumból fejlődik ki, a homokkövek általában nagy-durvaszemcsés, gyengén-közepesen osztályozottak. A szemcsék általában jól koptatottak. A szemcsék körül kismértékű kovás ránövedést figyelhetünk meg, jellemző viszont a szericites alapanyag. Kompakcióra utal a szemcsék között megfigyelhető szétkenődött vulkáni anyag. A szericit egy része pseudomátrix lehet (pl. egykori plagioklász). A mono- és polikristályos kvarc nagyjából azonos arányban van jelen. A rétegsorban felfelé a kvarcmennyiségében egy fokozatos növekedést figyelhetünk meg, míg a plagioklász teljesen eltűnik a rendszerből. A

káliföldpát változatlan mennyiségben van jelen. A vulkanitok közül főleg kovásodott riolit-változatok és tufák jelennek meg, ugyanakkor előfordulnak a korábbi homokkővekre jellemző riolitok is (Gyűrűfüi Riolit Formáció eredet). A Jakabhegyi Homokkő közel homogén összetétellel jellemezhető, fő alkotórésze a kvarc, alárendelt mennyiségben pedig a felzites szövettű riolitos alapanyag-törmelékek, és a káliföldpátok jelennek meg. Savanyú plagioklász-törmelékek csak kis mennyiségben a Nyugati-Mecsekben, a rétegsor felső részén található. A homokkővek éretlenebb szintjei csillámosak (muszkovit, ritkábban biotit). A kötőanyag illites-szericites, kovás, alárendelten karbonátos (dolomit, kalcit), néhol vörös vasoxidokkal átítatott. Megfigyelhető, hogy a Jakab-hegyi és a Cserkúti előfordulás között lényeges különbség, hogy az utóbbiban, a szemcsék gyengébben koptatottak, továbbá, hogy a szemcséközi térben, nagy mennyiségű, diagenetikus eredetű apatit csomók (akár földpátban zárványként is) figyelhetőek meg, továbbá a mátrixban finom eloszlású opak ásvány tömeg is előfordul.

#### **A Balatonfelvidéki Homokkő Formáció anyagának makroszkópos és polarizációs mikroszkópi jellemzői (elsősorban irodalmi adatok alapján)**

A Balaton-felvidéken két nagyobb (és több kisebb) területen figyelhetünk meg felszínen vörös homokkő kibukkanást (**15. ábra**). A Balaton északi partján, Zánka és Badacsonyörs között mintegy 12 km hosszú és 5 km széles területen, valamint Aszófő és Balatonfüzfő között mintegy 22 km hosszú és maximálisan 3 km szélességű területen, illetve kisebb foltokban Gyulakeszi, Hidegkút és Litér környékén fordulnak elő (Majoros 1963, 1998, Csernussi 1984, Fülöp 1990). A felső-perm képződmény három tagozatát különíthetjük el. Az alsó (felső-perm előtti), a Paloznaki Fanglomerátum Tagozat, amely vörös színű, durvatörmelék polimikt breccsaként írható le, a Formáció bázisán általánosan elterjedt Badacsonyörsi Konglomerátum Tagozat, valamint a Vörös Homokkő és Aleurolit Tagozat. A peremi területeken, az összlet felső harmadában gyakorta megjelenő intraformációs konglomerátum egyes lenséiben szürke homokkővek is megjelennek (Majoros 1963, 1998, Csernussi 1984, Fülöp 1990).

A Balatonfelvidéki Homokkő Formáció homokkővei két litológiai alaptípusba sorolhatók. Az első a döntően kvarc, közettörmelékés földpát törmelékanyagú, bimodális szemcseeloszlású, illites-szericites, ezeket kizorítva pedig dolomitos mátrixú, gyengén érett homokkő (Fülöp 1990). A másik a peremi és az északi területeken a rétegsor alsó részén előforduló kvarcból és közettörmelékéből álló, unimodális szemcse-eloszlású (jól osztályozott), mikrokristályos kvarc (kova) és kaolinit kötőanyagú, érett homokkő. Az

elsődleges porozitás a kompaktáció miatt már nem figyelhető meg (Csernussi 1984, Péterdi 2012).

A formációban előforduló homokkővek, összetételüket tekintve homogének, saját megfigyeléseink alapján elmondható, hogy a szemcseméretük alapján két részre oszlanak. Megkülönböztethetünk egy finomabb- (aleurolit-aprószemcsés homokkő), valamint egy durvább- (közép-durvaszemcsés homokkő) szemcsés változatot. Közepesen vagy jól osztályozottak, a szemcsék általában gyengén koptatottak, amelyek között agyaghalmazok/klorit legyezők, továbbá diagenetikus muszkovit jelenik meg. A Káptalanfüred-1-es mintában karbonát ásvány is megjelenik. Anyaguk uralkodóan kvarcból (Qp>Qm) és közettörmelékéből áll, „több-kevesebb, vagy egyáltalán semmi” földpát tartalommal, muszkovittal és biotittal (Fülöp 1990). A közettörmelék között ópaleozós aleurolit, homokkő és savanyú metavulkanit fordul elő. Emellett megfigyelhetünk még dáцитot (Kékkúti Dáцит Formáció), valamint kis mennyiségben kvarcfillitet és gneiszt is. Ezenkívül saját anyagú aleurolit és dolomittörmelék is megjelenik (Majoros 1963, Csernussi 1984, Fülöp 1990, Majoros 1998). A földpát-tartalom általában <20%, leggyakrabban savanyú plagioklász, ritkábban pedig ortoklász és mikroklint tartalmaz. A földpátok gyakran szericitesedtek, ritkábban kaolinosodtak (Majoros 1963, Csernussi 1984, Fülöp 1990, Majoros 1998). A csillámok (muszkovit, kloritosodott biotit) viszonylag gyakrabban megjelenő elegyrészek. Az agyagásványok közül leggyakrabban illit és kaolinit figyelhető meg. „A kötőanyag leggyakrabban szericites, illites, diszperz eloszlású hematittal, amiben helyenként a szericitet kizorítva dolomit (gipsz, anhidrit, esetleg magnezit) társul” (Fülöp 1990). Az érett homokkővek szemcséi között mikrokristályos kova és kaolinit jelenik meg, a vörös homokkővekben a színt a diszperz eloszlású hematit adja, míg a szürke esetben pirit látható, ebben a típusban a kvarcsemmék esetében diagenetikus továbbnövekedések is láthatóak (Fülöp 1990). Saját megfigyelésünk, hogy akcesszóriaként barna-sárgásbarna, ritkábban zöld-kék színű, félig sajátalakú turmalin, továbbá ritkán titanit, cirkon/monacit és rutil jelenik meg bennük.

#### **A nyersanyagok származási helye**

##### **Geológiai összefoglaló**

A gorzsai leletanyag homokkő nyersanyagú szerszámkővei között nagy számban megjelenő vörös színű változatokon belül összesen négy típust különítettünk el.

Összevetve az általunk létrehozott vörös homokkő osztályozási rendszert a korábbi besorolásokkal megállapítható, hogy az általunk elkülönített vörös-3-as típus a korábbi besorolásban szereplő

csoportok közül a 2-es típusból vezethető le (**IV. melléklet**). A vörös–3-as típus határozottan elkülöníthető a vörös–2-estől, részben a durvább szemcsemérete, gyengébb osztályozottsága, a szemcsék jó koptatottsága, a határozottabban megjelenő szintaxiális kovás ránövekedések, a földpátok közötti kálföldpát dominancia, továbbá a kisebb nehézasvány tartalom révén. Ez utóbbiak között az apatit hiánya, a kevesebb cirkon, valamint a turmalin szemcsék esetében a zöld mellett, barna színű változatok is előfordulnak, továbbá gyakori még a színzónás változata is, ahol a sárgászöld mag körül egy zöld színű, diagenetikus eredetű perem jelenik meg, míg a vörös–2-es esetében a zöld turmalin változat a leggyakoribb. Ez utóbbi esetében barna változat nem fordult el, továbbá színzónás formája eltér a korábban tárgyalt változattól, ugyanis sötét zöld színű mag körül, nem diagenetikus eredetű világos zöld perem látható. A szintén újonnan elkülönített vörös–4-es típus pedig a korábbi 1-es csoportból vált ki (**V. melléklet**). A vörös–4-es típus is határozottan elkülönül a vörös–1-estől kissé durvább átlagos szemcsemérete, a szemcsék kissé gyengébb koptatottsága, a kvarcsemmek közötti monokristályos, valamint a földpátok közötti plagioklász dominancia, a vulkáni eredetű szemcsék kisebb mennyisége, továbbá a metaüledékes és kistektonikus metamorf, valamint a granitoid eredetű törmelékek feldúsulása alapján. Az akcesszóriák mennyisége kissé nagyobb, azonban egyedül ebben a csoportban jelenik meg gránát, továbbá nem jellemző az apatit. A vörös–1-es típus pedig a polikristályos kvarc mellett, kálföldpátot, valamint jelentős mennyiségű savanyú vulkáni eredetű törmelék anyagot tartalmaz. Nehézasvány csupán nagyon kis mennyiségben fordul elő, elsősorban barna turmalint, cirkont/monacitot, továbbá rutilt és titanitot tartalmaz.

A gorzsai négy vörös homokkő típus Gazzi-Dickinson kimérését követően megállapítható, hogy összetételüket tekintve elkülönülnek egymástól (**16. ábra**). A vörös–1-es anyag esetében két altípust figyeltünk meg, egy földpátban szegény 1a és egy földpátban gazdag 1b típust. A többi csoport összetételét tekintve közel homogénnek bizonyult.

A gorzsai vörös–1-es típus nagyobb leletszámú altípusa (vörös–1a) a szublitarenit mezőbe esik. A lehetséges forrásközetek eddigi saját kimérései alapján nem találtunk egyezést, ugyanakkor a korábbi irodalmi adatok (Fazekas 1987) alapján mind a Balaton-felvidéki, mind pedig a mecseki perm–triász homokkővek összetételével részben átfedést mutat (**16. ábra**). Ezt a jövőben mikroszkópi megfigyelésekkel, továbbá nehézasvány és teljes kőzet geokémiai vizsgálatokkal tervezzük kiegészíteni és alátámasztani, esetleg cáfolni. A vörös–1-es kisebb

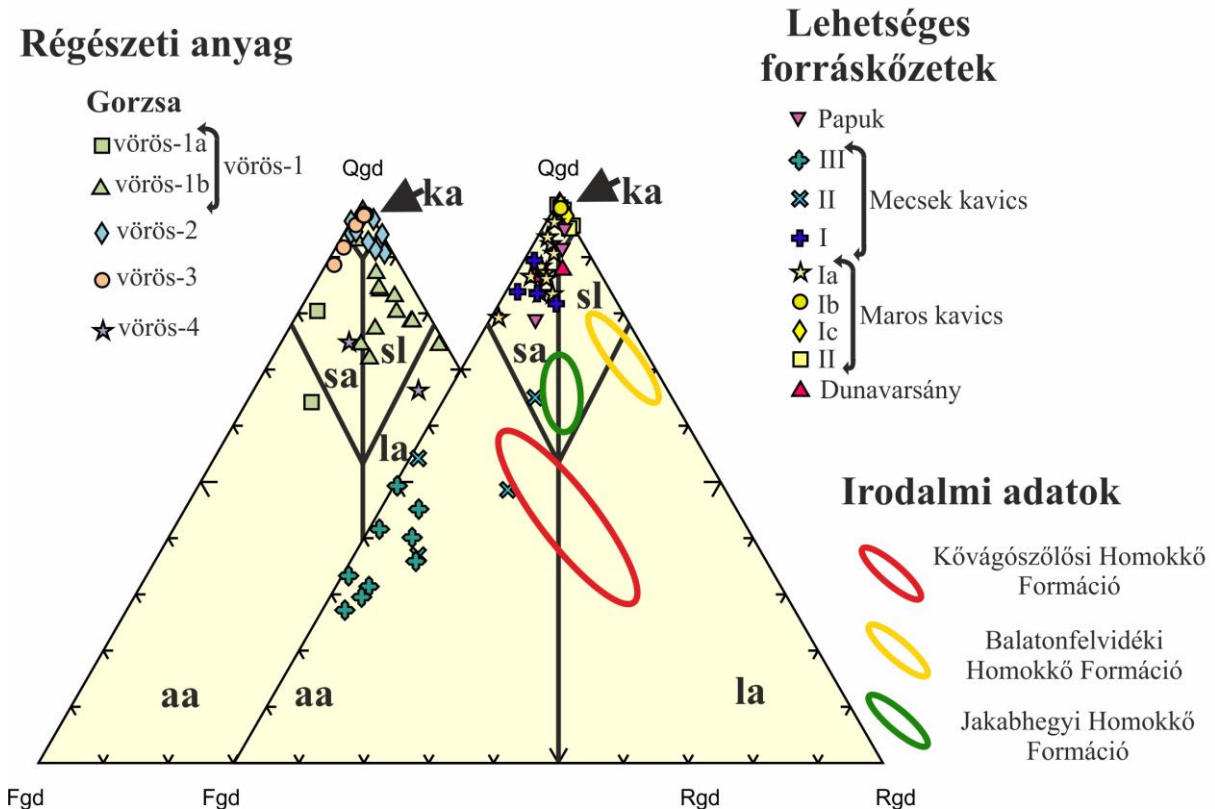
leletszámú altípusa (vörös–1b) ettől eltérő módon a szubarkóza – arkózás arenit mezők határa közelébe esik, amely nagyobb földpát tartalmával indokolható. Ehhez hasonló összetételű nyersanyag előfordulást a Maros vörös homokkő anyagú kavicsai (vörös–1a) esetében találunk, amely egyelőre még nem bizonyított forrás. A korábbi vizsgálatok során Piros (2010) kizárta az erdélyi eredet lehetőségét és a Jakabhegyi Homokkő Formáció kavicsos homokkő, esetleg fakó homokkő egységében előforduló homokkőveket jelölte meg lehetséges nyersanyagként, ugyanakkor a T. Roth (1888, 1889) munkájában említett Krassó–Szörényi-hegység Ny-i részén található késő–paleozós arkózás homokkő, valamint a Pálfy (1897) által, a Gyalui-havasok nyugati részéről makroszkóposan leírt késő–paleozós (perm) kvarchomokkővek a vörös–1b arkózás arenitjéhez, valamint szubarkózájához esetleg hasonlíthatnak. Ennek pontosítása érdekében mindenféleképpen szükség lenne az érintett területek kőzetanyagának reprezentatív mintáinak petrográfiai vizsgálatát elvégezni.

A gorzsai vörös–2-es típus a szublitarenit–kvarcarenit mezők határára esik, amelyhez hasonló összetétellel rendelkező nyersanyagot az eddigi kiméréseink során nem találtunk, ezért a vizsgált források közül egyelőre egyiket sem tekintjük potenciálisnak (**16. ábra**). További irodalmi adatgyűjtés, valamint terepi minták begyűjtése lenne szükséges ezen típus származásának felderítéséhez. Ez esetben sem zárható ki a T. Roth (1888, 1889) munkájában említett Krassó–Szörényi-hegység Ny-i részén található késő–paleozós arkózás homokkő, valamint a Pálfy (1897) által, a Gyalui-havasok nyugati részéről leírt késő–paleozós (perm) kvarchomokkővek sem.

A gorzsai vörös–3-as típus két részre osztható, a kissé változó földpáttartalom miatt egyik fele a kvarc arenit, a másik pedig a szubarkóza mezőbe esik. A kimérési eredmények alapján, továbbá, mivel a régészeti anyagban több kavics jellegű eszköz is megfigyelhető a Maros recens kavicsanyagának vörös homokkő anyagú kavicsai tekinthetők a legvalószínűbb forrásnak, amely a régészeti anyaghoz hasonlóan szintén két részre különül el, ugyanis ez utóbbi esetében is látható, hogy a leletanyaghoz hasonlóan szintén két fő csoportra különül el: a Maros vörös–Ib,c és a vörös–II = kvarc arenitre, valamint a vörös–Ia =szubarkózára (**16. ábra**).

A gorzsai vörös–4-es típus gyengébb osztályozottsága, valamint változó kőzettörmelék tartalma alapján nagyobb kőzettani összetételbeli szórást mutat (a szubarkóza és a litarenit mezőbe is egy-egy pont esik) (**16. ábra**). Ehhez hasonló lehetséges nyersanyagot a vizsgált mintáink között egyelőre nem találtunk, ugyanakkor itt sem zárható





**16. ábra:** A vörös homokkő anyagú szerszámkövek Gazzi–Dickinson kimérési eredményeinek összevetése a lehetséges forrásközetekkel. A színes ellipszisek jelölik az irodalmi adatokat. Sárga színnel jelöltük a Balaton felvidéki, zölddel Jakabhegyi Homokkő Formáció, vörössel pedig a Kővágószőlősi Homokkő Formáció anyagát. aa = arkózias arenit, F = földpát, gd = Gazzi–Dickinson, ka = kvarcarenit, la = litarenit, Q = kvarc, R = közettörmelék, sa = szubarkóza, sl = szublitharenit

**Fig. 16.:** Comparison of Gazzi–Dickinson measurement results of red sandstone groundstones with possible source rocks. Coloured ellipses denote literature data. Yellow mark = Balaton Uplands, green mark = Jakabhegy Sandstone Formation, red mark = Kővágószőlősi Sandstone Formation. aa = arkosic arenite, F = feldspar, gd = Gazzi–Dickinson, ka = quartzarenite, la = litharenite, Q = quartz, R = rock fragments, sa = subarkose, sl = sublitharenite

ki a Jakabhegyi Homokkő és a Balatonfelvidéki Homokkő, továbbá érdemes még tovább vizsgálni a típus esetében az erdélyi eredet lehetőségét is. A régészeti leletek közül a gorzsai vörös-3 típus esetében merült fel egyedül a kavics eredet, amely alapján a Maros recens kavicsanyaga mellett más területek is felmerülhetnek, mint lehetséges forrás. A pontos forrás megállapítása érdekében szükséges ezen anyagok összevetése is:

A mecseki miocén kavicsanyag (Szászvári Formáció) vörös homokkő változatai (3 csoport: I, II és III) közül a II-es és a III-as egyértelműen kizárható a lehetséges nyersanyagok közül. Az I-es csoport ezzel szemben potenciálisnak tekinthető, ugyanis részben hasonlít a Gorzsa vörös-1-es típushoz (16. ábra). Közös jellemzőjük az apró-nagyszemcsés szemcseméret, a közepes osztályozottság, a szemcsék jó koptatottsága. Mindkét esetben viszonylag jelentős mennyiségben tartalmaznak savanyú vulkáni eredetű

közzettörmelékeket (a mecsekiben kisebb arány figyelhető meg). Mindkét esetben a káliföldpát a domináns földpát, azonban a mecseki anyagban inkább a monokristályos kvarc dominál, szemben a gorzsai vörös-1-es típusal, ahol pedig inkább a polikristályos változat mennyisége a jelentősebb. Mindkét esetben jelentős kovás ránövekedést, továbbá szericités pszeudomátrixot is megfigyelhetünk. A mecseki anyagban továbbá metamorf, valamint metaüledékes közzettörmelék szemcsék is megjelenhetnek, amely kis eltérést mutat a régészeti anyaghoz képest. Nehézsaványok tekintetében csupán kisebb eltérések jelennek meg, például a gorzsai anyagban megfigyeltünk apatitot, továbbá kevesebb rutil és barna–sárgásbarna turmalin látható, míg a mecsekiben a barna mellett zöldesbarna árnyalat jelenik meg.

Dunavarsány közelében a Duna pleisztocén teraszanyagának vörös homokkő kavicsai homogén összetétellel jellemezhetőek, amelyek a kimérések

alapján a gorzsai a vörös–1-es és 4-es típusokkal fedhetnek át (**16. ábra**). Apró–nagyszemcsés, esetenként finomszemű kavicsos homokkövek, amely változó osztályozottságúak, a szemcsék jól koptatottak, jellemző rájuk a szemcsék körül megjelenő kovás ránövekedés, továbbá a szericites pszeudomátrix is. Különbőség lehet a szemcsék körül megjelenő biotit–vermikulit, illetve a monokvarc dominancia, amely a gorzsai vörös–1-es típusban nem figyelhető meg. A kvarc mellett a földpáton belül a kálicföldpát az uralkodó elegyrész, amely szintén hasonlatossá teszi a gorzsai anyaghoz. A savanyú vulkáni eredetű anyag itt is kissé kisebb arányt képvisel, továbbá kissé gyakoribbak, mind a leletanyaghoz, mind pedig a korábban tárgyalt mecseki vörös–I-eshez képest, mint a metamorf, valamint üledékes eredetű szemcsék. Nehézásványok tekintetében hasonló összetétellel jellemezhető, azonban jóval gazdagabb azoknál. A sárgásbarna turmalin mellett a zöld színű változat is előfordul.

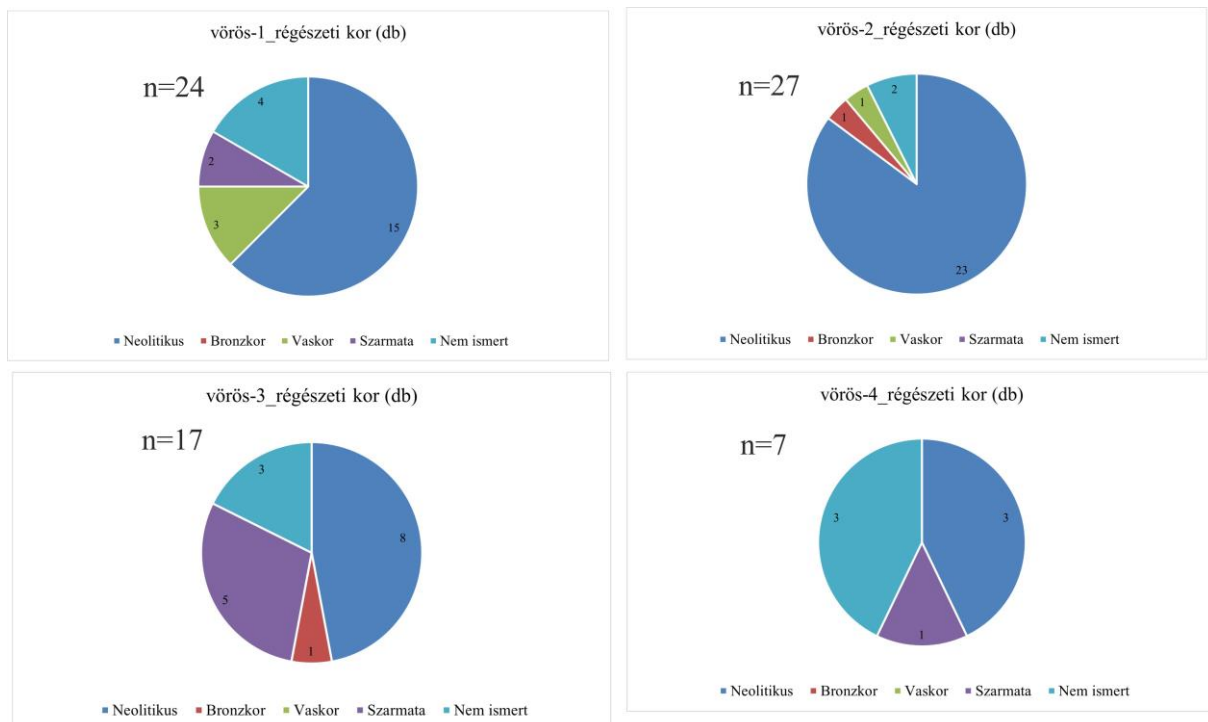
A Papuk-hegység permotriász sorozatának anyaga bár átfedést mutat a gorzsai vörös–2-es és 3-as típusokkal (**16. ábra**), azonban a nagymennyiségű szericites pszeudomátrix, a finomabb szemcseméret (apró–középszemcsés), a kovás továbbnövekedés hiánya miatt kizárható, mint nyersanyag. Nehézásványai tekintetében nagy mennyiségű rutilt

és titanitot lehet megfigyelni, viszont cirkon/monacit egyáltalán nem jelenik meg bennük, turmalinból pedig a barna változat látható.

Az előbbi megfigyelések alapján látható, hogy a homokkövek esetében csupán a fő detritális alkotókra nehéz támaszkodni. A pontosabb nyersanyaglelőhely beazonosításhoz mindenféleképpen egyéb geokémiai, valamint és elsősorban nehézásvány vizsgálatok szükségesek mind a régészeti, mind pedig a lehetséges forrásközetek esetében. Csak makroszkópos megfigyelésekkel (pl. Piros 2010 munkája) is valamilyen szintű csoportosítást el tudunk érni. Ugyanakkor a polarizációs mikroszkópi vizsgálatokkal a korábbi két típus helyett négyet tudunk elkülöníteni (**II-V. melléklet**).

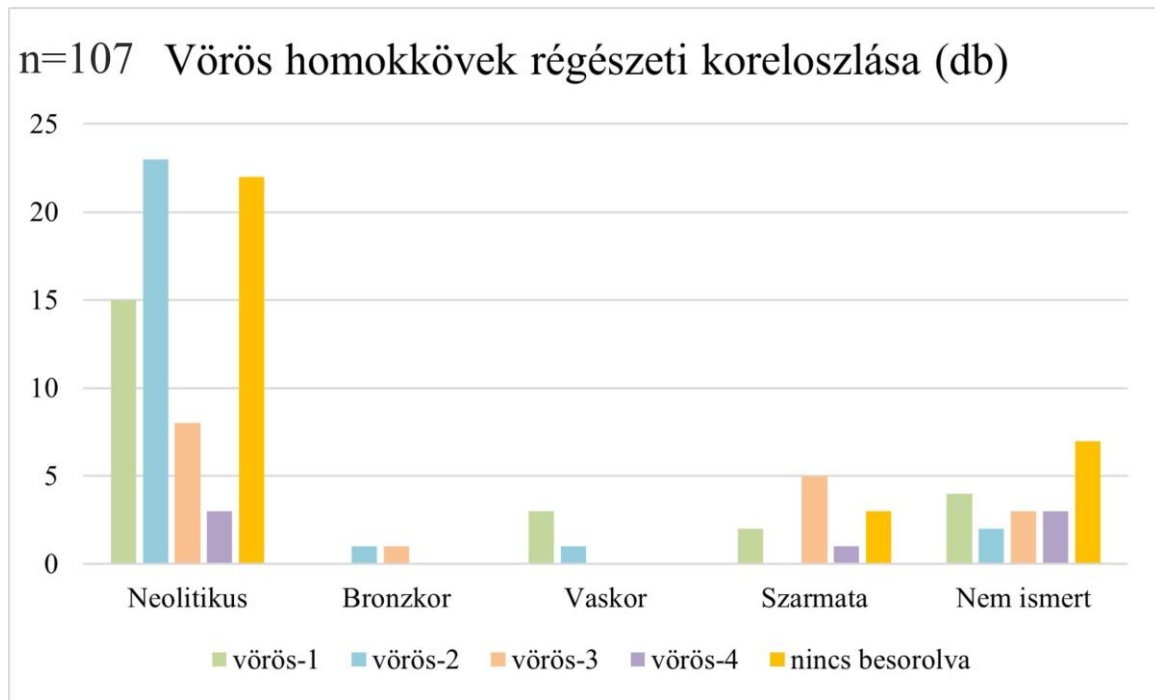
### Régészeti összefoglaló

A tell település döntően a késő-neolitikus időszakban működött, azonban vannak rétegek, amelyek anyaga alapján megállapítható, hogy a későbbi, bronzkori, valamint szarmata időszakokban is működött. A szerszámkövek négy típusának mennyiségi megoszlása jelentősen különbözik aszerint, hogy milyen korú rétegből kerültek elő (**17–18. ábra, 2. táblázat**).



**17. ábra:** A gorzsai vörös homokkő anyagú szerszámkövek régészeti koreloszlása nyersanyagtípusok szerint

**Fig. 17.:** Archaeological age distribution of groundstone made from red sandstone from the tell site of Hódmezővásárhely–Gorzsai by raw material types



**18. ábra:** A régészeti korokon belül előforduló vörös homokkő anyagú szerszámkő típusok megjelenési gyakorisága százalékban kifejezve

**Fig. 18.:** Frequency of red sandstone types occurring within the archaeological period, expressed as a percentage

**2. táblázat:** A 18. ábrához kapcsolódó, a vörös homokkő anyagú szerszámkövek típusonkénti régészeti kor eloszlását mutató adatsor, darabszámban, valamint százalékban kifejezve

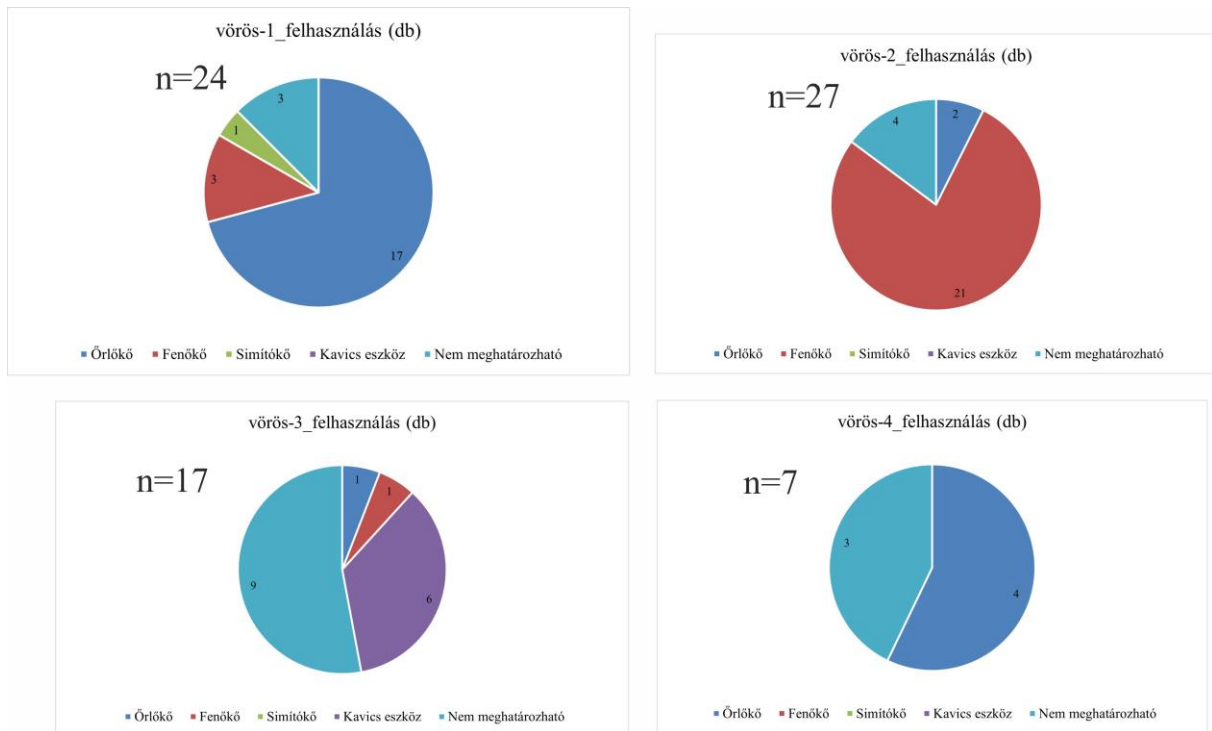
**Table 2.:** Data set related to Fig. 18 showing the distribution of archaeological age of red sandstone groundstones by type, expressed in number and percentage

Típus	Neolitikus	Bronzkor	Vaskor	Szarmata	Nem ismert
<i>vörös-1</i>	15	0	3	2	4
<i>vörös-2</i>	23	1	1	0	2
<i>vörös-3</i>	8	1	0	5	3
<i>vörös-4</i>	3	0	0	1	3
<i>nincs besorolva</i>	22	0	0	3	7

A gorzai vörös-1-es, valamint 2-es típusok döntő hányada (késő) neolitikus. A vörös-1 esetben vaskori és szarmata, míg a vörös-2 típuson belül bronzkori és vaskori leletek is előfordulnak. A vörös-3-as és 4-es ezzel szemben változatosabb régészeti koreloszlást mutat. Ezek esetében erősen lecsökken a neolitikus rétegekből előkerült leletanyag mennyisége, továbbá a teljes régészeti anyag tekintetében egyedülállóan minősül, hogy a 3-as típus esetében gyakoribbak a szarmata időszakból előkerült eszközök, amely mellett elvéve bronzkorit is találunk. Ezt egyébként a vörös-3-as típus többinél ellenállóbb anyaga is magyarázhatja. Az ebből készült kőeszközöket nagy valószínűséggel a későbbi korok emberei a lelőhelyen megtalálhatták szórvány lelet formájában és újra hasznosíthatták azokat. Ezt az is

alátámaszthatja, hogy Gorzsa mintegy 60 km-es körzetében semmilyen közetbe való hozzájutási lehetőség nem volt számukra, ezért mindent újrahasznosítottak, amit a környéken találtak. A vörös-4-es esetben pedig szintén előfordul szarmata időszaki eszköz.

Az eszközhasználat tekintetében a vörös homokkő anyagú szerszámkő típusok szintén eltéréseket mutatnak (**19-20. ábra, 3. táblázat**). A vörös-1-es és 4-es típusok esetében az őrlőkő töredékek dominálnak, míg a vörös-2-es esetében inkább a fenékö töredékek jellemzőek. A vörös-3-as esetében pedig a kavicseszközök dominanciáját figyelhetjük meg, amely segíthet megérteni, továbbá alátámasztja a nyersanyag eredetéről alkotott feltételezéseinket.



**19. ábra:** A gorzsi vörös homokkő anyagú szerszámkövek típusonkénti eszköz felhasználást szemléltető kördiagramjai

**Fig. 19.:** Pie charts illustrating the use of red sandstone groundstones by type in Gorzsa

### ***Konklúzió – jövőbeli tervek***

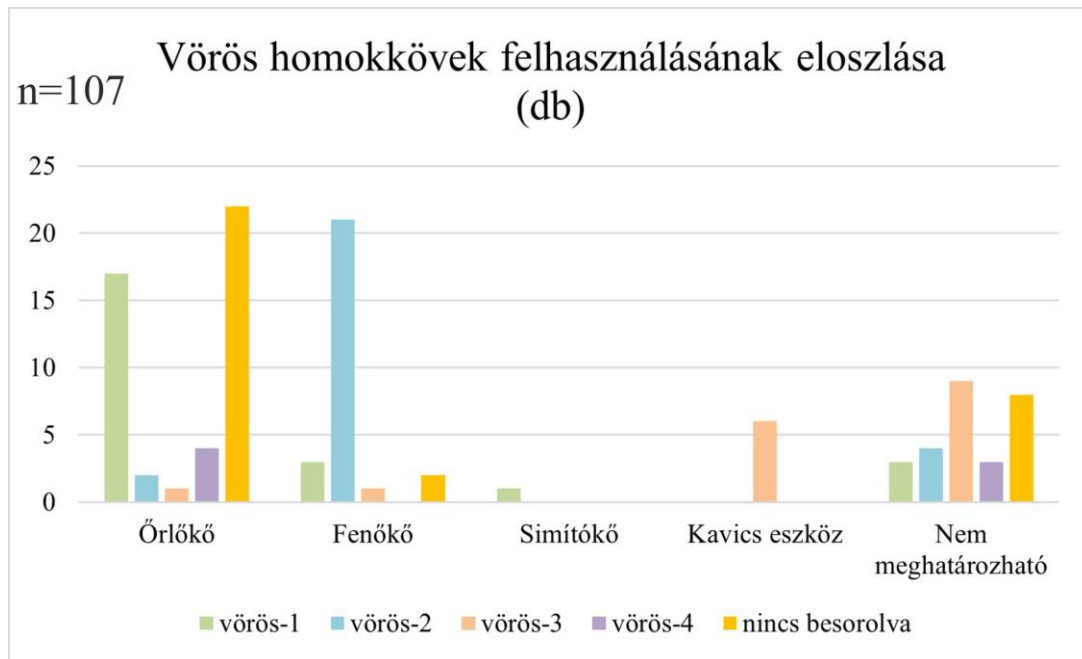
A gorzsi vörös homokkővek petrográfiai vizsgálat alapján történt revíziója során négy típust különítettünk el. Jellemző bélyegeik:

- 1-es típus: durva szemcseméret, polikristályos kvarc- és a savanyú vulkáni eredetű szemcsék feldúsulása. A földpátok között a káliföldpát dominál. Ez a típus a legszegényebb nehézsaványokban. Általában félig sajátalakú barna–zöldesbarna turmalin, ritkábban pedig titanit, rutil és cirkon figyelhető meg bennük.
- 2-es típus: finomabb szemcseméret, monokristályos kvarc- és csillám dúsulás. Kevesebb vulkanit és egyéb közettörmelék, a plagioklász uralkodik a földpátokon belül. Ez a típus a leggazdagabb nehézsaványokban. Általában félig sajátalakú, olajzöld–világoszöld, ritkán sárgásbarna turmalin, cirkon és apatit, valamint nem sajátalakú rutil és titanit jelenik meg bennük.
- 3-as típus: durva szemcseméret, tömött szövet, érett. Monokristályos kvarc dominál, a földpátokon belül a káliföldpát dúsul, kevés savanyú vulkanit és egyéb közettörmelék. Nehézsaványok tekintetében közepes mennyiséget mutat. A leggyakoribb elegyrészük a félig sajátalakú, zöld, ritkán sárgásbarna turmalin, cirkon és rutil, illetve a nem sajátalakú titanit.

– 4-es típus: monokristályos kvarc, földpát (plagioklász) és üledékes, metamorf, granitoid kőzet törmelék az uralkodó elegyrészek. Szintén közepes mennyiség jellemzi a nehézsaványok tükrében. Általában nem sajátalakú titanit és rutil, félig sajátalakú barna–sárgásbarna, ritkán zöld turmalin, valamint egy egyedi bélyeg, kvarccal és muszkovittal társuló, töredezett gránát jellemzi.

A lehetséges forrásközetek mikroszkópos vizsgálatával (Papuk, Dunavarsány, Maros, Nyugat-mecseki miocén kavicsanyag (Szászvári Formáció) vörös homokkő kavicsai), valamint a Balaton-felvidék és a mecseki perm-triász sorozat homokkőveinek vizsgálatával foglalkozó irodalmi adatok alapján jelenleg egyedül a Gorzsa vörös-3-as csoport esetében állapítható meg ténylegesen a lehetséges forrás, amely ez esetben a Maros recens kavicsanyagának vörös homokkő kavicsai.

A másik három (1-, 2-, és 4-es) típus esetében az eddigi mikroszkópi megfigyelések nem elégségesek a nyersanyag forrás területének egyértelmű meghatározásához, ezért ehhez a jövőben geokémiai és nehézsavány vizsgálatok lesznek szükségesek. Az eddigi eredmények alapján a mecseki kavicsanyag három csoportjából kettő, a II-es és a III-as egyértelműen kizárható, mint szóba jöhető nyersanyag a petrográfiai megfigyelések figyelembevételével. A Gorzsa vörös-1-es típus



**20. ábra:** Az eszközhasználat és a vörös homokkő anyagú szerszámkő típusok közötti kapcsolat százalékban kifejezve

**Fig. 20.:** Relationship between tool use and red sandstone types expressed as a percentage

**3. táblázat:** A 20. ábrához kapcsolódó, a vörös homokkő anyagú szerszámkövek típusonkénti eszköz-felhasználását szemléltető adatsor, az adatok darabszámban vannak kifejezve

**Table 3.:** The dataset related to Fig. 20 illustrating the use of red sandstone groundstones by type, the data is expressed in number of pieces

Típus	Örlőkő	Fenőkő	Simítókő	Kavics eszköz	Nem meghatározható
vörös-1	17	3	1	0	3
vörös-2	2	21	0	0	4
vörös-3	1	1	0	6	9
vörös-4	4	0	0	0	3
nincs besorolva	22	2	0	0	8

esetében pedig mind a mecseki perm-triász anyag, azon belül is a Jakabhegyi Homokkő Formáció, mind pedig a Balatonfelvidéki Homokkő Formáció felmerülhet, mint lehetséges nyersanyag, továbbá a vörös-1b altípus esetében akár az Erdélyi-középhegységi eredet sem vehető el. A Papuk-hegység permotriász anyagát szintén kizárhatjuk, azonban a gorzsai vörös-1 és vörös-4 leletek esetében a dunavarsányi kavicsanyag továbbra is potenciálisan tekinthető. Ezeket az eredményeket a jövőben további vizsgálatok bevonásával igyekszünk pontosítani. A gorzsai vörös-2 típus nyersanyagát a korábbi irodalmak alapján nagy valószínűség szerint szintén az Erdélyi-középhegység környezetében érdemes keresni.

### Köszönetnyilvánítás

Jelen kutatás az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a K-131814 számú projekt finanszírozásában valósult meg.

### Irodalom

ANTONELLI, F. & LAZZARINI, L. (2010): Mediterranean trade of the most widespread Roman volcanic millstones from Italy and petrochemical markers of their raw materials. *Journal of Archaeological Science* **37** 2081–2092. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.02.008>

- ANTONOVIC, D. (1997): Use of Light White Stone in the Central Balkans Neolithic. *Starinar* **48** 33–39.
- ÁRKAI, P., BALOGH, K., DEMÉNY, A., FÓRIZS, I., NAGY, G. & MÁTHÉ, Z. (2000): Composition, diagenetic and post-diagenetic alterations of a possible radioactive waste repository site: the Boda Albitic Claystone Formation, southern Hungary. *Acta Geologica Hungarica* **43/4** 351–378.
- BARABÁS, A. & BARABÁSNÉ STUHL, A. (1998): A Mecsek és környéke perm képződményeinek rétegtana. In: BÉRCZI, I. & JÁMBOR, Á. szerk., *Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana. Mol Rt.–MÁFI kiadvány, Budapest*, 187–215.
- BENDŐ, Zs., SZAKMÁNY, Gy., KASZTOVSZKY, Zs., T. BIRÓ, K., OLÁH, I., OSZTÁS, A., HARSÁNYI, I. & SZILÁGYI, V. (2019): High pressure metaophiolite polished stone implements found in Hungary. *Archaeological and Anthropological Sciences*, **11/5** 1643–1667. <https://doi.org/10.1007/s12520-018-0618-6>
- BODOR, S. & SZAKMÁNY, Gy. (2009): A felső-permi Cserdi Konglomerátum Formáció kavicsanyagának közettani és geokémiai vizsgálati eredményei (XV. szerkezetkutató fúrás, Ny-Mecsek). *Földtani Közöny* **139/4** 325–340.
- BURJÁN, B. (2002): A Pesti-síkság fiatal-harmadidőszaki és negyedidőszaki kavics-képződményeinek összehasonlító vizsgálata. *Doktori értekezés, Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi Tanszék, Szeged*, 134 p.
- CHAYES, F. (1956): Petrographical modal analysis. *An elementary statistical appraisal*. Wiley, New York, 113 p.
- CHRISTOS, L., STERGIOU, T., BEKIARIS, V., MELFOS, S., THEODORIDOU, G., & STRATOULLI, G. (2021): Sourcing macrolithic: Mineralogical, geochemical and provenance investigation of stone artefacts from Neolithic Avgi, NW Greece. *Archaeometry*. **63/2** 283–299. <https://doi.org/10.1111/arc.12706>
- CSERNUSSI, G. (1984): Litofációs vizsgálatok a „Balatonfelvidéki Vörös Homokkő Formáció”-ban. *Diplomamunka, ELTE TTK, Közettani és Geokémiai Tanszék*, 127 p.
- CSICSÁK, J. & SZAKMÁNY, Gy. (1998): A Jakabhegyi Homokkő Formáció legfelső, "átmeneti" rétegei közettani-geokémiai vizsgálatának eredményei. *Földtani Közöny*, **128/4**, 535–553.
- DICKINSON, W.R. (1970): Interpreting detrital modes of graywacke and arkose. *Journal of Sedimentary Petrology* **40** 695–707.
- DICKINSON, W.R. & SUCZEK, C.A. (1979): Plate tectonics and sandstone compositions. *American Association of Petroleum Geologists' Bulletin* **63** 2164–2182.
- FAZEKAS, V. (1987): A mecseki perm és alsótriász korú törmelékes formációk ásványos összetétele. *Földtani Közöny* **117/1** 11–30.
- FÜLÖP, J. (1990): *Magyarország geológiája. Paleozoikum I.* Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 325 p.
- FÜRI, J., SZAKMÁNY, Gy., KASZTOVSZKY, Zs. & T. BIRÓ, K. (2004): The origin of the raw material of basalt polished stone tools in Hungary. *Slovak Geological Magazine* **10** 97–104.
- GYALOG, L. szerk. (2005): *Magyarászó Magyarország fedett földtani térképéhez (az egységek rövid leírása)*, 1:100000. MÁFI, Budapest, 188 p.
- HORVÁTH, F. (1987): Hódmezővásárhely-Gorzsa, A settlement of the Tisza culture. In: TÁLAS, L.: *The Late Neolithic of the Tisza region: a survey of recent excavations and their findings: Hódmezővásárhely-Gorzsa, Szegvár-Tűzköves, Öcsöd-Kováshalom, Vésztfő-Mágor, Berettyóújfalú-Herpály*. Kossuth Press, Budapest-Szolnok, 31–46.
- HORVÁTH, F. (2003): Az Újkőkor, Hódmezővásárhely–Gorzsa. In: VISY Zs. szerk., *Magyar régészet az ezredfordulón*, Budapest, Nemzeti Kulturális Örökség Minisztériuma, 106–108.
- HORVÁTH, F. (2005): Gorzsa. Előzetes eredmények az újkőkori tell 1978 és 1996 közötti feltárásából. *Hétköznapi Vénuszai*, Hódmezővásárhely, 51–83.
- MAJOROS, Gy. (1963): A Balatonmelléki perm rétegösszlet üledékföldtani vizsgálata. – *Egyetemi doktori értekezés*, Budapest, kézirat, 57 p.
- MAJOROS, Gy. (1998): A Dunántúli középhegység újpaleozóos képződményeinek rétegtana. – In: BÉRCZI, I. & JÁMBOR, Á. szerk., *Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana*. MOL Rt. – Magyar Állami Földtani Intézet Kiadvány, Budapest, 119–147.
- MARTÍNEZ-SEVILLA, F., SANJUÁN, L. G., ROGRÍGUEZ, J.A.L., JORDÁN, J.M.M., SCARRE, C., JIMÉNEZ, J.M.V., PANDO, A.P., & ALDANA P. L. (2020): A New Perspective on Copper Age Technology, Economy and Settlement: Grinding Tools at the Valencina Mega-Site. – *Journal of World Prehistory* 513–559. <https://doi.org/10.1007/s10963-020-09150-4>
- MÁTHÉ, Z. ed. (1998): A Bodai Aleurit Formáció minősítésének rövidtávú programja, Kutatási zárójelentés 4. kötet, Ásvány-közettani, közetgeokémiai és izotóptranszport vizsgálatok. –

*Kutatási jelentés*, Pécs, Mecsekérc Környezetvédelmi Rt. 76 p.

MÁTHÉ, Z. (2015): A Bodai Agyagkő Formáció ásvány-kőzettani és geokémiai vizsgálati eredményei. – *Közöletlen Doktori értekezés*, ELTE TTK, Kőzetan-Geokémiai Tanszék, Budapest, 130 p.

MIKLÓS, D.G. (2018): A Nyugat-Mecsek (Borjúsréti-völgy) kora-miocén rétegsorának petrográfiai vizsgálata. – *Diplomamunka*, ELTE TTK, Kőzetan-Geokémiai Tanszék, Budapest, 137 p.

PÁLFY, M. (1897): A Gyalui-havasok nyugati részének geológiai viszonyai. – *MKFI Évi jelentése az 1897. évről*, 52–62.

PETHŐ, Gy. (1889): Néhány adat a Kodru-hegység geológiájához. – *MKFI Évi jelentése az 1889. évről*, 25–45.

PETHŐ, Gy. (1895): A Kodru-hegység nyugati lejtője Bihar vármegyében. – *MKFI Évi jelentése az 1895. évről*, 42–53.

PÉTERDI, B., SZAKMÁNY, Gy., JUDIK, K. & DOBOSI, G. (2009): Bazaltos andezit nyersanyagú szarmata szerszámkövek kőzettani és geokémiai vizsgálata (Üllő 5. lelőhely). – *Archeometriai Műhely* VI/2 43–59.

PÉTERDI, B. (2011): Szerszámkövek és csiszolt kőszeközök archeometriai vizsgálatának eredményei (Balatonöszöd-Temető Dűlő lelőhely, késő rézkor, Bádeni kultúra). – *Doktori értekezés*, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Kőzetan-Geokémiai Tanszék, 159 p.

PÉTERDI, B. (2012): Balatonöszöd–Temetődűlő rézkori lelőhely homokkő nyersanyagú kőszeközök kőzettani és geokémiai vizsgálata. – *Archeometriai Műhely* 2012/4 265–286.

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>

PIROS, L. (2010): Homokkő nyersanyagú kőszeközök, szerszámkövek archeometriai vizsgálata Gorzsa (DK–Magyarország). – *Diplomamunka*, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Kőzetan-Geokémiai Tanszék, 89 p.

RAUCSIKNÉ VARGA, A., SZAKMÁNY, Gy., RAUCSIK, B. & MÁTHÉ, Z. (2005): Chemical composition, provenance and early diagenetic processes of playa lake deposits from the Boda Siltstone Formation (Upper Permian), SW Hungary. *Acta Geologica Hungarica* 48/1 49–68.

SCHULLER, V. & FRISCH, W. (2003): The Upper Cretaceous Gosau basins of the Apuseni Mts./Romania, Provenance Analysis and Thermal History. – *EOS Trans AGU*, 84 (46), Fall Meet., 2003 Supplement, Abstract OS52A-0898.

SCHULLER, V. & FRISCH, W. (2006): Heavy mineral provenance and paleocurrent data of the Upper Cretaceous Gosau succession of the Apuseni Mts. (Romania). *Geologica Carpathica* 7 29–39.

STARNINI, E., VOYTEK, B. & HORVÁTH, F. (2007): Preliminary results of the multidisciplinary study of the chipped stone assemblage from the Tisza Culture site of Tell Gorzsa (Hungary). – In: KOZŁOWSKI J.K. & RACZYK P., eds., *The Lengyel, Polgár and related cultures in the Middle/Late Neolithic in Central Europe*, Polska Akademia Umiejętności Krakow 257–268.

STARNINI, E., SZAKMÁNY, Gy., JÓZSA, S., KASZTOVSZKY, Zs., SZILÁGYI, V., MARÓTI, B., VOYTEK, B. & HORVÁTH, F. (2015): Lithics from the Tell Site Hódmezővásárhely–Gorzsa (Southeast Hungary): Typology, Technology, Use and Raw Material Strategies during the Late Neolithic (Tisza Culture), In: HANSEN, S. ed., *Neolithic and Copper Age between the Carpathians and the Aegean Sea*, 105–128.

SZABÓ, J. (1858): Pest-Buda környékének földtani leírása. *Természettudományi Pályamunkák* 4 Budapest, 1–58.

SZAKMÁNY, Gy., D., JAMIČIĆ, R. VARGA, A., JÓZSA, S. & HORVAT, M. (2003): Petrological and geochemical studies of the Permotriassic siliciclastic sequence in the western part of the Papuk Mountain (Croatia). In: VLAHOVIC, I. ed. *22nd IAS Meeting of Sedimentology, Abstract book, 204 Abstract of the 22<sup>nd</sup> International Associations of Sedimentologists Meeting, Opatija, Croatia, 17-19 September, 2003*, Institute of Geology - Zagreb, Croatian Geological Society, Zagreb 204 p.

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

SZAKMÁNY, Gy., STARNINI, E., HORVÁTH, F. & BRADÁK, B. (2008): Gorzsa késő neolitik tell településről előkerült kőszeközök archeometriai vizsgálatának előzetes eredményei (Tisza kultúra, DK Magyarország). *Archeometriai Műhely* V/3 13–25.

SZAKMÁNY, Gy., STARNINI, E., HORVÁTH, F., SZILÁGYI, V. & KASZTOVSZKY, Zs. (2009): Investigating trade and exchange patterns during the Late Neolithic: first results of the archaeometric analyses of the raw materials for the polished and ground stone tools from Tell Gorzsa (SE Hungary).

– In: ILON, G. ed., *Nyersanyagok és Kereskedelem. Őskoros Kutatók VI. Összejövételének Konferenciakötete*, Szombathely, 363–377.

SZAKMÁNY, Gy., STARNINI, E., HORVÁTH, F. & BRADÁK, B. (2011): Investigating Trade and Exchange Patterns in Prehistory: Preliminary Results of the Archaeometric Analyses of Stone Artefacts from Tell Gorzsa (South-East Hungary). – IN: TURBANTI-MEMMI, I. ed., *Proceedings of the 37<sup>th</sup> International Symposium on Archaeometry*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 311–319.

SZAKMÁNY, Gy., JÓZSA, S., BENDŐ, Zs., KASZTOVSZKY, Zs. & HORVÁTH, F. (2016): Magyarországon előkerült hornfels (mész-szilikát szaruszirt) anyagú csiszolt kőszközők nyersanyaglelőhelyeinek felkutatása. – *Archeometriai Műhely* **XIII/1** 43–54.

SZAKMÁNY, Gy., VANICSEK, K., BENDŐ, Zs., KREITER, A., PETŐ, Á., LISZTES-SZABÓ, Zs. & HORVÁTH, F. (2019): Petrological Analysis of Late Neolithic Ceramics from the Tell Settlement of Gorzsa (South-East Hungary). In: AMICONE, S., QUINN, P. S., MARIĆ, M., MIRKOVIĆ-MARIĆ, N., RADIVOJEVIĆ, M. eds., *Tracing Pottery-Making recipes in the Prehistoric Balkans 6th-4th Millenia BC*, Archaeopress Publishing Ltd, Oxford, UK 156–171.

SZONTÁGH, T. (1890): Geológiai tanulmányok a Maros jobb felén Soborsin és Baja környékén. – *Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése az 1890. évről*, 54–65.

T. BIRÓ, K. (1998): Lithic implements and the circulation of raw materials in the Great Hungarian Plain during the Late Neolithic period. *Magyar Nemzeti Múzeum*, Budapest, Hungary. 350 p.

T. BIRÓ, K., SCHLÉDER, Zs., ANTONI, J. & SZAKMÁNY, Gy. (2003): Petroarchaeological

studies on stone artefacts from Baranya county, Hungary. – II. *Janus Pannonius Múzeum Évkönyve*, **46-47** (2001-2002), 37–76.

TÓTH, K. (2014): A mecseki miocén konglomerátum vörös sziliciklasztos kavicsainak közettani és geokémiai vizsgálati eredményei. – *Diplomamunka*, ELTE TTK, Közöttan-Geokémiai Tanszék, Budapest, 92 p.

T. ROTH, L. (1888): A Krassó-Szörényi-hegység Ny-i széle Illadia, Csiklova és Oravicza környékén. *Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése az 1888. évről*, 75–94.

T. ROTH, L. (1889): A Krassó-Szörényi-hegység Ny-i része Majdán, Lisava és Stájerlak környékén, *Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése az 1889. évről*, 86–107.

VARGA, A., SZAKMÁNY, Gy. & JÓZSA, S. (2002): Petrological classification of redeposited red siliciclastic sediments from the Miocene conglomerate sequence of the Western Mecsek Mts. (Hungary) – *Preliminary results*, – Proceedings of the XVII. Congress of Carpathian-Balkan Geological Association Bratislava, September 1<sup>st</sup>-4<sup>th</sup> 2002, *Geologica Carpathica*, **53**, special issue, electronic version, 4 p.

VARGA, A., RAUCSIK, B., SZAKMÁNY, GY. & MÁTHÉ, Z. (2006): A Bodai Aleurolit Formáció törmelékes közettípusainak ásványtani, közettani és geokémiai jellemzői. *Földtani Közlöny*, **136/2**, 201–232.

VARGA, A. (2009): A Dél-dunántúli paleozoos-alsó-triász sziliciklasztos kőzetek közettani és geokémiai vizsgálatának eredményei. *Közöttan Doktori értekezés*, ELTE TTK, Közöttan-Geokémiai Tanszék, Budapest, 150 p.



# A CSERHÁT-CSERHÁTALJA-GÖDÖLLŐI-DOMBSÁG-MÁTRAALJA VIDÉKÉRŐL SZÁRMAZÓ CSISZOLT KŐESZKÖZÖK ELŐZETES ARCHEOMETRIAI VIZSGÁLATI EREDMÉNYEI

## PRELIMINARY ARCHAEOMETRICAL RESULTS ON SOME POLISHED STONE ARTEFACTS FROM NORTHERN HUNGARY (CSERHÁT MTS. AND FOOTHILL REGION, MÁTRA FOOTHILL REGION AND GÖDÖLLŐ HILLS)\*

SZILÁGYI Veronika<sup>1\*</sup>; ILLÉS Levente<sup>1</sup>; T. BIRÓ Katalin<sup>2</sup>; PÉNTEK Attila<sup>3</sup>; HARSÁNYI Ildikó<sup>1</sup>; SÁGI Tamás<sup>4</sup>; KOVÁCS Zoltán<sup>4</sup>; FEHÉR Kristóf<sup>4,5</sup> & SZAKMÁNY György<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Energiatudományi Kutatóközpont, Budapest

<sup>2</sup>Magyar Nemzeti Múzeum

<sup>3</sup>független kutató

<sup>4</sup>ELTE-TTK FFI Közettan-Geokémiai Tanszék, Budapest

<sup>5</sup>MTA-ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport

\*E-mail: [szilagyi.veronika@ek-cer.hu](mailto:szilagyi.veronika@ek-cer.hu)

### Abstract

*Our study presents the archaeometric analysis of 23 polished stone implements (axes and adzes) collected by field survey on 12 prehistoric archaeological sites at the Cserhát-Cserhátalja-Gödöllői-dombság-Mátraalja region in Northern Hungary. The detailed non-destructive (macroscopic petrographic observations, magnetic susceptibility measurements, PGAA, OS-SEM-EDS) and subordinately destructive analyses (OM, SEM-EDS) helped to determine the lithology of the stone tools and to identify (on different scales) the raw material sources. Our results provide data to the knowledge on the prehistoric raw material utilization and long-distance connections of the region.*

*The polished stone artefacts were made from variable raw materials. In addition to the well-localized rock types (contact metabasite of the Northern Czech Massive, basalt of the Cseres Mts., metadolerite of the Darnó Hill, metasubvolcanite of the Eastern Bükk Mts., andesite of Domoszló), some more generally determined materials (Tertiary andesites, other types of contact metabasites) are also present. Unknown or unlocalized lithologies (serpentinite, quartz phyllite, contact metasiltstone) were applied for axe-adze manufacturing, too. In the studied Northern Hungarian assemblages, local and regional raw materials were used in an equal ratio to North-Northwestern imported and unknown raw materials.*

### Kivonat

*Tanulmányunkban 12 őskori lelőhely területéről, felszínén gyűjtött 23 csiszolt kőeszköz lelet (balta és szalukapa) anyagvizsgálati eredményeit ismertetjük. A Cserhát-Cserhátalja-Gödöllői-dombság-Mátraalja vidékéről származó balták részletes vizsgálata roncsolásmentes (makroszkópos közettani megfigyelés, mágneses szuszceptibilitás mérés, PGAA, eredeti felszínén végzett SEM-EDS) és alárendelten roncsolásos (OM, SEM-EDS) vizsgálatával meghatároztuk a nyersanyagukat, illetve azok lehető legpontosabb származási helyét. Adatainkkal bővítettük ismereteinket a régió őskori nyersanyaghasználatáról, illetve távolsági kapcsolatairól.*

*A kőeszközök változatos nyersanyagokból készültek. A jól ismert, forráshoz kötött nyersanyag típusok (Észak-Cseh masszívumi kontakt metabázis, Cseres-hegységi bazalt, Darnó-hegyi metadolerit, kelet-bükkli metasubvolkanit, domoszlói andezit) mellett több, csak bizonytalanul behatárolható kőzettípus (tercier*

\* How to cite this paper: SZILÁGYI, V.; ILLÉS, L.; T. BIRÓ, K.; PÉNTEK, A.; HARSÁNYI, I.; SÁGI, T.; KOVÁCS, Z.; FEHÉR, K. & SZAKMÁNY, Gy.; (2021): A Cserhát-Cserhátalja-Gödöllői-dombság-Mátraalja vidékéről származó csiszolt kőeszközök előzetes archeometriai vizsgálati eredményei / Preliminary archaeometrical results on some polished stone artefacts from Northern Hungary (Cserhát Mts. and foothill region, Mátra foothill region and Gödöllő hills) (In Hungarian with English abstract), *Archeometriai Műhely XVIII/3* 237–260.

doi: [10.55023/issn.1786-271X.2021-018](https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2021-018)

andezitek csoportja, egyéb (nem Železný Brod típusú) kontakt metabázitok csoportja is előfordult. Emellett néhány olyan nyersanyagot is azonosítottunk, amelyek eredete tisztázatlan (szerpentinit, kvarcfillit, kontakt metaaleurolit). A vizsgált észak-magyarországi leletanyagokban a helyi és regionális nyersanyagok hasonló arányban fordulnak elő, mint a kizárólag észak-északnyugati kapcsolatrendszerre utaló távolsági és az ismeretlen eredetű nyersanyagok.

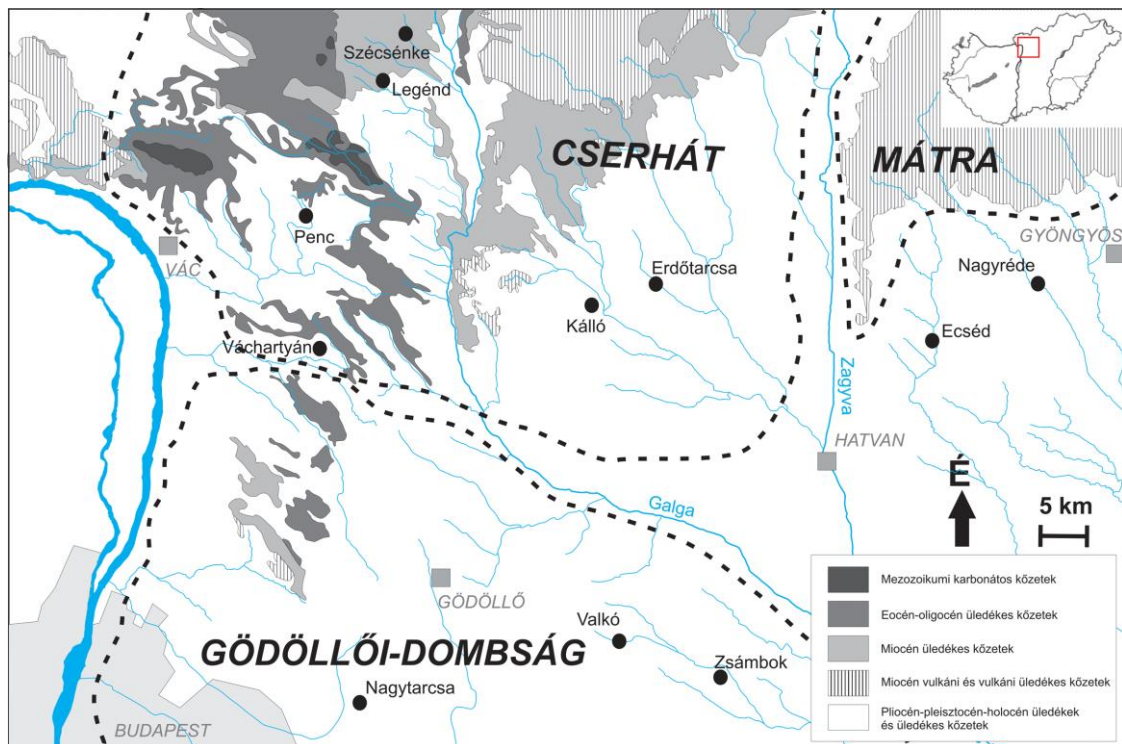
KEYWORDS: POLISHED STONE AXE-ADZE, PREHISTORY, PCAA, ORIGINAL SURFACE SEM-EDS, RAW MATERIAL

KULCSSZAVAK: CSISZOLT KŐBALTA, ŐSKOR, PCAA, EREDETI FELSZÍN SEM-EDS, NYERSANYAG

## Bevezetés

A korábban kevésbé kutatott Cserhát-Cserhátalja-Gödöllői-dombság-Mátraalja területéről (MRT 11, **1. ábra**) az utóbbi években számos őskori és köztük őskőkori lelőhelyről gyűjtöttek és mutattak be gazdag kőeszköz anyagot (Péntek 2019, 2020a, 2020b), amelyek jelentős számú csiszolt kőeszközt tartalmaztak. A régióból közölt leletanyagok közül kiemelkedik Aszód-Papi földek leletanyaga (Kalicz 1985, T. Biró 1992, Judik et al. 2001), amely a csiszolt kőeszköz archeometriai vizsgálatok körében különleges jelentőséggel bír. Hasonlóképpen fontosak a Szécsény-Ültetés középső neolitikus csiszolt kőeszközein végzett petroarcheológiai vizsgálatok (Szakmány et al. 2018a, 2018b). A régió leletanyagának anyagvizsgálati szempontú feldolgozottsága az

említettektől eltekintve kezdetleges, ami elsősorban a szisztematikus régészeti feldolgozás, terepi kutatás hiányából ered. OTKA projektünk keretében az észak-magyarországi hegyvidékről, hegység előtérből Péntek Attila által végzett, újabb felszíni gyűjtésekből származó, és a Magyar Nemzeti Múzeum gyűjteményébe került csiszolt kőbalta leletanyag vizsgálatával kívánjuk kiterjeszteni ismereteinket a régió csiszolt kőeszköz leletegyütteseiről. Habár a leletanyag felszíni gyűjtésből és feltételezhetően több korszak leletanyagát tartalmazó lelőhelyekről származik, viszonylag jó áttekintést ad a terület csiszolt kőeszközeiről, elsősorban a felhasznált nyersanyagok, illetve azok változatosságának tekintetében. Munkánk eredménye jó kiindulási alapot ad egy jövőbeli, részletes kutatáshoz.



**1. ábra:** A vizsgált csiszolt kőeszközök régészeti lelőhelyei. A földtani térkép Gyalog et al. (2005) alapján készült.

**Fig. 1.:** Archaeological localities providing the polished stone tools of this study. The geological map is compiled after Gyalog et al. (2005)

A vizsgált terület egyrészt a Tokaji-hegység felől a Dunakanyarig húzódó ősi kereskedelmi útvonal (jelenlegi „M3” fő közlekedési útvonal) mentén, illetve attól északra terül el. Másrészt az északi irányú völgyekkel szabdaltnak terület közvetlen kapcsolatot jelentett a mai Szlovákia területei felé is, ahonnan értékes nyersanyagok (pl. Kárpátokon túli tűzkövek, csiszolt kőeszközök készítésére alkalmas metamorf kőzetek, mint szerpentinit, zöld- és kékpala, amfibolit) kerülhettek a Kárpát-medencébe, így az Alföldre is. A térség jelentőségét az is kiemeli, hogy az alföldi és a hegyvidéki régió találkozásánál, a déli és az északi népcsoportokkal kapcsolatot tartó kultúrák határterületén fekszik. Emellett a kelet-nyugati irányú, elsősorban a Dunántúllal való kapcsolat szempontjából is jelentős a terület, amit például Aszód és Szécsény esetében már jól ismerünk (T. Biró 1998). Mindent összevetve a Cserhát-Cserhátalja-Gödöllői-dombság-Mátraalja régió kulcsfontosságú a korabeli kapcsolatrendszer felderítésében, illetve a déli és északi hatások keveredési lehetőségeinek feltárásában.

### *A minták és a régészeti háttér*

A jelen tanulmányban tárgyalt 23 kőeszköz alapadatait (fotó, méret, forma és makroszkópos közzétani leírás, valamint feltételezett kronológiai besorolás, ahol ez megállapítható) az **1. táblázat** foglalja össze. Az eszközformák változatosak, azonban dominál a lapos vésőbalta (9 db) és a robosztus nyéllyukas balta (6 db). Ezek mellett a kaptafa (5 db) és a ritkább fokos alak (3 db) is előfordul.

A kőbalták lelőhelyeként rögzített 12 őskori régészeti lelőhely közül öt irodalomból ismert (Penc–Sügyipusztá-Hosszúföldek; Váchartyán–Gulya-dűlő (Meggy-berek); Valkó–Kásatető; Zsámbok–Hosszú-mezsgye; Nagytarcsa–Malomárok fölötti dűlő), míg négy csupán közöletlen kézirat formájában dokumentált (Ecséd–Gárdony 2; Ecséd–Mogyorós-hegy; Nagyréde–Közép-bérc; Kálló–Pusztahegy), illetve három lelőhelyről (Erdőtarcsa; Legénd–Halyagos-ér völgye; Szécsénke–Visak) egyáltalán nem jelent meg eddig írásos anyag. Négy lelőhely (É-ről D felé: Szécsénke, Legénd, Penc, Váchartyán) a Nyugat-Cserhát üledékes képződményein helyezkedik el, míg két lelőhely (Erdőtarcsa, Kálló) a vulkanikus kőzetekkel fedett Cserhátján, illetve másik három lelőhely (Ecséd, Nagyréde) a Mátraalján fekszik. Az üledékes kőzetekkel fedett Gödöllői-dombságból három lelőhelyről (Ny-ról K-re: Nagytarcsa, Valkó, Zsámbok) vizsgáltunk kőeszközöket. A lelőhelyek ismertetése a Cserhát, Cserhátalja, Mátraalja és Gödöllői-dombság sorrendben történik (**1. ábra**).

A 2008-ban Péntek Attila által leírt Szécsénke–Visak középső paleolit/korai felső paleolit lelőhely

déli oldalán egy csiszolt kőeszköz szórványlelet (2020.1.12.) került elő. A lelőhelytől északra, a balta megtalálási helyétől mintegy 350–400 m távolságra, a Szécsénke-patak nyugati oldalán számos fiatalabb őskori pattintott kő lelet fordul elő. Ezek a leletek a baltával együtt kisebb neolitikus megtelepülési foltra utalnak.

2015 tavaszán Péntek Attila Árpád kori (kerámialeletek alapján 10–13. századra keltezhető) faluhelyet írt le Legénd határában, Legénd–Halyagos-ér völgye néven. A korábban ismeretlen faluhely a Halyagos-ér két oldalán, menedékes lejtőn, mintegy 200 m szélességben és 600 m hosszúságban húzódik, részben mezőgazdasági művelés alatt áll, részben erdővel fedett. Feltehető, hogy a Halyagos-ér déli oldalán elhelyezkedő kis dombtetőn egy eddig ismeretlen, fiatalabb őskori lelőhely lehetett. Ehhez kapcsolódik a megvizsgált csiszolt kőeszköz (2020.1.10.), amely az Árpád kori faluhelyen átmenő földút mellett, a lelőhelytől délkeleti irányban 1000 m távolságra került elő.

2009 tavaszán kőeszköz pattintásra alkalmas kovakavicsokat is tartalmazó kavics előbukkanások kutatása során került napvilágra egy balta (2020.1.1.) Penc és Csővár között Penc–Sügyipusztá-Hosszúföldek lelőhely (MRT 9, 22/3) közelében. Bár már korábban is találtak felszínen csiszolt kőbaltát a területen (MRT 9, 22/3), a frissen szántott lelőhelyen ekkor ez az egyetlen csiszolt kőeszköz került elő őskori kerámiával együtt. A lelőhely a korábbi kutatás szerint többperiódusú, mivel ősköri, a Dunántúli Vonaldíszes Kerámia kultúrábeli („kottafejes” kerámia kultúra) és késő bronzkori (Urnasíros és Pilinyi kultúra) leletanyagot is azonosítottak. A csiszolt kőbalta valószínűleg bronzkori.

Váchartyán–Gulya-dűlő (Meggy-berek) (MRT 9, 34/8), több korszakos lelőhelyről egyetlen szórványleletként (2020.1.18.) egy csiszolt kőbalta került elő, melynek kora bizonytalan.

2017-ben terepbejárás során szórványleletként került elő az Erdőtarcsa északi részén húzódó platóra (Tarcasai-földek) vezető földúton a 2020.1.5. jelű lelet. A plató területén mintegy 2 km hosszan több helyen is a kora bronzkorra (Hatvani kultúra) keltezhető leletek találhatóak. A Kálló–Erdőtarcsa–Héhalom közötti terület igen gazdag Hatvani kultúrábeli emlékekben. Ezek minden valószínűség szerint kapcsolatba hozhatók az Erdőtarcsa–Daróci-hegy (Zandler 2008), illetve a Héhalom–Templomdomb (Bácsmegei & Sümegi 2005) területén található kora és/vagy középső bronzkori földvárakkal. A kőbalta a bronzkorra korolható.





A 2001 nyarán azonosított Kálló–Pusztahegy, késő felső paleolit/epipaleolit lelőhely (Péntek 2019) keleti végében, néhány fiatalabb őskori (neolitikus vagy bronzkori) lelet társaságában került







**1. táblázat:** A tárgyalat 23 kőbalta leltári adatai, makroszkópos leírása és vizsgálatai. Ásványnevek rövidítései: *am* amfibol, *chl* klorit, *fp* földpát, *ol* olivin, *px* piroxén, *preh* prehnit. Vizsgálatok rövidítései: MP makroszkópos petrográfia, MS mágneses szuszceptibilitás mérés, PGAA prompt gamma aktivációs analízis, TSP vékonyecsiszoltos mikroszkópos petrográfia, SEM-EDS pásztázó elektronmikroszkópia és energiadiszipatív spektrometria (OS eredeti felszínen, TS vékonyecsiszolatból)




**Table 1.:** Inventory data, macroscopic description and scientific investigations of the studied 23 polished stone tools. Mineral abbreviations: *am* amphibole, *chl* chlorite, *fp* feldspar, *ol* olivine, *px* pyroxene, *preh* prehnite. Abbreviations of methods: MP macroscopic petrography, MS magnetic susceptibility, PGAA prompt gamma activation analysis, TSP thin section microscopic petrography, SEM-EDS scanning electron microscopy with energy dispersive spectrometry (OS on original surface, TS in thin section)

Leltári szám	Eszközforma leírása	Méret	Makroszkópos kőzettani leírás	Lelőhely/ Gyűjtőhely földrajzi koordinátái (EOV)	Lelőhely korolása	Elvégzett vizsgálatok
2020.1.1. 	ovális-kerekded metszetű, kúpos nyéllyukas balta (fokos?) töredéke	40x37x36 mm	szürke-világosszürke, finomszemcsés tömött	Penc–Sügyipusztá-Hosszúföldek (MRT 9(MRT XIII/2.)/ Penc 22/3.) Koordináták: 667720, 271755	bronzkor	MP, MS, PGAA, TSP, SEM-EDS 2 (OS, TS)
2020.1.3A. 	nyéllyukas csiszolt balta fokrász, fúrás közben eltört	39x45x35 mm	barnásszürke, ofitos szövet, px kumulátumok, mállott fp, világos chl-preh erek	Ecséd–Gárdony 2 Koordináták: 705060, 266524	rézkor	MP, MS, PGAA, TSP, SEM-EDS 1 (TS)
2020.1.4. 	vaskos, vésőbaltából felújított eszköz, tompa éllel és fokkal	57x37x16 mm	sárgásszürke, mállott felületű, porfíros szövetű, finomszemcsés alanyaggal, fp porfirok, chl	Ecséd–Mogyorós-hegy Koordináták: 705833, 266186	neolitikum	MP, MS, PGAA, SEM-EDS 1 (OS)
2020.1.5. 	közel párhuzamos élű ékvéső, valószínűleg nagyobb kaptafa alakú eszökből felújított	37x27x7 mm	szürke-zöldes szürke, erősen mállott, vékony palás, finomszemcsés am, fp	Erdőtarcsa – földút Koordináták: 686434, 269799	kora bronzkor (Hatvani kultúra)	MP, MS, PGAA, TSP, SEM-EDS 1 (TS)



Leltári szám	Eszközforma leírása	Méret	Makroszkópos kőzettani leírás	Lelőhely/ Gyűjtőhely földrajzi koordinátái (EOV)	Lelőhely korolása	Elvégzett vizsgálatok
2020.1.7. 	lapos ékvéső, foka töredékes	67x50x12 mm	világosszürke, mállott, matt felületű, porfíros, folyásos szövetű, ol és fp porfírok	Kálló – Ph. 5 (Pusztahegy) Koordináták: 683634, 266061	neolitikum	MP, MS, PGAA, TSP, SEM-EDS 2 (OS, TS)
2020.1.8. 	nyéllyukas balta fokrész	35x65x57 mm	sárgásszürke, mállott, érdes felületű, porfíros szövetű, fp, px porfírok, finomkristályos alapanyag	Nagyréde–Közép-bérc Koordináták: 706197, 267846	neolitikum	MP, MS, PGAA, TSP, SEM-EDS 1 (TS)
2020.1.10. 	trapéz alakú ékvéső	36x28x6 mm	szürke-világos szürke, foltos, irányítatlan szövetű	Legénd–Halyagos-ér völgye Koordináták: 669859, 284171	bronzkor	MP, MS, PGAA, SEM-EDS 1 (OS)


Leltári szám	Eszközforma leírása	Méret	Makroszkópos kőzettani leírás	Lelőhely/ Gyűjtőhely földrajzi koordinátái (EOV)	Lelőhely korolása	Elvégzett vizsgálatok
2020.1.11. 	fokos jellegű v. kaptafa alakú átfűrt kőbaltatöredéke	150x39x22 mm	szürke, matt felületű, finoman palás	Nagytarcsa–Malomárok fölötti dűlő (MRT 11 (MRT XIII/3.)/Nagytarcsa 18/13.) Koordináták: 667250, 241200	rézkor	MP, MS, PGAA, SEM-EDS 1 (OS)
2020.1.12. 	nyéllyukas balta (oldal) töredéke	80x28x25 mm	sárgásszürke, mállott, érdes felületű, sávós	Szécsénke–Visak Koordináták: 670746, 285525	neolitikum	MP, MS, PGAA, TSP, SEM-EDS 1 (TS)
2020.1.13. 	nagy méretű, vaskos vésőbaltatöredéke	150x70x48 mm	szürke, mállott felületű, porfíros szövetű	Valkó – T1 MRT 11 (MRT XIII/3.)/Valkó 26/14. Kásatető Koordináták: 687578, 246194	neolitikum	MP, MS, PGAA
2020.1.14A. 	nyéllyukas csiszolt vésőbaltatöredéke	60x39x20 mm	sötétszürke, jól polírozott felületű, szubofitos szövetű, fp, am/px	Valkó – T2 MRT 11 (MRT XIII/3.)/Valkó 26/13. Kásatető Koordináták: 686952, 246509	kora bronzkor (Hatvani kultúra)	MP, MS, PGAA, TSP, SEM-EDS 2 (OS, TS)

Leltári szám	Eszközforma leírása	Méret	Makroszkópos kőzettani leírás	Lelőhely/ Gyűjtőhely földrajzi koordinátái (EOV)	Lelőhely korolása	Elvégzett vizsgálatok
2020.1.14B. 	nyéllyukas csiszolt balta éltöredéke	59x38x22 mm	zöld, szálás ásványokból álló, zsíros tapintású	Valkó – T2 MRT 11 (MRT XIII/3.)/Valkó 26/13. Kásatető Koordináták: 686952, 246509	kora bronzkor (Hatvani kultúra)	MP, MS, PGAA, TSP, SEM-EDS 2 (OS, TS)
2020.1.15A. 	kaptafa alakú balta	75x25x26 mm	zöldesszürke, erősen palás	Valkó –T4 MRT 11 (MRT XIII/3.)/ Vácszentlászló 25/6. Kásatető Koordináták: 688040, 245979	kora bronzkor (Hatvani kultúra)	MP, MS, PGAA, SEM-EDS 1 (OS)
2020.1.15B. 	kaptafa alakú balta	85x25x29 mm	sötétszürke, porfíros szövetű, ol és px porfirok	Valkó –T4 MRT 11 (MRT XIII/3.)/ Vácszentlászló 25/6. Kásatető Koordináták: 688040, 245979	kora bronzkor (Hatvani kultúra)	MP, MS, PGAA, SEM-EDS 1 (OS)
2020.1.15C. 	kaptafa alakú balta	60x33x16 mm	zöldesszürke, erősen palás	Valkó –T4 MRT 11 (MRT XIII/3.)/ Vácszentlászló 25/6. Kásatető Koordináták: 688040, 245979	kora bronzkor (Hatvani kultúra)	MP, MS, PGAA, SEM-EDS 1 (OS)
2020.1.15D. 	kaptafa alakú balta	71x22x16 mm	zöldesszürke, erősen palás	Valkó –T4 MRT 11 (MRT XIII/3.)/ Vácszentlászló 25/6. Kásatető Koordináták: 688040, 245979	kora bronzkor (Hatvani kultúra)	MP, MS, PGAA, SEM-EDS 1 (OS)
2020.1.15E. 	felújított ékvéső	40x33x10 mm	szürke, sötétszürke, erősen palás	Valkó –T4 MRT 11 (MRT XIII/3.)/ Vácszentlászló 25/6. Kásatető Koordináták: 688040, 245979	kora bronzkor (Hatvani kultúra)	MP, MS, PGAA, SEM-EDS 1 (OS)

Leltári szám	Eszközforma leírása	Méret	Makroszkópos kőzettani leírás	Lelőhely/ Gyűjtőhely földrajzi koordinátái (EOV)	Lelőhely korolása	Elvégzett vizsgálatok
2020.1.15F. 	trapéz alakú ékvéső lekerekített fokkal	41x41x6 mm	zöldesszürke, gyengén palás	Valkó –T4 MRT 11 (MRT XIII/3.)/ Vácszentlászló 25/6. Kásatető Koordináták: 688040, 245979	kora bronzkor (Hatvani kultúra)	MP, MS, PGAA, SEM-EDS 1 (OS)
2020.1.16A. 	lapos vésőbalta foktöredék	50x55x14 mm	sötétszürke, matt felületű, porfiros szövetű, ol porfirok	Vácszentlászló - (Valkó) Kásatető, Valkó T2 (MRT 11 (MRT XIII/3.)/Valkó 26/13. Kása-tető) Koordináták: 686952, 246509	neolitikum	MP, MS, PGAA, TSP, SEM-EDS 1 (TS)
2020.1.16B. 	ovális metszetű fokos, átfúrás kezdeménnyel	130x35x30 mm	szürke, mállott, érdes felületű, szubofitos szövetű, px, fp	Vácszentlászló - (Valkó) Kásatető, Valkó T2 (MRT 11 (MRT XIII/3.)/Valkó 26/13. Kása-tető) Koordináták: 686952, 246509	neolitikum vagy kora bronzkor (Hatvani kultúra)	MP, MS, PGAA, SEM-EDS 1 (OS)



Leltári szám	Eszközforma leírása	Méret	Makroszkópos kőzettani leírás	Lelőhely/ Gyűjtőhely földrajzi koordinátái (EOV)	Lelőhely korolása	Elvégzett vizsgálatok
2020.1.18.  2020.1.18. Váchartyán 8/a	nyéllyukas balta éltöredéke	50x32x40 mm	mállott, barna, limonitos, porfíros szövetű, fp porfirok	Váchartyán–Gulya-dűlő (Meggy-berek) (MRT 9 (MRT XIII/2.)/Váchartyán 34/8. és 34/36.) Koordináták: 666554, 262980	neolitikum	MP, MS, PGAA, TSP, SEM-EDS 2 (OS, TS)
2020.1.24.  2020.1.24. Zsámbok-Lovacs-kás	kaptafa alakú csiszolt balta	170x40x43 mm	sötétszürke, nagyon finomszemcsés tömött, csillámmal	Zsámbok–Lovacs-kás (MRT 11 (MRT XIII/3.)/Zsámbok 28/15. Hosszú-mezsgye) Koordináták: 689129, 245859	neolitikum	MP, MS, PGAA, TSP

Leltári szám	Eszközforma leírása	Méret	Makroszkópos kőzettani leírás	Lelőhely/ Gyűjtőhely földrajzi koordinátái (EOV)	Lelőhely korolása	Elvégzett vizsgálatok
2020.1.25. 	félkész vésőbalta (?)	175x45x40 mm	mállott felületen világosszürke, üdén sötétszürke, finomkristályos	Zsámbok–Lovacska (MRT 11 (MRT XIII/3.)/Zsámbok 28/15. Hosszú-mezsgye) Koordináták: 689129, 245859	?	MP, MS, PGAA

elő egy csiszolt köeszköz (2020.1.7.), kerámia anyag nélkül. Kulturális besorolása bizonytalan.

2017 tavaszán Ecséd (Heves megye) település keleti részén, Gárdony, illetve Mogyorós-hegy határrészek területén Péntek Attila több, technológiai és tipológiai szempontból a korai felső paleolitikumba sorolható lelőhelyet azonosított (Péntek 2020a). A 2020.1.3A. jelű töredékes balta a lelőhely déli peremén több fiatalabb őskori (rézkori?) lelet (pengék, mikropengék/lamellák) társaságában került elő, kerámia anyag nélkül, így kora bizonytalan. A 2020.1.4. jelű csiszolt köeszköz a Mogyorós-hegy 2 nevű lelőhely keleti peremén, a 76-4014 magassági ponttól délkeleti irányban mintegy 60 méterre, a korai paleolit leletek között, néhány fiatalabb őskori (neolit vagy rézkori) lelet társaságában került elő, kerámia anyag nélkül, kora bizonytalan.

A 2017 tavaszán azonosított Nagyréde–Közép-bérc korai felső paleolit lelőhely (Péntek 2020b) északnyugati peremén, a Csevice-völgyre enyhén lejtő, szőlőművelés alatt álló területen szórányleletként került elő egy csiszolt köeszköz (2020.1.8.). Más fiatalabb őskori lelet vagy kerámia anyag hiányában kora bizonytalan, azonban a közelben több helyen is előfordul fiatalabb őskori (neolitikus vagy rézkori) pattintott kő anyag.

Nagytarcsa–Malomárok fölötti dülő (MRT 11 18/13) lelőhely területén Nagytarcsa déli részén egy csiszolt kőbalta (2020.1.11.) került elő 2002-ben. A rossz gyűjtési körülmények miatt kora bizonytalan, rézkori vagy bronzkori lehet. A leletet néhány, valószínűsíthetően bronzkori kerámia kísérte.

Valkó–Vácszentlászló településhatár térségéből összesen 11 csiszolt kőbalta került elő (2020.1.13, 14A-B., 15A-F., 16A-B.), amelyek Valkó–Kásatető (MRT 11, 26/14 és 25/6) több korszakos lelőhelyhez köthetők. Az MRT topográfia rögzítette Péntek Attila gyűjtői tevékenységét, aki a területet T1, T2, T4 munkaszámú részekre bontotta. A leletek kora bizonytalan, feltehetően neolitikumiak vagy kora bronzkoriak (Hatvani kultúra).

Zsámbok határából két csiszolt köeszköz (2020.1.24. és 25.) került elő a „Lovacsás” elnevezésű (a lelőhelyen talált kis kelta lószobrocska miatt) területről, amely Zsámbok–Hosszú-mezsgye (MRT 11, 28/15) több korszakos lelőhelyhez köthető.

### Vizsgálati módszerek

Az alapvető, roncsolásmentes vizsgálatoknak mind a 23 mintát alávetettük. Ez magába foglalta a makroszkópos közettani leírást, a mágneses szuszceptibilitás (MS) mérést és a prompt gamma aktivációs (PGAA) teljes közet kémiai méréseket. Az energiadisziperzív spektrométerrel kombinált elektronmikroszkópos (SEM-EDS) méréseket húsz mintán végeztük el. Három kőbaltából azok épsége

miatt nem lehetett mintát venni, illetve nagy méretük és jelentős tömegük miatt nem lehetett elektronmikroszkópban eredeti felszín módszerrel (Bendő et al. 2013) sem vizsgálni. A húsz mintából öt esetben lehetőség volt mind az eredeti felszín (*original surface*, OS) (Bendő et al. 2013), mind roncsolásos mintavételezéssel vékonycsiszolatos (*thin section*, TS) vizsgálatokra is. Ezekben az esetekben a közetfelszín mállottságából adódó eltérések tanulmányozására is mód adódott. Öt balta esetében csak vékonycsiszolatból, tehát roncsolásos mintavétellel történt SEM-EDS (TS) vizsgálat, míg tíz baltán kizárólag eredeti felszínen végeztünk méréseket (SEM-EDS (OS)). A nyert ásványkémiai adatok feldolgozásakor, a vastartalom ( $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$  arány) a mért,  $\text{Fe}^{3+}$  formában közölt nyers adatokból az adott ásványfázisra alkalmazható sztöchiometria alapján került átszámolásra.

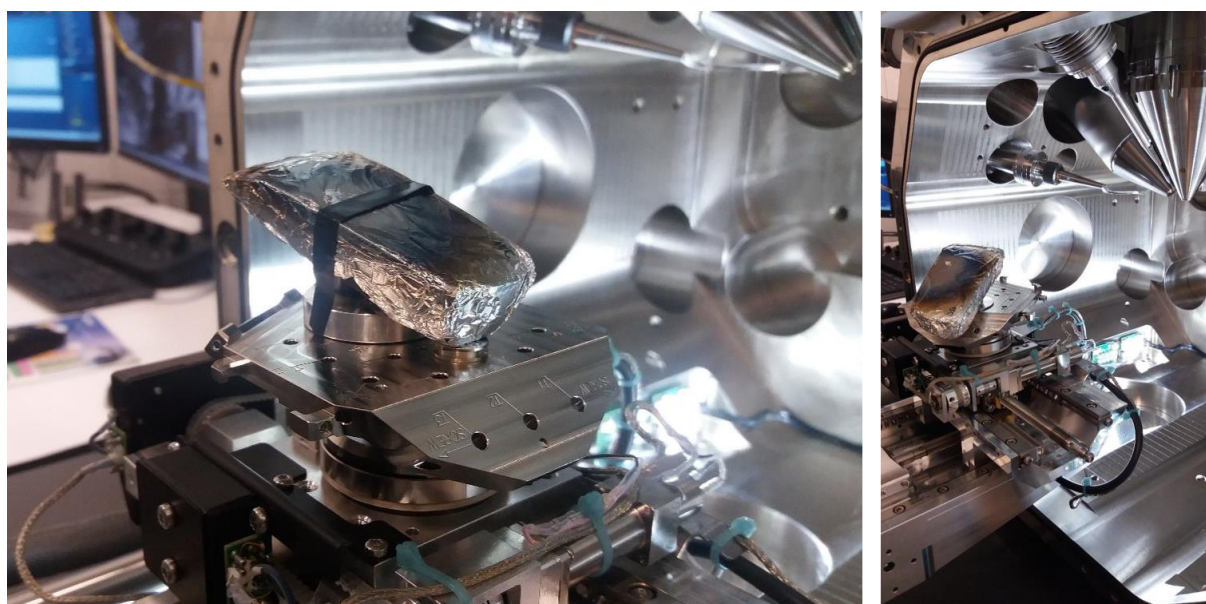
A vizsgálat első lépése minden esetben a makroszkópos közettani leírás volt. Roncsolásos mintavétel esetén a vékonycsiszolatokat Leitz Laborlux 11 Pol S típusú polarizációs mikroszkóppal vizsgáltuk, a mikroszkópi felvételeket Nikon Optiphot2-POL mikroszkóppal (NIS Elements szoftver) készítettük. Az MS mérést Kappameter KT-5 típusú hordozható készülékkel végeztük, a végső MS értékeket felület- és vastagságkorrekció alkalmazásával számítottuk (Williams-Thorpe et al. 2000; Bradák et al. 2005, 2009; Szakmány et al. 2011b). A PGAA mérések a Budapesti Neutron Központ (ELKH Energiatudományi Kutatóközpont) berendezésén készültek (Szentmiklósi et al. 2010). Az  $1,2 \times 10^8 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  neutron fluxusú, 24–44 mm<sup>2</sup>-esre kollimált neutron nyaláb gerjesztette gamma sugárzás a detektálást követően feldolgozásra került (Révay 2009) és a teljes minta anyagára jellemző fő-, mellék- és részben nyomelem összetételét meghatározta. A szilikát anyagú közetfélék esetében a PGAA módszer kiválóan alkalmas a közetek tágabb kategóriáinak meghatározására (pl. Szakmány & Kasztovszky 2004; Kasztovszky et al. 2008; Szakmány et al. 2011a).

Az elektronmikroszkópos méréseket két esetben az ELTE Közettan-Geokémiai Tanszékének korábbiakban már publikált berendezésén, egy AMRAY-1830 típusú SEM-EDS elektronmikroszkópon végeztük (a műszer jellemző adatait lásd pl. Bendő et al. 2013, Szakmány et al. 2016). A minták nagy részét az erre a célra először alkalmazott Thermo Scientific Scios2 Dual Beam elektronmikroszkópon vizsgáltuk, amely az Energiatudományi Kutatóközpont (EK) Nanoérzékelők Laboratóriumában üzemel. A berendezés nagy mintakamra belső mérettel (38 x 33 cm) rendelkezik, így az ELTE-n alkalmazott mikroszkóphoz hasonlóan, a szokványos méretű kőbalták egészben,

roncsolásmentesen mérhető benne (**2. ábra**). A mintatartó asztal horizontálisan (X és Y irányban) 110–110 mm-t mozgatható, és 500–2000 grammal terhelhető a mozgatható jellegének függvényében. A mintakamra méretével összemérhető nagyságú minta csak korlátozottan mozgatható, legfeljebb 110 x 110 mm-es minta esetén lehet a teljes felületet vizsgálni. Így az EK elektronmikroszkópjával 15 cm maximális hosszúságú és 8 cm maximális vastagságú tárgyak vizsgálhatók biztonsággal. A Ga<sup>+</sup> ionos fókuszált ionsugárral (FIB) felszerelt Schottky téremissziós elektronforrású pásztázó elektronmikroszkópon a méréseket 20 keV sugárenergia és 1,6 nA sugáráram paraméterek mellett és 10<sup>-5</sup>–10<sup>-7</sup> mbar nagyságrendű vákuumban végeztük. A kőbaltákról visszaszórt elektronképeket készítettünk a

mikroszkóp elektronoptikai oszlopának pólussarujába épített T1 nevű InLens visszaszórt elektron detektorral. A kémiai összetétel méréseket Oxford X-max 20 SDD EDS detektorral végeztük.

Az ELTE AMRAY elektronmikroszkópján 20 kV gyorsítófeszültséggel és 1 nA mintaárammal dolgoztunk 10<sup>-5</sup> mbar mintakamra nyomáson. Ez a műszer régebbi kivitelű, a detektor előtt elhelyezkedő Be-ablak miatt a Na meghatározása nagy, míg a Mg és Al kvantifikálása kisebb hibával terhelt, amelyet azonban természetes ásványtenderdek használatával ki tudunk küszöbölni. A két műszer közti technikai különbségek nem okoznak eltéréseket a mérési eredményekben, amiről korábban összehasonlító mérésekkel győződöttünk meg.



**1. ábra:** A vizsgálathoz alumínium fóliába csomagolt, csak egy kisméretű ablakban szenezett, 2020.1.15B. számú minta az Energiatudományi Kutatóközpont Thermo Scientific Scios2 Dual Beam típusú pásztázó elektronmikroszkópjának mintatartóján. A műszer nagy mintakamrájának köszönhetően alkalmas teljes csiszolt kőbalták vizsgálatára a Bendő et al. (2013) által kifejlesztett eredeti felszín (OS) módszerrel.

**Fig. 2.:** Sample No. 2020.1.15B. wrapped in aluminium foil, carbon coated in a small window and positioned on the stage of the Thermo Scientific Scios2 Dual Beam type scanning electron microscope (Centre for Energy Research). Due to the large sample chamber, the microscope is suitable for non-destructive investigation of complete polished stone tools applying the original surface (OS) method developed by Bendő et al. (2013).

### Eredmények és értelmezés

Eredményeinket az azonosított kőzetcsoportok szerint ismertetjük. Négy nagy csoportot határoztunk meg, emellett önállóan említjük azokat a típusokat, amelyek csak 1-1 példánnyal fordultak elő a vizsgálati anyagban. A teljes kőzetkémiai mérések eredményeit, a jellemző fő-, mellék- és részben nyomelem összetételeket a **2. táblázat** tartalmazza.

### Kontakt metabázitok

A vizsgált leletcsoportból nyolc minta (2020.1.5, 10, 12, 15A, 15C, 15D, 15E, 15F) sorolható a kontakt metabázitok közé, ezek két típusra bonthatók. Az erdőtarcsai lelet (2020.1.5.), illetve a legtöbb Valkó T4 lelőhelyről származó balta (2020.1.15A, 15C, 15D, 15E, 15F) erősen palás, finomszemcsés szövetű, sötétzöld-szürke kőzet, amely kis MS értékeket (0,56–1,09 × 10<sup>-3</sup> SI) mutat. Emellett kis alkália-, nagy CaO és

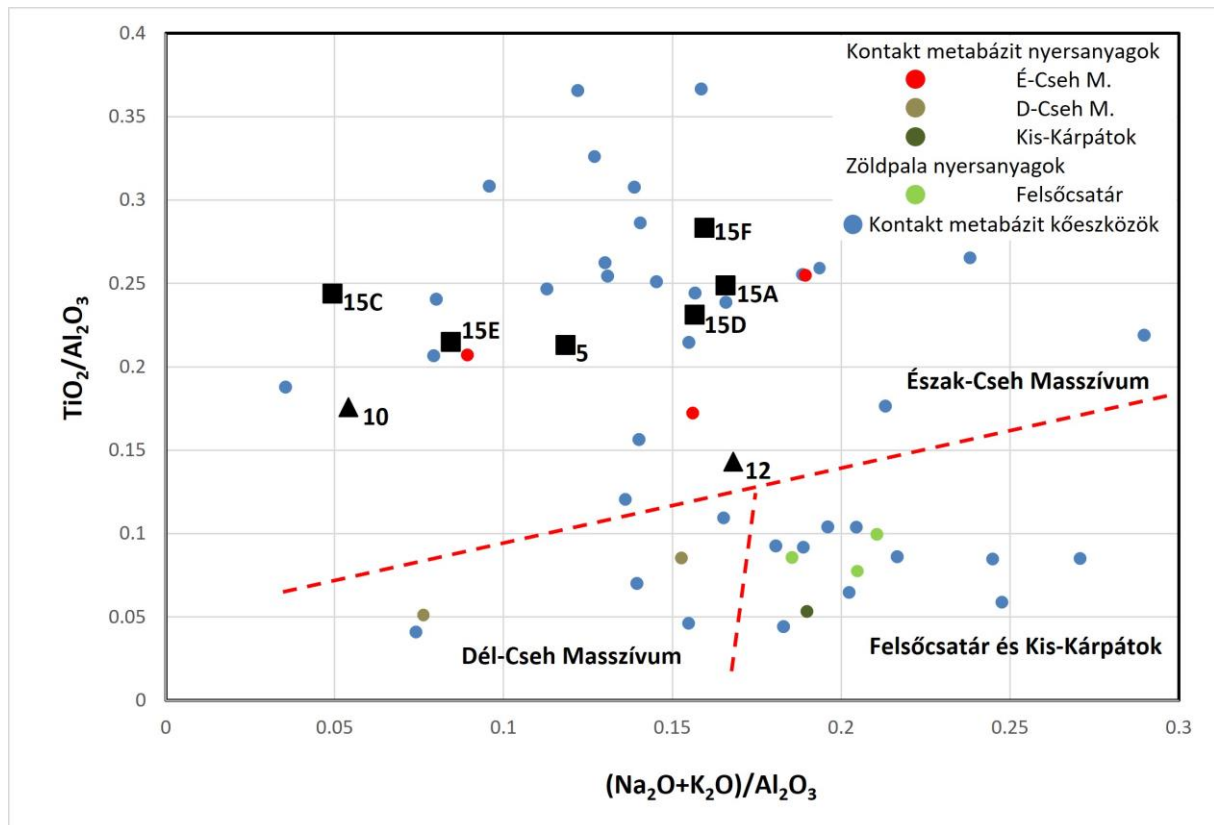
**2. táblázat:** A 23 csiszolt kőeszköz PGAA módszerrel meghatározott teljes kémiai összetétele és a roncsolásmentes vizsgálatok alapján meghatározott elsődleges kőzettípusok. A főelemek oxidos formában és tömegszázalék (m%) mértékegységben, a nyomelemek µg/g mértékegységben szerepelnek.

**Table 2.:** Bulk chemical composition of the 23 polished stone tools by PGAA, and the primary rock classification based on the non-destructive methods. Major elements are given in oxide form and weight percentage (m%), trace elements are given in µg/g.

	Kőzettípus	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	B	Cl	Sc	V	Cr	Co	Ni	Nd	Sm	Gd
	<i>DL</i>	2,5	0,05	1,5	0,20	0,02	0,7	0,5	0,05	0,03	0,001	0,10	0,3	10	6	50	100	90	200	5	0,1	0,05
<b>2020.1.1.</b>	kovás tufit	78,5	0,157	4,6	6,54	<DL	<DL	7,6	<DL	0,19	2,379	<DL	15,1	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	256	36,8	69,0
<b>2020.1.3A.</b>	metadolerit	49,2	1,572	14,0	12,36	0,257	6,5	7,9	3,88	<DL	4,287	<DL	24,3	<DL	42	322	<DL	<DL	<DL	<DL	2,8	4,4
<b>2020.1.4.</b>	metavulkanit	53,7	2,007	13,6	9,65	0,199	6,8	5,2	2,88	3,54	2,304	<DL	14,4	88	<DL	<DL	379	203	<DL	62	6,4	8,1
<b>2020.1.5.</b>	kont. metabázit	52,4	2,382	11,2	11,41	0,244	9,2	10,3	1,32	<DL	1,534	<DL	2,9	53	18	354	<DL	<DL	<DL	164	3,6	4,8
<b>2020.1.7.</b>	bazalt	51,4	1,524	17,9	8,06	0,175	5,3	6,6	4,94	2,67	1,313	<DL	2,9	70	<DL	259	<DL	127	<DL	49	4,1	4,3
<b>2020.1.8.</b>	andezit	58,8	0,723	16,5	7,51	0,106	3,5	6,1	2,53	1,75	2,457	<DL	38,5	166	<DL	180	<DL	<DL	<DL	<DL	5,3	5,2
<b>2020.1.10.</b>	kont. metabázit	47,7	1,838	10,4	14,83	0,204	16,6	4,7	<DL	0,56	2,893	0,20	13,2	89	<DL	234	<DL	91	<DL	<DL	2,9	3,6
<b>2020.1.11.</b>	kvarcfillit	61,5	0,891	15,9	7,01	0,086	3,8	0,8	2,63	3,10	4,254	<DL	51,1	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	6,1	5,6
<b>2020.1.12.</b>	kont. metabázit	49,0	1,674	11,7	14,38	0,163	11,8	6,0	1,52	0,44	2,203	1,05	5,2	75	<DL	<DL	<DL	154	<DL	61	4,4	3,9
<b>2020.1.13.</b>	andezit	57,3	0,807	18,4	8,04	0,127	1,6	7,0	3,54	1,94	1,108	<DL	4,6	219	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	4,5	4,8
<b>2020.1.14A.</b>	dolerit	50,8	1,174	14,8	10,57	0,265	7,8	8,4	2,68	1,30	2,049	<DL	74,0	321	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	2,1	3,3
<b>2020.1.14B.</b>	szerpentin	43,5	<DL	1,7	7,52	0,086	34,5	<DL	<DL	<DL	11,905	<DL	34,5	<DL	<DL	<DL	2682	296	2070	<DL	23,9	3,6
<b>2020.1.15A.</b>	kont. metabázit	50,8	3,385	13,6	13,03	0,137	6,6	8,3	2,18	0,07	1,060	0,82	1,8	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	1,0	7,5
<b>2020.1.15B.</b>	bazalt	47,6	1,768	17,9	8,10	0,150	6,2	8,0	5,56	3,31	1,133	<DL	4,1	1939	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	58	4,6	4,6
<b>2020.1.15C.</b>	kont. metabázit	50,1	3,118	12,8	12,99	0,178	9,0	9,9	0,56	0,07	1,116	<DL	2,3	<DL	<DL	336	<DL	166	<DL	54	4,8	5,6
<b>2020.1.15D.</b>	kont. metabázit	50,2	3,063	13,2	12,90	0,153	7,2	9,8	1,99	0,08	1,262	<DL	2,9	53	<DL	388	<DL	349	<DL	<DL	4,9	7,0
<b>2020.1.15E.</b>	kont. metabázit	48,6	3,060	14,2	13,33	0,184	8,0	10,1	0,99	0,21	1,237	<DL	4,8	<DL	<DL	363	<DL	176	<DL	53	5,0	6,0
<b>2020.1.15F.</b>	kont. metabázit	51,3	3,577	12,6	13,29	0,168	6,0	9,7	2,01	<DL	1,129	<DL	3,3	23	<DL	371	<DL	327	<DL	64	5,8	6,7
<b>2020.1.16A.</b>	bazalt	48,1	2,101	15,2	10,72	0,140	7,4	8,2	4,57	2,32	1,079	<DL	3,4	981	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	45	4,3	4,4
<b>2020.1.16B.</b>	metadolerit	49,0	1,905	14,1	11,59	0,244	7,4	7,4	4,53	0,05	3,710	<DL	11,4	34	<DL	515	<DL	<DL	<DL	<DL	2,3	3,5
<b>2020.1.18.</b>	andezit	51,1	0,675	21,3	6,97	0,142	3,8	11,1	1,93	1,08	1,800	<DL	6,5	19	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	1,9	2,5
<b>2020.1.24.</b>	metaaleurolit	59,0	0,707	15,4	5,56	0,124	3,0	9,1	1,88	3,26	2,031	<DL	16,9	<DL	<DL	165	<DL	<DL	<DL	<DL	5,9	5,2
<b>2020.1.25.</b>	bazalt	49,1	1,915	17,6	9,46	0,159	4,8	7,9	5,30	2,50	1,223	<DL	2,7	1435	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	7,0	5,1

viszonylag nagy  $\text{TiO}_2$ -tartalommal jellemezhető (2. táblázat, 3. ábra). Részletes petrográfiai és SEM-EDS vizsgálatuk alapján tömeges megjelenésű, aktinolit, magnezio-hornblende, esetenként cummingtonit összetételű, a végső fázisban orientálatlanul nőtt tús amfibolokból állnak, amelyek mellett jelentős mennyiségben bázisos összetételű plagioklász (labradorit-bytownit) (Melléklet - 1. és 2. táblázat), kevesebb kvarc, (Mn-tartalmú) ilmenit, akcesszóriaként apatit, kalkopirit és ritkán allanit fordul elő. A kémiai és ásványos összetétel hasonlósága alapján

ez a típusú kontakt metabázit igen jelentős mennyiségben fordul elő a közép-európai, ezen belül a magyarországi neolitikus kőeszközök között (elsősorban a vonaldíszes kerámia és a kora lengyeli kultúrák közötti időszakban; Přichystal 2015). A nyersanyag az Észak-Cseh Masszívumhoz (Krkonoše-Jizera Kritályos Masszívum) köthető (Šída & Kachlík 2009; Szakmány 2009; Szakmány et al. 2011a; Přichystal 2013, 2015). Az amfibolok és plagioklászok változatos összetétele elsősorban a kontaktustól való távolságot, így a régió belüli eltérő lelőhelyeket jelezheti.

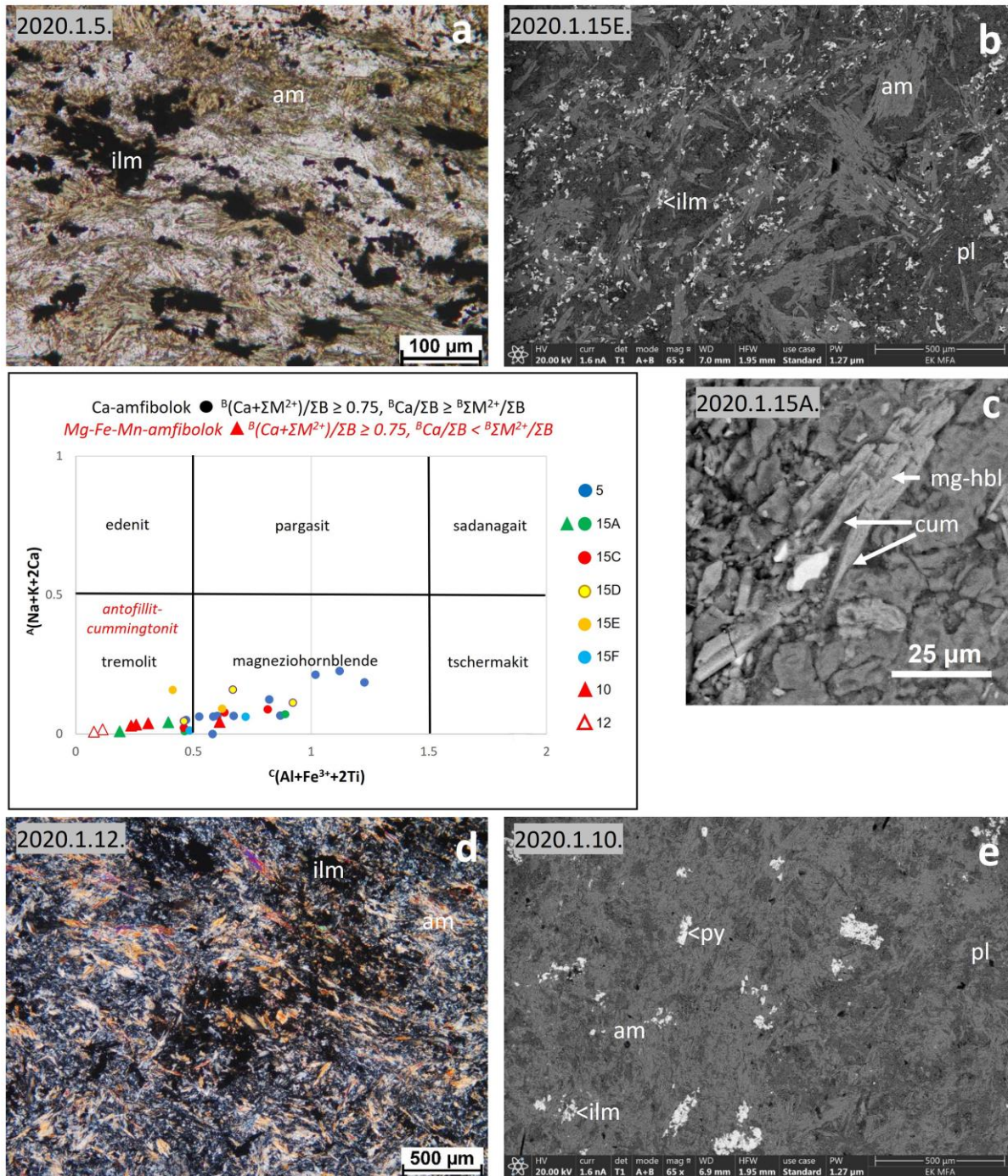


**2. ábra:** A kontakt metabázit anyagú kőbalták teljes kőzet kémiai összetétele a  $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ - $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$  diagramon. Az Észak- és Dél-Cseh Masszívum, valamint a Kis-Kárpátok kontakt metabázit, illetve a hasonló makroszkópos megjelenésű Felsőcsatári zöldpala nyersanyagainak és korábban közölt kontakt metabázit kőeszközök összetételeit Szakmány et al. (2011a) alapján ábrázoltuk.

**Fig. 3.:** Bulk elemental composition of the contact metabasite tools on the  $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ - $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$  diagram. Comparative data on geological and archaeological samples are published in Szakmány et al. (2011a).

További két balta (2020.1.10, 12) sorolható még a kontakt metabázitokhoz, amelyeknek kémiai összetétele ugyan hasonlóan bázisos jellegű, mint a fentebb említett mintáké, azonban kisebb  $\text{TiO}_2$ - és nagy  $\text{MgO}$ -tartalom jellemzi őket (2. táblázat, 3. ábra). Emellett azoknál kisebb MS értékeket ( $0,48$ - $0,60 \times 10^{-3}$  SI) mutatnak. Szövetük gyengén irányított, csomós jellegű, a csomókat irányítatlan sugaras-tús amfibolok alkotják. A kőzet anyagát tömeges és tús antofillit vagy cummingtonit, illetve relik (aktinolit-hornblende összetételű) amfibolok adják, amelyek mellett bázisos

plagioklász, muszkovit, (Mn-tartalmú) ilmenit, kevés titanit és rutil, illetve jelentős mennyiségű apatit, pirit és ritkán albit fordulnak elő (4. ábra, Melléklet - 1. és 2. táblázat). Ez a kontakt metabázit típus a Kis-Kárpátok kontakt metabázit-metaultrabázit kőzeteihez (Hovorka et al. 1997, Ivan et al. 2001, Méres et al. 2004), illetve az Észak-Cseh Masszívum cummingtonitos összetételű amfibolitos tartalmazó kontakt metabázitjaihoz (Kereskényi 2021) hasonló. Pontosabb meghatározás további vizsgálatokkal lehetséges.



**4. ábra:** A kontakt metabázit kőbalták két típusa (a-c) az Észak-Cseh Masszívumból és (d-e) azonosítatlan forrásból (Kis-Kárpátok/egyéb Észak-Cseh masszívumi kontakt metabázitok?). Mikroszkóp szöveti (a - PPL, d - XPL) és visszaszórt elektronképek (b, c, e), illetve az amfibolok kémiai összetétele az  $A(Na+K+2Ca)$  vs.  $C(Al+Fe^{3+}+2Ti)$  diagramon ábrázolva (Hawthorne et al. 2012). Ásványnevek rövidítései: *am* amfibol, *ilm* ilmenit, *pl* plagioklász, *py* pirit, *mg-hbl* magneziohornblende, *cum* cummingtonit.

**Fig. 8.:** Microfabric of contact metabasite polished stone tools from (a-c) the Northern Czech Massive and (d-e) an unknown source (Little Carpathians?/other Northern Czech Massive type metabasite?). Polarizing microscopic images (a - PPL, d - XPL), back scattered electron images (b, c, e) and the chemical composition of amphiboles on the  $A(Na+K+2Ca)$  vs.  $C(Al+Fe^{3+}+2Ti)$  diagram (Hawthorne et al. 2012). Mineral abbreviations: *am* amphibole, *ilm* ilmenite, *pl* plagioclase, *py* pyrite, *mg-hbl* magnesio-hornblende, *cum* cummingtonite.

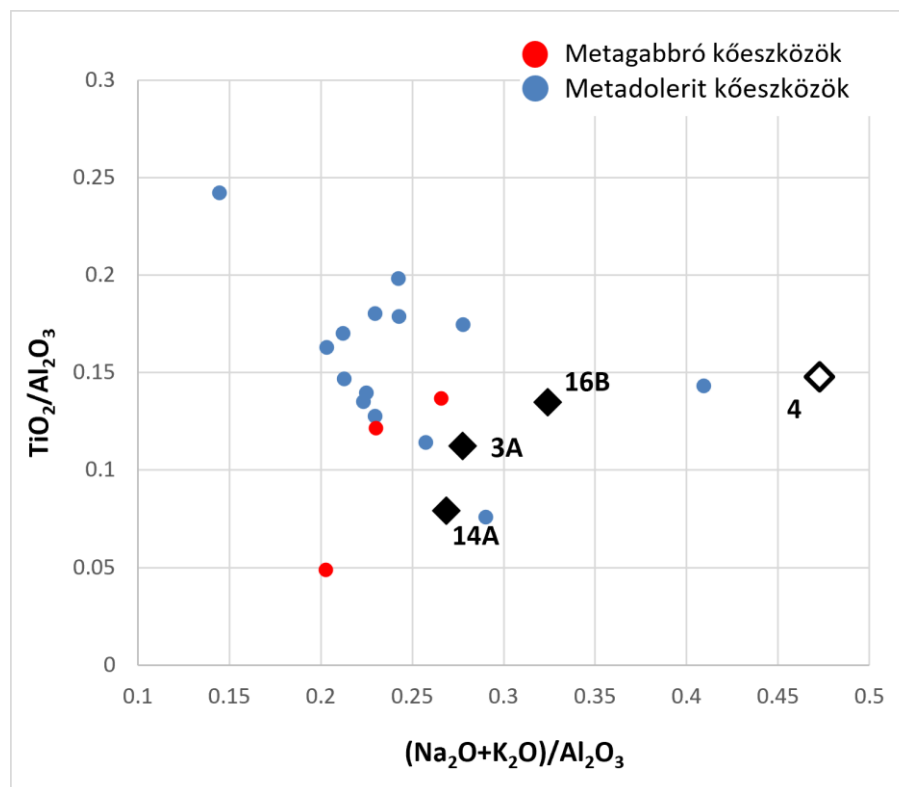
### Metaszubvulkanitok

A vizsgált leletsoportból négy minta (2020.1.3A, 4, 14A, 16B; Ecséd és Valkó térségéből) sorolható a metaszubvulkanitok közé. Makroszkóposan eltérő megjelenésű kőzetekről van szó, sárgásszürke (2020.1.3A, 4) vagy sötétszürke (2020.1.14A, 16B) színnel és változatos ásványos összetétellel. A mintákra jellemző a mikroholokristályos vagy szubofitos-ofitos szövet, amely egyértelműen szubvulkáni, esetleg telér eredetű kőzetekre utal. Az MS értékek többségükben kicsik ( $0,40\text{--}0,46 \times 10^{-3}$  SI), míg egy esetben (2020.1.14A.) nagy ( $8,50 \times 10^{-3}$  SI). A teljes kémiai adatok alapján bázisos összetételűek, változó alkália tartalommal (**2. táblázat, 5. ábra**), amely a korábban publikált metaszubvulkanit anyagú, dolerit-metagabbró kőszközők összetételével (Szakmány et al. 2011a) nem mutat átfedést, azonban a 2020.1.4. számú minta kivételével azokéhoz viszonylag közel helyezkedik el.

Két kőbalta (2020.1.3A, 16B) anyaga ofitos(-szubofitos) szövetű, kumulátumos eredetű metadolerit (**6.a-b ábra**) kis MS értékekkel, amelynek ásványos összetételét a SEM-EDS

vizsgálatok pontosan meghatározták. A metadolerit agyagásványosodott-kloritosodott, relikta augitos összetételű klinopiroxénből, albit-pumpellyit csomókból (eredeti plagioklász helyén), kevés kvarcból, kloritból (olivin utáni pszeuromorfóza), illetve opakásványokból (leukoxénes, titanitosodó ilmenit, Fe-oxid) és akcesszóriákból (apatit, cirkon) áll (**Melléklet - 3. táblázat**). Másodlagosan, erekben prehnit és kvarc fordulnak elő. Ez a kőzetösszetétel és szövet leginkább a Darnó-hegyi Hosszú-völgy (Kelet-Mátra) prehnit-pumpellyit (zöldpala alatti) fáciesű átalakulást szenvedett metadoleritjére hasonlít (Józsa 1999).

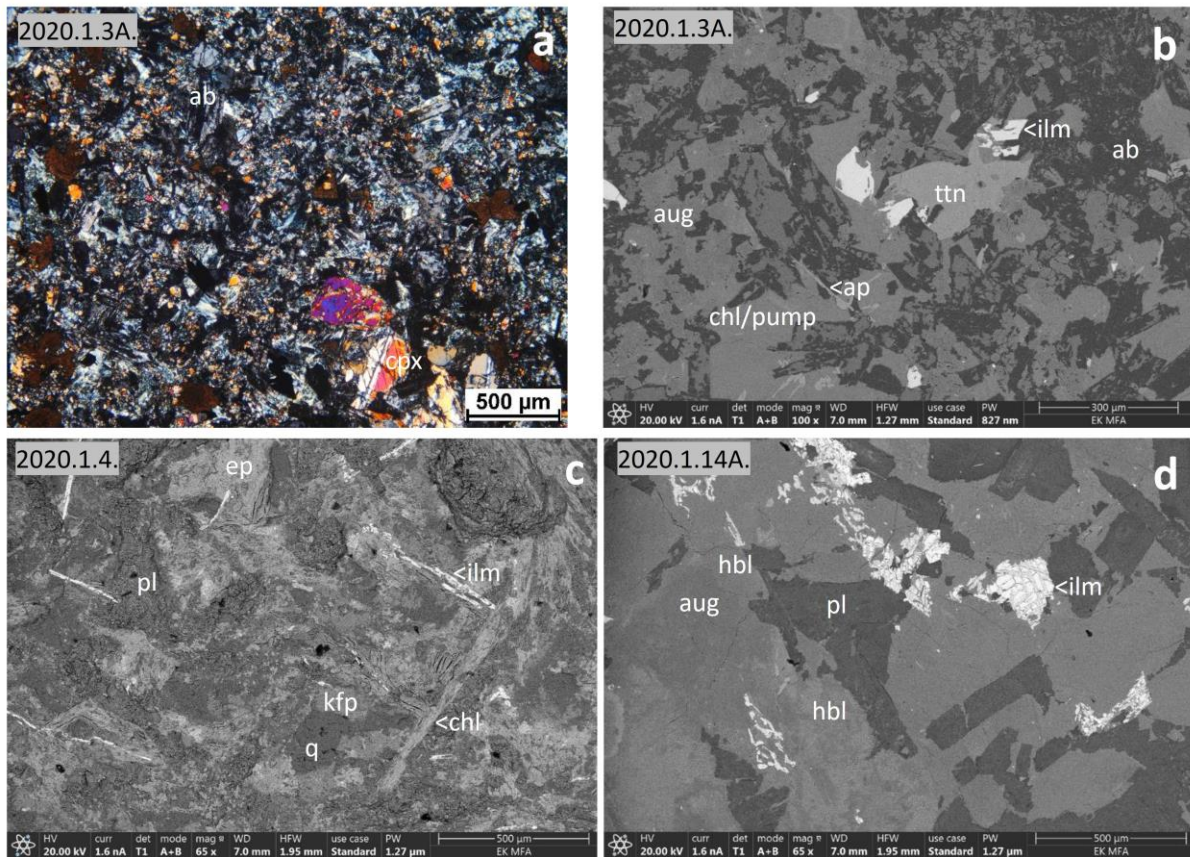
Egy minta (2020.1.4.) esetében ofitos szövetet és kvarc – (Ba-tartalmú) káliföldpát – (illiteszericites) plagioklász – (Mn-tartalmú, leukoxénes) ilmenit – epidot – (egykori biotit utáni) klorit – cirkon összetételt azonosítottunk (**6.c ábra, Melléklet - 3. táblázat**). Mind a kőzetkémia, mind a szövet és az ásványos összetétel alapján ez a kőzet neutrális-savanyú meta(szub)vulkanit lehet, amelynek nyersanyaga jelen ismereteink szerint leginkább a kelet-bükki triász metavulkanitokéhoz hasonlít (Szoldán 1990; Gál 2018; Szakmány et al. 2019).



**5. ábra:** A vizsgált metaszubvulkanit anyagú kőszközők kémiai összetétele a  $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ - $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$  diagramon a publikált (Szakmány et al. 2011a) hazai dolerit-metagabbró kőszközők összetételével ábrázolva.

**Fig. 5.:** Bulk elemental composition of the metadolerite tools on the  $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ - $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$  diagram. Comparative data on archaeological samples are published in Szakmány et al. (2011a).





**6. ábra:** A vizsgált metaszubvulkanit anyagú kőbalták (a-b) Darnó-hegyi metadolerit típusa, (c) kelet-bükki típusa, illetve (d) ismeretlen eredetű diorit típusa. A kőzetszövetek mikroszkópos (a - XPL) és visszaszórt elektronképei (b-d). A (b) és (d) képek polírozott vékonyecsiszolatokon készültek, míg a (c) a kőbalta eredeti felszínén. Ásványnevek rövidítései: *ab* albite, *aug* augit, *ap* apatit, *chl* klorit, *cpx* klinopiroxén, *ep* epidot, *hbl* hornblende, *ilm* ilmenit, *kfp* káliföldpát, *pl* plagioklász, *pump* pumpellyit, *q* kvarc, *ttn* titanit.

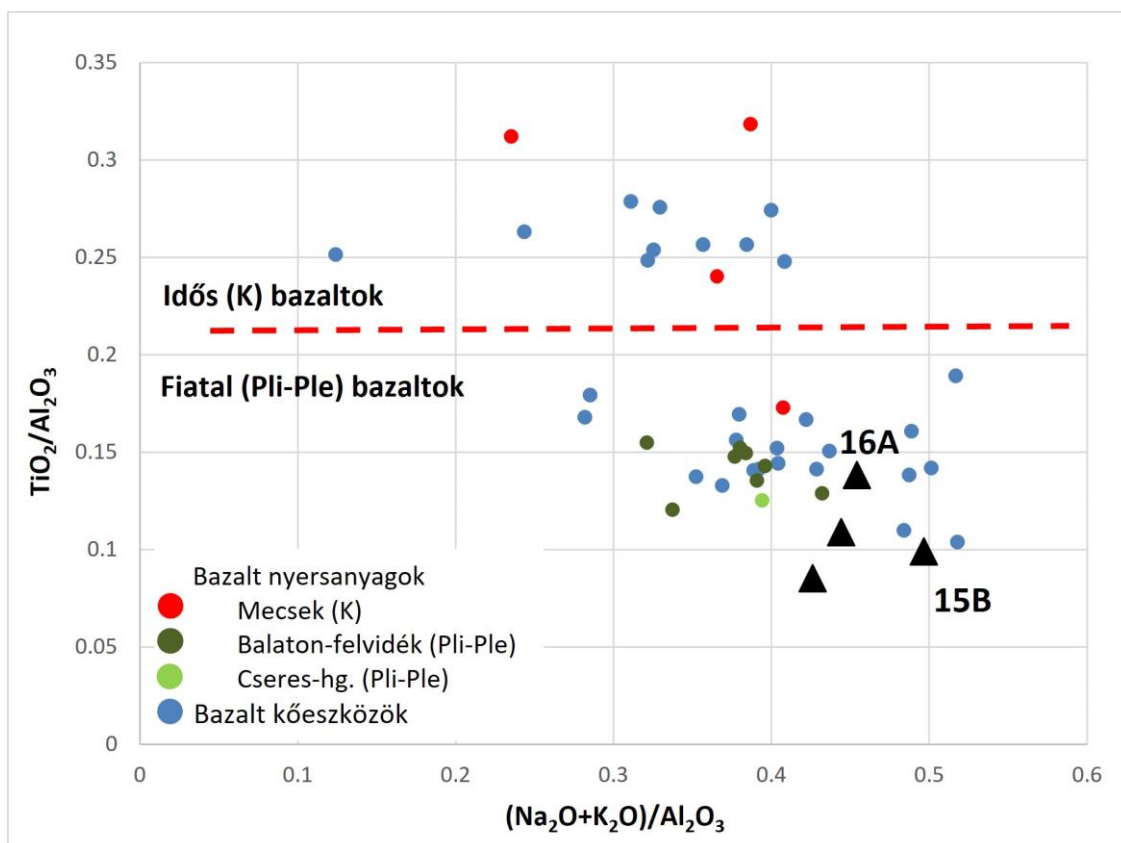
**Fig. 6.:** Microfabric of metasubvolcanic rock polished stone tools. (a-b) metadolerite from Darnó Hill, (c) metadolerite from the Eastern Bükk Mts. and (d) diorite from an unknown source. Polarizing microscopic image (a - XPL) and back scattered electron images (b-d) of polished thin sections (b, d) and untreated original stone tool surface (c). Mineral abbreviations: *ab* albite, *aug* augite, *ap* apatite, *chl* chlorite, *cpx* clinopyroxene, *ep* epidote, *hbl* hornblende, *ilm* ilmenite, *kfp* K-feldspar, *pl* plagioclase, *pump* pumpellyite, *q* quartz, *ttn* titanite.

Szintén ebbe a csoportba soroltuk az előbbi mintákétől eltérő megjelenésű és összetételű, 2020.1.14A. jelű baltát, amely egy eredetileg szubofitos szövetű, de már jelentősen átalakult metadolerit/diorit (**6.d ábra**). Ásványos összetétele uralkodóan szericitesedett, üde szegélyű plagioklász és hornblende-aktinolitós hornblende összetételű amfibol, az amfibolok magjában gyakran megmarad az augitos összetételű klinopiroxén. Emellett klorit, vázkristályos, Mn-tartalmú, leukoxénes ilmenit, magnetit és apatit fordul elő benne. Ehhez hasonló összetételű metadolerit/diorit hazánkban nem ismert. A nyersanyag azonosításához további részletes

összehasonlító vizsgálatokra lesz majd szükség a jövőben.

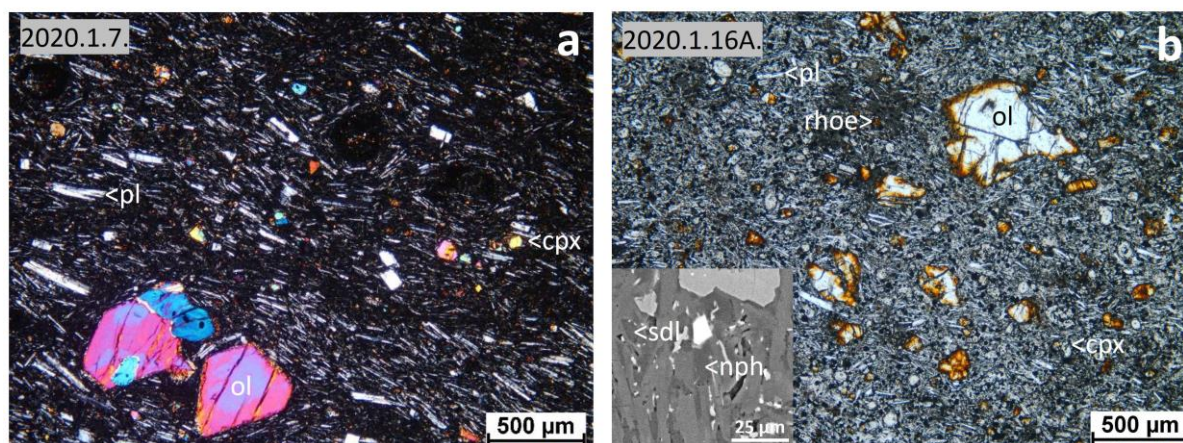
### Bazaltok

A vizsgált leletcsoportból négy kőeszköz (2020.1.7, 15B, 16A, 25) bazalt nyersanyagú. Ezeket a kissé mállott, világosszürke felületű leleteket nagy MS értékek jellemzik ( $13.50\text{--}16.52 \times 10^{-3}$  SI). Bázisos kémiai összetételük és viszonylag kicsi  $\text{TiO}_2$ -tartalmuk mellett viszonylag jelentős az alkália tartalmuk, ami alapján alkáli bazaltos eredet valószínűsíthető (**2. táblázat, 7. ábra**). Kémiai összetételük alapján a hazai fiatal, plio-pleisztocén bazaltok összetételével mutatnak hasonlóságot (Füri et al. 2004; Szakmány et al. 2011a).



**7. ábra:** A bazalt anyagú kőeszközök kémiai összetétele a  $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ - $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$  diagramon a publikált (Füri et al. 2004, Szakmány et al. 2011a) hazai bazalt kőeszközök és nyersanyagok összetételével ábrázolva.

**Fig. 7.:** Bulk elemental composition of the basalt tools on the  $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ - $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$  diagram. Comparative data on geological and archaeological samples are published in Füri et al. (2004) and Szakmány et al. (2011a).



**8. ábra:** A bazalt kőeszközök szöveti megjelenése, mikroszkópos fotók (XPL) és visszazórt elektronkép. Ásványnevek rövidítései: *cpx* klinopiroxén, *ol* olivin, *pl* plagioklász, *nph* nefelin, *rhoe* rhönit, *sdl* sodalit.

**Fig. 8.:** Microfabric of basalt polished stone tools (XPL microphotographs). Mineral abbreviations: *cpx* clinopyroxene, *ol* olivine, *pl* plagioclase, *nph* nepheline, *rhoe* rhönite, *sdl* sodalite.

A részletes szöveti és ásványkémi vizsgálatokat csak három kőeszközön lehetett elvégezni, de hasonló makroszkópos megjelenése és teljes kémiai összetétele miatt a nagyméretű 2020.1.25. jelű minta esetében is feltételezhetjük az azonos eredetet. A három bazaltbaltát porfíros intergranuláris(-interszertális), folyásos szövet jellemzi, amelyben kevés és viszonylag kisméretű porfírok fordulnak elő (**8. ábra**). Ezek olivin (magnetit zárvánnyal), rezorbeált vagy üde plagioklász, rhönit (opacitosodott egykori amfibol), illetve kloritos-agyagásványos, zónás klinopiroxén (**Melléklet - 4. táblázat**). A 2020.1.15B. jelű mintában durvaszemcsés gabbró zárvány fordul elő. Az alapanyag esetenként irányított plagioklászából (**8.a ábra**), üde és iddingzites olivinból, apró augitból, apatitból, opakásványokból (Fe-oxid, Ti-magnetit) és kevés kőzetüvegből áll. Mindezen tulajdonságok alapján a Cseres-hegység bazalt nyersanyagai a legvalószínűbb forrásanyagok (Füri et al. 2004). Ezt erősíti az is, hogy a 2020.1.16A. jelű minta alapanyagában a bázisos-neutrális összetételű plagioklász mellett földpátpótlók, szodalit és nefelin is azonosítható (**8.b ábra, Melléklet - 4. táblázat**), amelyet bazaltból eddig többek között Bolgáromról írtak le (Hakulinová et al. 2011; Sági 2018; Kereskényi et al. 2019; Kereskényi 2021).

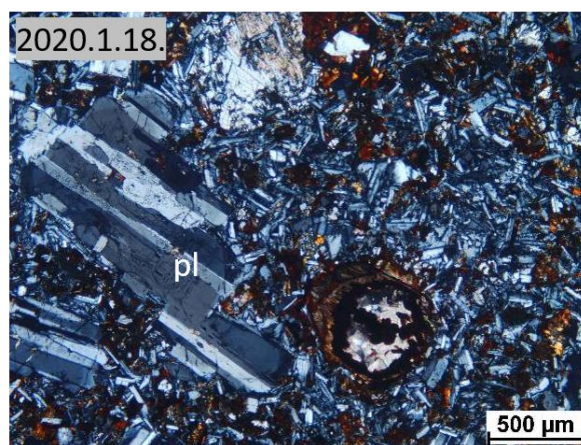
#### Andezitek

A vizsgált leletcsoportban három kőeszköz (2020.1.8, 13, 18) készült andezitből. A 2020.1.13. minta esetében – annak nagy mérete miatt – a SEM-EDS vizsgálatot nem tudtuk elvégezni. Az andezitek makroszkópos megjelenése, mágnesezhetősége, a két, mikroszkóppal részletesen megvizsgált minta mikroszkópos

szöveti képe (**9. ábra**) nagyon változatos. A kémiai összetételük a neutrális-bázisos tartományba esik (**2. táblázat**) és az észak-északkelet-magyarországi vulkáni hegységek (Cserhát, Mátra, Tokaji-hg.) miocén andezitjeinek összetételével átfednek (Péterdi et al. 2016).

A 2020.1.8. számú, andezit anyagú kőbaltta az ásványos összetétel, valamint a szövet alapján nagy valószínűséggel azonosítható a forrásközetével. Az andezit kőeszköz porfíros pilotaxitos szövetében neutrális plagioklász, klinopiroxén és ortopiroxén porfírok fordulnak elő (**Melléklet - 5. táblázat**). Ezek mellett jellegzetesek a piroxén+plagioklász aggregátumok (**9.a ábra**). Az alapanyag plagioklászából, klinopiroxénből, Ti-magnetitből és kőzetüvegből áll. Az ásványos összetevők mérete és mennyiségi arányai alapján ez a kőzettípus a domoslói andezit lelőhelyre jellemző (Péterdi et al. 2016, 2018), amely már az őskortól kezdve széles körben felhasznált nyersanyag lelőhely volt.

A másik andezit kőeszköz (2020.1.18.) anyaga erősen mállott, limonitos, emellett karbonátosodott is. Az andezitekéhez képest kis MS érték a mállás következménye, ami során a mágnesezhető, vastartalmú ásványok limonittá alakultak. A kémiai összetétel jól mutatja az előrehaladott mállást: nagyon sok az  $Al_2O_3$  (agyagásványosodás) és a CaO (karbonátosodás), a  $K_2O$  viszonylag kevés. Az eredeti szövete valószínűleg porfíros holokristályos volt. A plagioklász zónás, a magja bázisos, a szegélye neutrális összetételű. Az elsősorban rombos piroxén kalcitosodik, emellett kevés augit is megtalálható. Jellemző a relik, átalakult olivin utáni pszeudomorfóza. Az alapanyagban a limonitos-hematitos-karbonátos szemcsék feltételezhetően eredetileg szintén olivinek lehettek.



**9. ábra:** Az andezit kőeszközök szöveti megjelenése, mikroszkópos fotók (XPL). Ásványnevek rövidítései: *am* amfibol, *cpx* klinopiroxén, *pl* plagioklász.

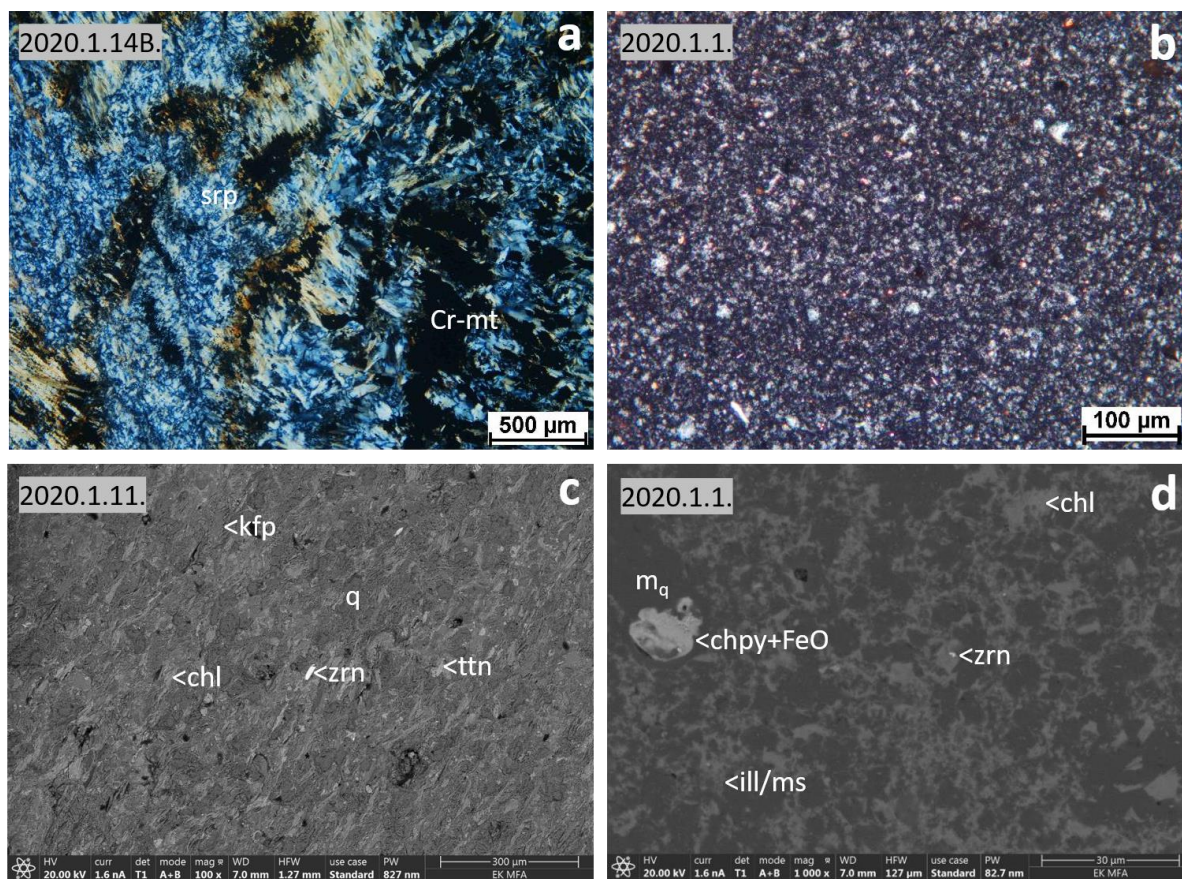
**Fig. 9.:** Microfabric of andesite polished stone tools (XPL microphotographs). Mineral abbreviations: *am* amphibole, *cpx* clinopyroxene, *pl* plagioclase.

A kvarc – szövet és megjelenés alapján – elsődleges, a kristályosodás legkésőbbi terméke, maradékhely kitöltő fázis. Akcesszóriaként rutil és titanit, leukoxénesedő ilmenit, Fe-oxid, apatit, allanit, monacit, míg másodlagos ásványként kalcit, ankerit, klorit, pirit, pirrotin található. Jellemzőek a kumulátumok, amelyek plagioklászból és átalakult piroxénból állnak. A nyersanyag eredete egyelőre kétséges, akár Selmecebánya környéki andezit is lehetséges, amelyre jellemző az elsődleges kvarc. Ezt a lelőhelyet az itt előforduló erőteljes átalakulás alátámaszthatja, ugyanakkor azonban más tercier andezites terület (Mátra vagy Tokaji-hegység) sem zárható ki forrásként.

### Egyéb kőzetek

Az egyetlen szerpentinít anyagú kőbaltá Valkóráról származik (2020.1.14B.). A zöld-fekete színű kőzettípus a szerpentinitekre jellemző nagy MS értéket mutatja ( $48.38 \times 10^{-3}$  SI). Kémiai

összetételére jellemző a nagy MgO-, Cr- és Ni-koncentráció (2. táblázat). Mikroszkópi és elektronmikroszkópi vizsgálata alapján uralkodóan pikkelyes megjelenésű szerpentinásványok, emellett Cr-tartalmú magnetit, illetve kevés Fe-oxid és ilmenit-pirofánit (Mn-ilmenit) építik fel (10a. ábra, Melléklet - 6. táblázat). A szöveti megjelenés alapján a Mg-dús szerpentinásványok durvaszemcsés ortopiroxén és finomszemcsés olivin relikumokból alakultak ki. A nagyobb magnetit szemcsék Cr-dúsabbak, mint a kisebbek. A szerpentinít anyagú kőszeközök nyersanyaglelőhelyének meghatározása egyelőre még problémás, így ezen példány eredete nem egyértelmű. Megjelenése alapján valószínűsíthető a csehországi vagy lengyelországi eredet, de nem kizárható a Penninikumból való származás sem. A pontos azonosításhoz további nyersanyagkutatás szükséges.



**10. ábra:** A leletanyag egyedi kőzetanyagú példányai: (a) szerpentinít, (b és d) kontakt metatufit, (c) kvarcfillit. (a-b): mikroszkópos, és (c-d): visszaszórt elektronkép, (c) eredeti felszínről, (d) vékonycsiszolatról. Ásványnevek rövidítései: *chl* klorit, *chpy* kalkopirit, *Cr-mt* Cr-tartalmú magnetit, *ill/ms* illit/muszkovit, *kfp* kálföldpát, *q* kvarc, *ttn* titanit, *zrn* cirkon.

**Fig. 10.:** Polished tools from unique rock types: (a) serpentinite, (b and d) contact metatuffite, (c) quartz phyllite. (a-b) polarizing microscopic, (c-d) back-scattered electron image, (c) on original surface, (d) on thin section. Mineral abbreviations: *chl* chlorite, *chpy* chalcopyrite, *Cr-mt* Cr-magnetite, *ill/ms* illite/muscovite, *kfp* K-feldspar, *q* quartz, *ttn* titanite, *zrn* zircon.

A 2020.1.1. jelű kúpos fokos hegy nyersanyaga valószínűleg kovásodott hidrotermás metatufit, amelyet  $\text{SiO}_2$ -gazdag teljes kémiai összetétele mellett szöveti megjelenése támaszt alá. A nagyon finomszemcsés kovás mátrixban kevés kisméretű szemcse (elsősorban kloritosodó muszkovit/fengit vagy illit; klorit; kevés kvarc; titanitosodó ilmenit; cirkon; apatit; Fe-oxid; kalkopirit; szfalerit; barit; cölesztin/Sr-tartalmú barit) fordul elő (**10b. és d. ábra**). A kőzettípust nagyon kis MS érték ( $0,17 \times 10^{-3}$  SI) jellemzi. Hasonló metatufitok vulkáni eredetű hegységeinkben (Tokaji-hg., Mátra, Börzsöny) több helyen is előfordulnak.

A gyűjtemény csiszolt kőeszközei között a legkülönlegesebb alakú, hosszú, vékony, lapos fejű fokos a 2020.1.11. jelű minta, amely Nagytarcsáról került elő. A magyarországi leletanyagokban nem szokványos alakhoz egy eddig hazánkban ismeretlen balta nyersanyag, kvarcfillit kapcsolható. A kis MS érték ( $0,32 \times 10^{-3}$  SI) mellett a kémiai összetétel  $\text{SiO}_2$ - és  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -gazdag kőzetet mutat, jellegzetes irányított metamorf szövetrel (**10c. ábra**). A kőzet kvarcból, káliföldpátból, muszkovitból, kloritból, titanitból vagy titanitosodó rutilból, apatitból áll, emellett RFF-tartalmú akcesszóriákat is azonosítottunk (cirkon). Hasonló típusú metamorfotok legközelebb a Veporikumban (Szlovákia) fordulnak elő (Grecula et al. 1997, Mahel 1986), ugyanakkor a különleges alak alapján nem zárható ki, hogy nagyobb távolságból származhat.

A 2020.1.24. jelű, nagyméretű baltát kis MS érték ( $0,41 \times 10^{-3}$  SI) és neutrális teljes kémiai összetétel jellemzi. A nyersanyaga – egy apró pattintékából készített vékonycsiszolat mikroszkópi vizsgálata alapján – nagyon finomszemcsés, kristályos szemcsés, irányítatlan, tömött szövetű, uralkodóan kvarcból, muszkovitból, biotitból áll, emellett kevés plagioklász, izometrikus, apró opakásványok és másodlagos karbonát jelenik meg. A szövet gyenge, valószínűsíthetően kontakt metamorf hatást jelez. Mindezek alapján kontakt metaaleurolit kőzetként határoztuk meg. A nyersanyag eredete jelen tudásunk alapján nem azonosítható.

### Értelmezés és konklúzió

A tanulmányban ismertetett Cserhát-Cserhátalja-Gödöllői-dombság-Mátraalja vidékéről származó 23 csiszolt kőeszköz ugyan szórványlelet, azonban többségükben ismert őskori régészeti lelőhelyekhez köthetők. A neolitikumhoz, rézkorhoz, bronzkorhoz rendelhető lelőhelyek mellett a változatos eszközformák (lapos vésőbalta, robosztus nyéllyukas balta, kevesebb kaptafa és fokos alak) is megerősítik a több korszakhoz kötődést. A régió középső neolitikus Zselizi kultúrabeli Szécsény-Ültetés lelőhely gazdag csiszolt kőeszköz leletanyagában például elsősorban lapos vésőbalták

és kaptafa alakú balták fordulnak elő (Szakmány et al. 2018).

A kőeszközök változatos nyersanyagokból készültek. Ezek között a leggyakoribb kőzettípus a kontakt metabázit (8 db), amely mellett metaszubvulkanit (4 db), bazalt (4 db) és andezit (3 db) fordul elő. Egy-egy példány szerpentinit, kovás metatufit, kontakt metaaleurolit és kvarcfillit is azonosítható volt. A jól ismert nyersanyag lelőhelyeket pontosan be lehetett azonosítani (ld. a kontakt metabázitok Észak-Cseh Masszívumból származó csoportját, illetve a Cseres-hegység bazaltjából készült kőeszközöket). Viszonylag biztosan be tudjuk határolni a metaszubvulkáni és az andezit kőeszközök nyersanyagának eredetét (metaszubvulkanitok Darnó-hegyi metadolerit és kelet-bükki csoportja, domoszlói andezit). Néhány kőbalta pontos nyersanyaglelőhelyét egyelőre még nem tudtuk meghatározni, a szóba jöhető nyersanyaglelőhelyek tágabb lehatárolása azonban megtörtént (tercier andezitek csoportja, egyéb (nem Železný Brod típusú) kontakt metabázitok csoportja). Előfordulnak emellett olyan nyersanyagokból készült kőeszközök, amelyek eredete tisztázatlan (kvarcfillit, szerpentinit, kontakt metaaleurolit). Mindezek ellenére azt kijelenthetjük, hogy a helyi és regionális nyersanyagok jelentős arányban fordulnak elő (23 baltából 5 helyi, 7 regionális). Helyiként azonosítottuk az andezitek közül a domoszlóit, illetve a Cseres-hegység bazaltjait (4 db). Regionális nyersanyagként tekintjük az egyéb (tercier mátrai?/ tokaji-hegységi?/selmeci-hegységi?) andeziteket, kovás metatufitot (Mátra? Tokaji-hegység?) és a metaszubvulkanitok nagy részét (3 db, Kelet-Bükk és Darnó-hegy). A leletek jelentős része azonban távolsági (vagy ismeretlen) nyersanyagokból készült. Ezen belül legjelentősebb az Észak-Cseh Masszívumból (Krkonoše-Jizera Kristályos Masszívumból származó, ún. Železný Brod típusú) (6 db) és egyéb észak-cseh masszívumi lelőhelyről vagy a Kis-Kárpátokból (2 db) származó kontakt metabázit. Emellett ismeretlen forrásból származó diorit, szerpentinit, kvarcfillit és kontakt metaaleurolit kőeszközök (4 db) szerepelnek a nyersanyagok között. Az azonosított távolsági kőzettípusok a területen kizárólag észak-északnyugati kapcsolatrendszerre mutatnak, jellegzetes déli-délnyugati eredetű nyersanyagok (pl. fehérvő, hornfels) nem fordultak elő közöttük. Mindez kapcsolatba állítható a régió neolitikus csiszolt kőeszköz használatáról eddigiekben közölt, nagyon ritka adatokkal (Szécsény-Ültetés: Szakmány et al. 2018; Aszód-Papi földek: Judik et al. 2001). A középső neolitikumi Szécsény esetében szintén a domináns északi-északnyugati távolsági nyersanyagokat (többféle típusú kontakt metabázit, metagabbró-metaultrabázit, zöldpala-amfibolit), alárendelt mennyiségben helyi-regionális nyersanyagokat

(bazalt, andezit, átalakult vulkanit), illetve ritkán különleges és többségükben egyelőre ismeretlen eredetű nyersanyagokat (szerpentinit, kékpala, milonit, homokkő, aleurolit) említenek. Ezzel szemben a késő neolitikumi Aszódon már előfordul a déli eredetű nyersanyagnak tartott hornfels is. Ez a kapcsolatrendszeri váltás az általunk a Cserhát-Cserhátalja-Gödöllői-dombság-Mátraalja vidékén vizsgált csiszolt kőeszköz leletek esetében nem azonosítható.

### Köszönetnyilvánítás

Jelen kutatás az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a K-131814 számú projekt finanszírozásában valósult meg.

### Irodalom

BÁCSMEGI G. & SÜMEGI P. (2005): Héhalom-templomdomb bronzkori tell geoarchaeológiai vizsgálata. *Communicationes Archaeologicae Hungariae* **2005** 167–176.

BENDŐ Zs., OLÁH I., PÉTERDI B., SZAKMÁNY Gy. & HORVÁTH E. (2013): Non-destructive SEM-EDX analytical method for polished stone tools and gems: opportunities and limitations. *Archeometriai Műhely* **X/1** 51–66.

T. BIRÓ K. (1992): Adatok a korai baltakészítés technológiájához / Data on the technology of early axe production *Acta Musei Papensis / Pápai Múzeumi Értesítő* **3-4** 33–79.

T. BIRÓ K. (1998): *Lithic implements and the circulation of raw materials in the Great Hungarian Plain during the Late Neolithic Period*. Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest, pp. 350.

BRADÁK B., SZAKMÁNY Gy. & JÓZSA S. (2005): Mágneses szuszceptibilitás mérések – új módszer alkalmazása csiszolt kőeszközök vizsgálatában. *Archeometriai Műhely* **II/1** 13–22.

BRADÁK B., SZAKMÁNY Gy., JÓZSA S. & PŘICHYSTAL A. (2009): Application of magnetic susceptibility on polished stone tools from Western Hungary and the Eastern part of Czech Republic (Central Europe). *Journal of Archaeological Science* **36** 2437–2444.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2009.07.001>

FÜRI J., SZAKMÁNY Gy., KASZTOVSZKY Zs. & T. BIRÓ K. (2004): The origin of the raw material of basalt polished stone tools in Hungary. *Slovak Geological Magazine* **10/1-2** 97–104.

GÁL P. (2018): A Bagolyhegyi Metariolit Formáció geokronológiai, kőzettani és geokémiai újvizsgálatának eredményei. *MSc diplomamunka, közöletlen kézirat*, ELTE Kőzettan-Geokémiai Tanszék, 131p.

GRECULA, P., HOVORKA, D. & PUTIŠ, M. eds. (1997): Geological evolution of the Western Carpathians. *Mineralia Slovaca, Monograph*. Geological Survey of Slovak Republic, Bratislava, pp. 370.

GYALOG L., BUDAI T., CHIKÁN G., IVANCSICS J., KAISER M., KOROKNAI B., KOVÁCS S., MAIGUT V., PELIKÁN P., SÍKHEGYI F. & TURCZI G. (2005): *Magyarország fedett földtani térképe 1:100000*. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.

HAKULINOVÁ, K., MATULOVÁ, J. & KYSELOVÁ, K. (2011): Possibilities of the next industrial usefulness of nepheline basanite from deposit Bulhary. *Annals of Faculty of Engineering Hunedoara – International Journal of Engineering* **2** 43–46.

HAWTHORNE, F.C., OBERTI, R., HARLOW, G.E., MARESCH, W.V., MARTIN, R.F., SCHUMACHER, J.C. & WELCH, M.D. (2012): Nomenclature of the amphibole supergroup. IMA Report. *American Mineralogist* **97** 2031–2048.

HOVORKA, D., ILLÁŠOVÁ, L. & KORIKOVSKY, S. (1997): Spinel-hornblende-anthophyllite (nephritoid) Neolithic axes from Western Slovakia. *Geologica Carpathica* **48/2** 137–140.

IVAN, P., MÉRES, Š., PUTIŠ, M. & KOHÚT, M. (2001): Early Paleozoic metabasalts and metasedimentary rocks from the Malé Karpaty Mts (Western Carpathians): evidence for rift basin and ancient oceanic crust. *Geologica Carpathica* **52/2** 67–78.

JÓZSA S. (1999): A Darnó-hegyi óceánaljzati magmás kőzetek petrológiai-geokémiai vizsgálata. *Doktori értekezés*, ELTE TTK Kőzettan-Geokémiai Tanszék, Budapest, 173 p.

JUDIK K., T. BIRÓ K. & SZAKMÁNY Gy. (2001): Petroarchaeological research on the Lengyel Culture polished stone axes from Aszód, Papi földek. In: REGENYE, J. (ed.) *Sites and stones: Lengyel culture in western Hungary and beyond. A review of the current research*. Lengyel'99 and IGCP-442 Conference, Veszprém 2001 119–129.

KALICZ N. (1985): Kőkori falu Aszódon (Neolithisches Dorf in Aszód). *Múzeumi Füzetek, Aszód, Petőfi Múzeum* **32** 1–194.

KASZTOVSZKY Zs., T. BIRÓ K., MARKÓ A. & DOBOSI V. (2008): Cold neutron prompt gamma

activation analysis – a non-destructive method for characterization of high silica content chipped stone tools and raw materials. *Archaeometry* **50/1** 12–19. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1475-4754.2007.00348.x>.

KERESKÉNYI E. (2021): A Herman Ottó Múzeum neolitik csiszolt kőeszközeinek archeometriai vizsgálata, különös tekintettel a metabázitokra. *PhD értekezés, közöletlen kézirat*. Debreceni Egyetem, 215 p.

KERESKÉNYI E., KRISTÁLY F., T. BIRÓ K., PÉTERDI B., BENDŐ Zs. & RÓZSA P. (2015a): The first results of a new project: archaeometrical investigation of neolithic polished stone tools of Herman Ottó Museum. *Acta Mineralogica-Petrographica Abstract Series* **9** 30.

KERESKÉNYI E., KRISTÁLY F., FEHÉR B. & RÓZSA P. (2015b): The first results of the neolithic polished stone tools of Herman Ottó Museum. From magma genesis to regional lithosphere-forming processes. 6th Petrological and geochemical Meeting. *University of Szeged, Department of Mineralogy, Geochemistry and Petrology*, 71–74. (in Hungarian).

KERESKÉNYI E., SZAKMÁNY Gy., FEHÉR B., KRISTÁLY F. & MÓRICZ F. (2019): Archaeometric investigation of an alkali basalt Neolithic polished stone tool from Nagy-Fertő locality, near Mezőkövesd (Borsod-Abaúj-Zemplén county, NE Hungary). *Archeometriai Műhely* **XVI/2** 99–108.

MAHEL, M. (1986): *Geological structure of Czechoslovakian Carpathians. Palealpine Units 1*. Slovenská Akadémia Veda Publisher, Bratislava, pp. 5–503.

MÉRES, Š., HOVORKA, D., DUBÍKOVA, K. & CHEBEN, I. (2004): Rock-forming minerals in contact-metamorphosed greenschist of the polished stone artefacts (Neolithic, Slovakia, site Bajč-Medzi kanálmi). *Slovak Geological Magazine* **10/1-2** 153–162.

MRT 9 (1993): Magyarország régészeti topográfiája [Archaeological sites of Hungary]. – 9. kötet, *A szobi és a váci járás*. DINNYÉS, I., KÖVÁRI, K., KVASSAY, J., MIKLÓS, Zs., TETTAMANTI, S., TORMA, I. eds., Budapest, Akadémiai Kiadó, ISBN 963 05 1444 3. 597 pp.

MRT 11 (2012): Magyarország régészeti topográfiája [Archaeological sites of Hungary]. – 11. kötet, *Az aszodi és gödöllői járás*. TORMA, I., DINNYÉS, I., TETTAMANTI, S., KÖVÁRI, K., KVASSAY, J., MIKLÓS, Zs. (eds.), Budapest, MTA BTK Régészeti Intézete, ISBN 963 99 11369 719 pp.

PÉNTEK A. (2019): Kálló-Pusztá-hegy, egy Epigravettien nyíltszíni lelőhely-komplexum. *Publikálatlan kézirat*.

[https://www.academia.edu/30503905/K%C3%A1ll%C3%B3\\_Puszt%C3%A1\\_hegy\\_egy\\_Epigravettien\\_ny%C3%ADltsz%C3%ADni\\_lel%C5%91hely\\_komplexum](https://www.academia.edu/30503905/K%C3%A1ll%C3%B3_Puszt%C3%A1_hegy_egy_Epigravettien_ny%C3%ADltsz%C3%ADni_lel%C5%91hely_komplexum)

PÉNTEK A. (2020a): Upper Palaeolithic open-air sites in Ecséd (Heves County, Hungary). Preliminary results. *Publikálatlan kézirat*.

[https://www.academia.edu/38276179/Upper\\_Palaeolithic\\_open\\_air\\_sites\\_in\\_Ecs%C3%A9d\\_Heves\\_County\\_Preliminary\\_results](https://www.academia.edu/38276179/Upper_Palaeolithic_open_air_sites_in_Ecs%C3%A9d_Heves_County_Preliminary_results)

PÉNTEK A. (2020b): Early Upper Palaeolithic open-air site complex at Nagyréde-Közép-bérc (Heves County). Preliminary results. *Publikálatlan kézirat*.

[https://www.academia.edu/38250774/Early\\_Upper\\_Palaeolithic\\_open\\_air\\_site\\_complex\\_at\\_Nagyr%C3%A9de\\_K%C3%B6z%C3%A9p\\_b%C3%A9rc\\_Heves\\_County\\_Preliminary\\_results](https://www.academia.edu/38250774/Early_Upper_Palaeolithic_open_air_site_complex_at_Nagyr%C3%A9de_K%C3%B6z%C3%A9p_b%C3%A9rc_Heves_County_Preliminary_results)

PÉTERDI B., T. BIRÓ K., TÓTH Z., BERTALAN É., HORVÁTH Zs., FREILER Á., BEKE Zs. & BUDAI F. (2016): Domszóló: őrlő- és malomkő nyersanyag-kitermelőhely és műhely a Mátrában: első régészeti elterjedés-vizsgálatok. *Archeometriai Műhely* **XIII/4** 219–236.

PÉTERDI B., T. BIRÓ K., TÓTH Z., BAJKAI R., TÓTH I. & BENDŐ Zs. (2018): Új gombok a domszólói andezit kabáthoz: avar kori malomkövek Hajdúnánásról. *Archeometriai Műhely* **XV/2** 135–148.

PŘICHYSTAL, A. (2013): *Lithic raw materials in prehistoric times of Eastern Central Europe*. Masaryk University, Brno. 284 p

PŘICHYSTAL, A. (2015): Key raw materials for Neolithic shoe-last celts and axes in Central Europe: their sources and distribution. In: KERIG, T. and SHENNAN, S. (eds.): *Connecting networks. Characterising contact by measuring lithic exchange in the European Neolithic*. Archaeopress Archaeology, Oxford, 1–7.

RÉVAY Zs. (2009): Determining elemental composition using prompt gamma activation analysis. *Analytical Chemistry* **81** 6851–6859. <http://dx.doi.org/10.1021/ac9011705>.

SÁGI T. (2018): A Persányi-hegység, a Selmecei- és a Nógrád-Gömöri Vulkáni Terület alkáli bazaltjainak petrogenézise. PhD Értekezés, ELTE, Budapest, 163 p.

<https://doi.org/10.15476/ELTE.2018.125>

ŠÍDA, P. & KACHLÍK, V. (2009): Geological setting, petrology and mineralogy of metabasites in a thermal aureole of Tanvald granite (northern Bohemia) used for the manufacture of Neolithic tools. *Journal of Geosciences* **54** 269–287.

SZAKMÁNY, Gy. (2009): Magyarország csiszolt kőeszközök nyersanyag típusai az eddigi archeometriai kutatások eredményeit alapján. *Archeometriai Műhely* **2009/VI/1** 11–30.

SZAKMÁNY Gy. & KASZTOVSZKY Zs. (2004): Prompt Gamma Activation Analysis, a new method in the archaeological study of polished stone tools and their raw materials. *European Journal of Mineralogy* **16** 285–295.  
<http://dx.doi.org/10.1127/0935-1221/2004/0016-0285>.

SZAKMÁNY Gy., FÁBIÁN Sz., KOVÁCS Z., FEHÉR K., JÓZSA S., SÁGI T., GUBA Sz. & SALISBURY, R.B. (2010): A Zselizi kultúra csiszolt kőeszközei (Szécsény-Ültetés). *Kőkor Kerekasztal 1, Absztraktok*, 2010. december 3., Miskolci Egyetem, BTK, Történettudományi Intézet, Miskolc, 1 p.

SZAKMÁNY Gy., KASZTOVSZKY Zs., SZILÁGYI V., STARNINI E., FRIEDEL O. & T. BIRÓ K. (2011a): Discrimination of prehistoric polished stone tools from Hungary with non-destructive chemical Prompt Gamma Activation Analyses (PGAA). *European Journal of Mineralogy* **23** 883–893.  
<http://dx.doi.org/10.1127/0935-1221/2011/0023-2148>.

SZAKMÁNY Gy., STARNINI E., HORVÁTH F. & BRADÁK B. (2011b): Investigating trade and exchange patterns in prehistory: Preliminary results of the archaeometric analyses of stone artefacts from Tell Gorzsa (South-East Hungary), in: TURBANTI-MEMMI, I., eds., *Proceedings of the 37th International Symposium on Archaeometry, 12th-16th May 2008, Siena, Italy*. Springer, Berlin Heidelberg, pp. 311–319.

SZAKMÁNY, Gy., JÓZSA, S., BENDŐ, Zs., KASZTOVSZKY, Zs. & HORVÁTH, F. (2016): Magyarországon előkerült hornfels (mész-szilikát szaruszirt) anyagú csiszolt kőeszközök nyersanyaglelőhelyének felkutatása. *Archeometriai Műhely* **XIII/1** 43–54.

SZAKMÁNY Gy., FÁBIÁN Sz., KOVÁCS Z., FEHÉR K., JÓZSA S., SÁGI T., GUBA Sz. & SALISBURY, R.B. (2018a): A Zselizi kultúra csiszolt kőeszközei (Szécsény-Ültetés). *Kőkor Kerekasztal 9, Absztraktok*, 2018. december 7., Szegedi Akadémiai Bizottság (SZAB) Székháza, Szeged, 1 p.

SZAKMÁNY Gy., JÓZSA S., KOVÁCS Z., FEHÉR K. & FÁBIÁN Sz. (2018b): Szécsény-Ültetés lelőhely középső neolitikus csiszolt kőeszközeinek archeometriai vizsgálati eredményei. In: BERKESI M., CSERESZNYÉS D., GELENCSÉR O., KIRÁLY Cs., PÁLÓS Zs., SPRÁNITZ, T., SZABÓ, Zs. szerk., *Az asztenoszférától az atmoszféráig: 9. Közletani és*

*Geokémiai Vándorgyűlés. Mátraverebély-Szentkút, Magyarország, 2018.szeptember 6-8.* Absztrakt kötet ELTE Litoszféra Fluidum Kutató Laboratórium, Budapest, 159–160. ISBN:978-963-8221-71-1.

SZAKMÁNY, Gy., KOVÁCS, Z., FEHÉR, K. & ANDERS, A. (2019): Késő neolitikus sírokból előkerült csiszolt kőeszközök archeometriai vizsgálati eredményei Polgár-Csószhalom lelőhelyről. In: PÁL-MOLNÁR, E., H. LUKÁCS, R. HARANGI, Sz., SZEMERÉDI, M., NÉMETH, B., MOLNÁR, K., JANKOVICS, M.É. szerk., *Saxa Loquuntur – Kőbe zárt történetek. 10. Közletani és geokémiai vándorgyűlés, MTA-ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport, SZTE Ásványtani, Geokémiai és Közletani Tanszék „Vulcano” Közletani és Geokémiai Kutatócsoport, Budapest, p.79.*

SZENTMIKLÓSI L., BELGYA T., RÉVAY Zs. & KIS Z. (2010): Upgrade of the prompt gamma activation analysis and the neutron-induced prompt gamma spectroscopy facilities at the Budapest Research Reactor. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* **286** 501–505.  
<http://dx.doi.org/10.1007/s10967-010-0765-4>.

SZOLDÁN, Zs. (1990): Middle Triassic magmatic sequences from different tectonic settings in the Bükk Mts. NE Hungary. *Acta Mineralogica-Petrographica*, Szeged, **XXXI** 25–42.

WHITNEY, D.L. & EVANS, B.W. (2010): Abbreviations for names of rock-forming minerals. *American Mineralogist* **95** 185–187.

WILLIAMS-THORPE, O., JONES, M.C., WEBB, C. & RIGBY, I.J. (1998): Magnetic susceptibility thickness corrections for small artefacts and comments on the effects of 'background' materials. *Archaeometry* **42/1** 101–108.

ZANDLER K. (2008): Nyíltzini paleolitikus lelőhely Erdőtárca-Daróci hegyen. *NEOGRAD – A Nógrád Megyei Múzeumok Évkönyve* **XXXII** 46–66.



**„KIGYLA” - A „CSISZOLT KŐESZKÖZ ÉS SZERSZÁMKŐ  
NYERSANYAGOK NAGYMŰSZERES VIZSGÁLATA A KÁRPÁT-  
MEDENCE ÉS KÖRNYEZETE ŐSKORI TÁVOLSÁGI ÉS  
REGIONÁLIS KERESKEDELMI HÁLÓZATAINAK  
FELTÉRKÉPEZÉSÉHEZ” C. NKFIH PROJEKT ADATBÁZISA**

**DATABASE FOR THE "LARGE FACILITY ANALYTICAL STUDIES OF  
POLISHED AND GROUND STONE ARTEFACTS FOR THE RECONSTRUCTION  
OF PREHISTORIC TRANSREGIONAL TRADE ROUTES IN THE CARPATHIAN  
BASIN AND ITS SURROUNDINGS" PROJECT (K-131814, NATIONAL  
RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE)\***

T. BIRÓ Katalin<sup>1</sup>; HEGEDŰS Péter<sup>2</sup> & SZILÁGYI Kata<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest

<sup>2</sup>Bóly

<sup>3</sup> Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Németország

E-mail: [tbk@ace.hu](mailto:tbk@ace.hu), [hpetair@gmail.com](mailto:hpetair@gmail.com), [szil.szvetlana@gmail.com](mailto:szil.szvetlana@gmail.com)

**Abstract**

*The participants of the project have been involved in the provenance study of polished stone artefacts for more than two decades (Szakmány & Starnini 1998, Biró 1998a, Biró & Szakmány 2000). In the framework of a four-year project supported by the National Research, Development and Innovation Office (project K-131814, launched in 2019) we are planning to construct a series of maps based on petrographical characterisation studies. The collected data will be stored in a web-based database for the use of project participants and the general public, basically experts interested in this special field. For this purpose, we are using, as a starting point, the MissMarble type database model constructed in MySQL system by J. Zöldföldi and P. Hegedűs (Zöldföldi et al. 2008). This model has been used in our previous database construction for pottery (CeraMis) and lithics (Litotéka), respectively (Zöldföldi et al. 2010, Biró & Hegedűs 2012). The current database is focussing on the petroarcheological (macroscopic and instrumental) investigation of polished stone tools. Data for the project are collected, partly, in the framework of the current project and our former studies, but we would like to integrate in this format the totality of the published information available to us. The sources of data are the records on macroscopic, microscopic and instrumental analysis for polished stone tools, measurement data, processed data from museum inventories and information published in the field, partly based on our own research and partly on information published by others.*

*We are in the process of adapting the current database system to the specific problem; first of all, we plan to check and update the publications and material test documents to be processed.*

*By the end of the project, we are planning to construct a database with GIS connection demonstrating the temporal and spatial distribution of polished stone artefacts in the Carpathian Basin for the students of social and economic history.*

**Kivonat**

*A projekt résztvevői több mint két évtizede foglalkoznak csiszolt kőeszközök eredetvizsgálatával (Szakmány & Starnini 1998, Biró 1998a, Biró & Szakmány 2000). Eredményeinket a 2019-ben indult négyéves K-131814 NKFIH program egyik fő célkitűzéséként, térkép sorozat formájában szeretnénk megjeleníteni, ami a projekt lezárásáig elvégzett nyersanyag- és származási hely vizsgálatokon alapul. Az összegyűjtött adatokat, vizsgálati eredményeket web alapú adatbázisban hozzáférhetővé szeretnénk tenni a projekt résztvevők és az érdeklődő*

---

\* How to cite this paper: T. BIRÓ, K., HEGEDŰS, P., SZILÁGYI, K. (2021): „Kigyula” - A „Csiszolt kőeszköz és szerszámkö nyersanyagok nagyműszeres vizsgálata a Kárpát-medence és környezete őskori távolsági és regionális kereskedelmi hálózatainak feltérképezéséhez” c. NKFIH projekt adatbázisa, *Archeometriai Műhely XVIII/3* 261-272.

doi: [10.55023/issn.1786-271X.2021-019](https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2021-019)

szakemberek számára. Ehhez a korábbi tapasztalatok alapján megfelelőnek bizonyult SQL alapokra épülő (MySQL) webes alkalmazást (MissMarble) használjuk kiindulópontként (Zöldföldi et al. 2008).

Ezt a mintát már korábbi adatbázis építési programjainkhoz (kerámia: CeraMis, pattintott kőeszköz nyersanyag: Litoteka) is felhasználtuk (Zöldföldi et al. 2010, Biró & Hegedűs 2012). A jelenlegi adatbázis a csiszolt kőeszközök petroarcheológiai (makroszkópos és műszeres) vizsgálatain alapul. Adatforrásaink a makroszkópos, mikroszkópos és nagyműszeres vizsgálatok jegyzőkönyvei, a mérési adatok, a múzeumi leltárkönyvek feldolgozott adatai és a tárgykörben megjelent részben saját kutatási eredményeinkből, másrészt mások által publikált információkból álltak össze.

Elképzeléseink szerint a program végére vizsgálati eredményeink egy térinformatikai kapcsolattal rendelkező, a csiszolt kőeszköz nyersanyagok térbeli és időbeli elterjedését reprezentatívan bemutató magyar és angol nyelvű adatbázisban válnak hozzáférhetővé az őskor társadalmi és gazdaságtörténeti kutatásával foglalkozó szakemberek számára.

KEYWORDS: DATABASE, POLISHED STONE ARTEFACTS, PETROARCHAEOLOGY

KULCSSZAVAK: ADATBÁZIS, CSISZOLT KŐESZKÖZÖK, PETROARCHAOLÓGIA

## Bevezetés

Több évtizede foglalkozunk petroarcheológiai információk adatbázisba rendezésével. Az első és mindmáig használt rendszer még DOS operációs rendszer alatt működő relációs adatbázis környezetben készült, szerkezetét, adatait jelenleg is használjuk és fejlesztjük (Biró 1990, 2005). Ez az adatbázis is alkalmas térinformatikai jellegű információ kinyerésére (Biró 1998b), de a jelenleg elvárható követelményeknek – hálózati és több felhasználós elérhetőség, képanyag integrálása – már nem felel meg. Az azóta eltelt időszakban jelentősen fejlődött és átalakult a múzeumi informatikai háttér is (Biró 2008).

A munkánkhoz legközelebb álló „zöldkő” adatbázis a JADE projekthez kapcsolódik (Pétrequin et al. eds. 2017), amely szigorúan ellenőrzött, a projekt keretében felgyűjtött adatokból építkezik és csak a lekérdezések eredményeit teszi közzé (Gauthier et al. 2017, Gauthier & Pétrequin 2017).

A jelenlegi rendszer közvetlen elődje a MissMarble (relációs típusú) adatbázis, amelyet Hegedűs Péter és Zöldföldi Judit alakítottak ki, márvány leletekre (Zöldföldi et al. 2008). A rendszert kerámia leletek vizsgálatára (Zöldföldi et al. 2010) és korábbi petroarcheológiai OTKA program támogatására is felhasználtuk (Biró & Hegedűs 2012), amely ma is működőképes és elérhető ([http://www.hp-soft.hu/MM\\_Litoteka/](http://www.hp-soft.hu/MM_Litoteka/)).

## A Kigyula adatbázis tárgya és célkitűzése

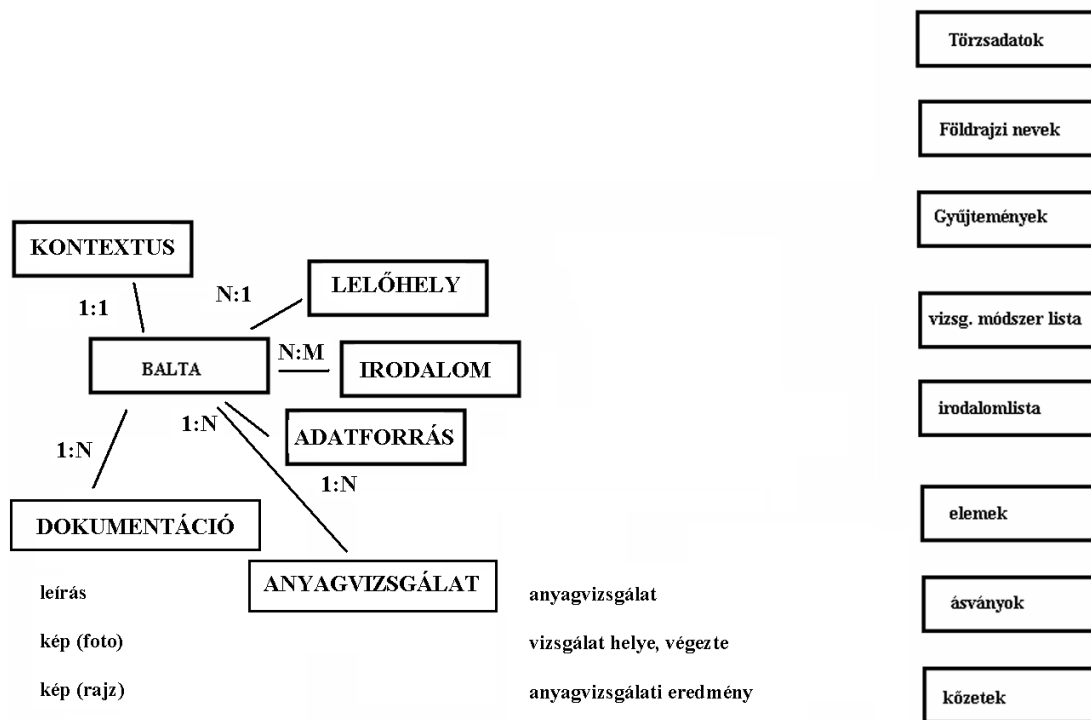
A Kigyula elnevezés a korai feldolgozásokra utal (pl. Rómer 1866, 10), jelentése „zöldkő” (kígyókő, serpentin), de ide tartoznak a csiszolt kőeszközök kutatásában kiemelt jelentőségű nagy nyomáson (HP) és magas hőmérsékleten (HT) képződött (HP-HT) metamorf kőzetek is. Az adatbázis a K-131814 NKFIH („Csiszolt kőeszköz és szerszámkö nyersanyagok nagyműszeres vizsgálata a Kárpát-medence és környezete őskori távolsági és

regionális kereskedelmi hálózatainak feltérképezéséhez”) projekthez kapcsolódik és célul tűzte ki, hogy a csiszolt kőeszközök és szerszámkövek petroarcheológiai információit egy rendszerbe gyűjti össze, és abból az elkülönített/azonosított nyersanyag típusok szerint atlasz jellegű információt ad közre, szerkesztett, térképen megjeleníthető formában.

Alapegysége az egy darab vizsgált tárgy, amely egy bizonyos lelőhelyhez, azon belül adott kontextushoz kapcsolódik. Ugyanaz a tárgy több adatforrásból is felvételre kerülhet a rendszerben. A tárgyhöz képanyag, leírás (formai/régészeti és nyersanyagra vonatkozó információk), valamint a konkrét vizsgálati eredmények is kapcsolnak (1. ábra). Ahol az elérhető információ lehetővé teszi, a tárgyat adott térbeli dimenziókkal rendelkező nyersanyag típusba és forrásterülethez rendeljük. Ennek segítségével az adatbázisból történő lekérdezések eredményét térképen is megjeleníthetjük.

## Adatforrások

Legfontosabb információ forrásaink a saját (aktuális projekt résztvevők által végzett) különböző komplexitású vizsgálatok nyers adatai és azoknak értékelése. Ebbe beleértendő az egyszerű makroszkópos vizsgálat, lehetőség szerint a pusztán ránézésen túli egyéb roncsolásmentes vizsgálatokkal – sztereomikroszkóp, mágneses szuszceptibilitás (MS) mérés – kiegészítve (2. ábra). Ez alkalmas lehet már elkülönített nyersanyag csoportba való besorolásra, de saját tapasztalatunkból is tudjuk, hogy a műszeres vizsgálatok – roncsolásmentes, illetve lehetőleg minél kevesebb roncsolással járó közettani/geokémiai vizsgálatok – segítségével ez az információ pontosítható és pontosítandó. A munkacsoport jelenleg a következő típusú vizsgálatokat végzi az erre kijelölt csiszolt



**1. ábra:** “Kigyla” adatbázis modell (vázlat)

**Fig. 1.:** An outline for the model of “Kigyla” database

köszeközökön: kémiai összetétel meghatározása prompt gamma (PGAA) és neutron aktivációs analízissal (NAA), valamint röntgen fluoreszcens spektroszkópiával (XRF) (Kasztovszky et al. 2017a, 2017b); ásványok és kőzetcsövet meghatározása pásztázó elektronmikroszkópban végzett energia diszperzív spektroszkópia (SEM-EDS) segítségével (Bendő et al. 2013) vagy vékonycsiszolatos optikai mikroszkópiával; fázisösszetétel meghatározás röntgen diffrakcióval (XRD). Ezeknek a vizsgálatoknak a számszerűsíthető eredményeit, illetve szabad szöveges leírását is rögzíti a Kigyla adatbázis rendszer (3. ábra).

Nagyobb gondot jelent a kutatócsoport tagjai által nem vizsgált tárgyokról szóló – gyakran hiányos, vitatható és aktualizálandó információ kezelése a rendszeren belül (4. ábra).

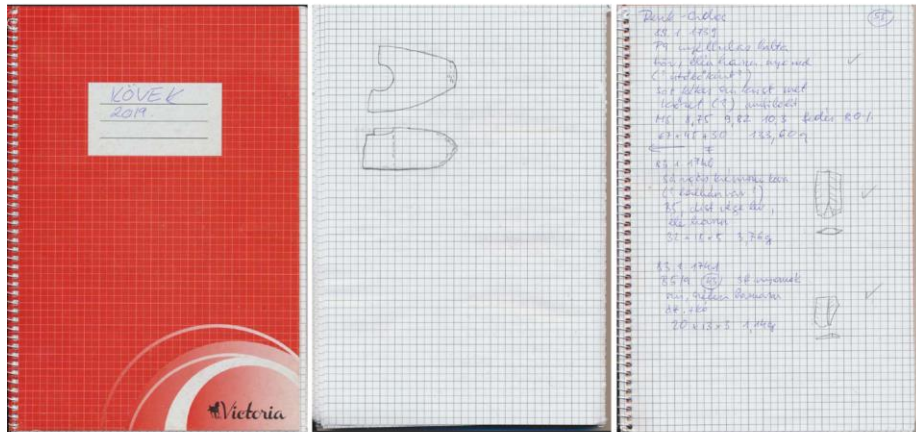
Rengeteg szétszórt adatbázis jellegű információ kering eseti feldolgozások mentén is, ezért sokat kell küzdeni a klónokkal és az adatok relevanciájával is. Természetesen a korábbi és főként a publikált adatok mellett, különösen, ha azok a nyersanyagra és/vagy származási helyre vonatkozó információkat tartalmaznak, nem mehetünk el, még ha ezeknek felhasználása az Atlasz számára erősen megkérdőjelezhető – mert

ma már másként látjuk a kérdést, pontosabb nyersanyag meghatározást tudunk adni vagy egyszerűen nem egyezik a véleményünk.

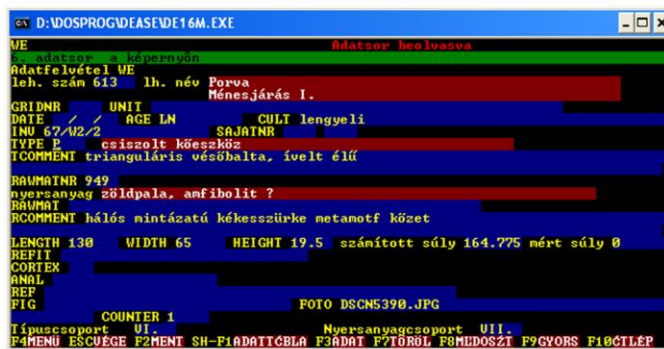
Inkább az adatgyűjtés fázisában használhatók a múzeumi leltárkönyvek adatai (5. ábra), hiszen a leltározást többnyire petroarcheológiai ismeretekkel nem rendelkező szakemberek végezték.

Hasonlóképpen problematikus a régészeti információk kezelése, ugyanis nagyon sok kőbalta szörványleletként kerül elő, vagy magángyűjteményekből kerül közgyűjteménybe. Ezeknek dokumentáltsága (pl. nyilvántartási szám) is megoldandó.

A leletek korának megállapítása és régészeti kultúrához kapcsolása történhet a lelőhelyen gyűjtött egyéb korhatározó (diagnosztikus) leletek segítségével (pl. Wolf-gyűjtemény, Péntek-gyűjtemény, Biró et al. 2017, 2019; Szilágyi et al. 2021). Az ásatásból származó leletek körében a kormeghatározás általában biztosabb lábakon áll, hiszen az előkerülés pontos körülményei jól ismertek (Oravecz & Józsa 2005). Több periódusú lelőhely esetében (ahol több, a köeszköz készítése szempontjából fontos korszak leletei kerültek elő) is akad olyan balta, amelynek koradatait csak tágabb határok között tudjuk megadni (pl. újkőkori/Kr.e. 6000–4000).



A



B

1	Szabadka 2010 csiszolt kőszekők és szerszámkövek												
2	E és G megegyezik D-vel ill F-fel, de ha azok >80, akkor E ill G=80												
3	Mintajel	makr. kőzetnév	megjegyzés	Méret (mm)			ms 1	ms 2	ms 3	MS átlag	fedés %	lerítkez	
9	2020.01.01	szürke, világosszürke mintázott Penc - xxx-pusztá (MRT 11?) 22/3		63		42		0,09	0,06	0,08		60	50,2
10	2020.01.02	kortexes szilánkmagkő (obszidián) Nagy-völgy MRT 11 5/7											
11	2020.01.03	nyellukas csiszolt balta fokréz, Ecséd - Gárdony 2											
12		kvarcitkavics		63	38	30		0,01	0	0		50	50
13		balta fokréz		45	50	40		0,27	0,28	0,29		60	80
14	2020.01.04	vaskos, vésőbaltából feljuttott Ecséd - Mogyorós-hegy		60	41	18		0,28	0,28	0,3		70	90
15	2020.01.05	közel párhuzamos élő ékveső, vErdőtárcsa - földút GPS 481		40	30	8		0,5	0,48	0,49		40	90
16	2020.01.06	kortexes obszidián gumó Kókai - Kókai ág											
17	2020.01.07	lapos vésőbalta, foka töredékes Kálló - Ph (?) 1		70	52	12		11,1	11,2	11,3		95	100
18	2020.01.08	nyellukas balta fokréz   mállott Nagyréde - Közép-bérc (?)		55	67	65		4,11	3,92	3,87		80	100
19	2020.01.09	magkőmaradék Kosd - MRT 9 14/21											
20	2020.01.10	trapéz alakú ékveső   szürke, vil.Legénd - Halyagos patak völgye GPS 75		41	32	8		0,21	0,22	0,2		40	90
21	2020.01.11	fokos jellegű áttört kőszekő tóni Nagytárcsa - Malomárok felett		170	45	30		0,27	0,19	0,27		80	100
22	2020.01.12	nyellukas balta (oldal) töredék   Szécsénke		88	38	52		0,57	0,54	0,5		50	100
23	2020.01.13	nagy méretű vaskos vésőbalta   Valkó - T1		170	75	55		15,6	15,8	16		100	100
24	2020.01.14	nyellukas csiszolt balta töredék Valkó - T2											
25		szerpentint		60	47	25		32,6	32,1	32,8		70	100
26		solétszürke		62	45	26		6,13	6,06	6,16		80	90
27	2020.01.15	kaptafa alakú balta (4 db), trapéz Valkó - TH											
28				96	28	33		9,55	9,31	9,68		70	60
29				89	32	27		0,55	0,54	0,54		65	90
30				86	18	25		0,39	0,4	0,38		60	90
31				75	38	18		0,4	0,37	0,4		80	90
32				53	47	8		0,39	0,46	0,47		90	90
33				48	38	12		0,22	0,27	0,28		50	90
34	2020.01.16	lapos vésőbalta foktöredék, baz.Vácszentlászló - (Valkó) Káratető											
35		fokos		135	40	33		0,4	0,31	0,28		60	90
36		balta foktöredék		57	55	20		10	9,91	10,1		90	90
37	2020.01.17	mikropenge magkő, kortexes Vácbotyán - MRT 9 32/2											
38	2020.01.18	nyellukas balta éltöredék Vácbotyán - 8/a		57	50	50		0,26	0,2	0,18		70	90
39	2020.01.19	mikromagkő maradék Kosd - MRT 9 14/21											
40	2020.01.20	kortexes obszidián gumóból kész.Vácszentlászló - MRT 11 25/6 és 28/16 között											
41	2020.01.21	kortexes onszidián pengemagkő Zsámbok - Lovacsás MRT 11 28/15		65		43		0,21	0,36	0,37		60	60
42	2020.01.22	kortexes szilánk devitrifikálódott Zsámbok - MRT 11 28/16, Malomkőves											
43	2020.01.23	obszidián szilánk Zsámbok - MRT 11 28/18 éh., Kópós-kút											

C

2. ábra: Adatforrások

A: személyes (kézzel írt) jegyzetek; B: személyes adatbázis információk; C: adatfelvételi lap MS adatokhoz

Fig. 2.: Sources for data

A: personal (hand-written) data; B: personal database info; C: data acquisition sheet for MS data

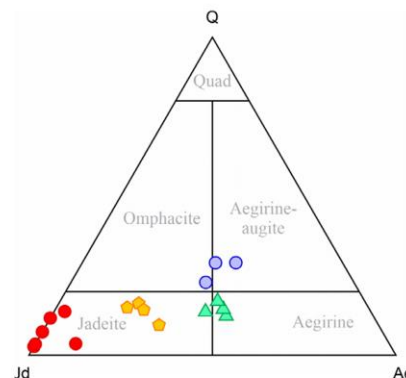
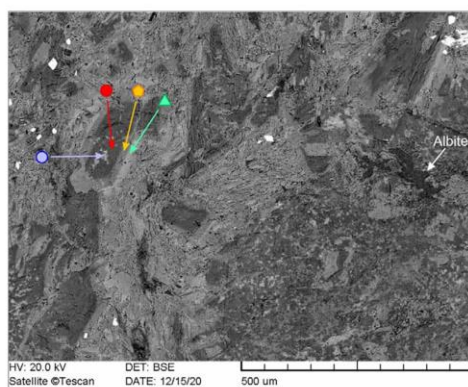
Long filename (*.CNF)	Short name (*.MCA)	Acquisition start	Acquisition complet	Live time (s)	Sample code	Sample description	mass (g)	thick (mm)	size (mm)
774 BS79_POL18_decay	BS79_POL	2019.02.01 9:06:29	2019.02.01 09:43:19	2207	POL.18: 1024/2230	kontakt metabázisú polished stone, decay			
775 BS80_POL2	BS80_POL	2019.02.01 9:44:25	2019.02.01 10:13:15	1541	POL.2: 630/1387	S metasülkanti (metasülk)			
776 BT09_74448 KER	BT09_744	2019.02.26 10:47:00	2019.02.26 11:09:39	1264	74.44.8	kontakt metabázisú kőszelék		10	
777 BT10_53160147 KER	BT10_531	2019.02.26 11:14:16	2019.02.26 11:39:03	1389	53.160.147	kontakt metabázisú kőszelék		5	
778 BT11_5316021 KER	BT11_531	2019.02.26 11:43:57	2019.02.26 12:19:21	2023	53.160.21	kontakt metabázisú kőszelék		5	
779 BT12_531981 KER	BT12_531	2019.02.26 12:21:17	2019.02.26 12:54:54	1920	53.198.1	kontakt metabázisú kőszelék		25	
780 BT13_532399 KER	BT13_532	2019.02.26 13:00:11	2019.02.26 13:36:12	2056	53.239.9	kontakt metabázisú kőszelék		10	
781 BT14_60202 KER	BT14_602	2019.02.26 13:41:26	2019.02.26 14:40:31	3374	60.20.2	kontakt metabázisú kőszelék		25	
782 BT15_B20 KER	BT15_B20	2019.02.26 14:42:33	2019.02.26 15:15:16	1871	B20 Felsővadász,Várdo	kontakt metabázisú kőszelék		20	
783 BT16_60203 KER	BT16_602	2019.02.26 15:19:38	2019.02.26 16:01:15	2395	60.20.3	kontakt metabázisú kőszelék		25	
784 BT17_ENC5 KER	BT17_ENC	2019.02.26 16:10:56	2019.02.26 17:10:21	3440	Encs-Kecelcsény C09 198	kontakt metabázisú kőszelék		25	
785 BT19_1993X18 KER	BT19_199	2019.02.27 8:17:13	2019.02.27 09:04:21	2715	M3, 10.3m., 1993.X.18	kontakt metabázisú kőszelék		15	
786 BT20_67377 KER	BT20_673	2019.02.27 9:10:13	2019.02.27 09:43:11	1896	67.3.77	kontakt metabázisú kőszelék		6	
787 BT21_53551 KER	BT21_535	2019.02.27 9:53:00	2019.02.27 10:28:08	2011	53.55.1	kontakt metabázisú kőszelék		6	
788 BT22_S113 KER	BT22_S11	2019.02.27 10:30:38	2019.02.27 11:11:50	2373	S113	kontakt metabázisú kőszelék		6	
789 BT23_5319912	BT23_531	2019.02.27 11:13:59	2019.02.27 11:43:42	1671	53.199.12	kontakt metabázisú kőszelék		6	
790 BT24_S1347	BT24_S13	2019.02.27 11:45:37	2019.02.27 12:17:36	1819	S1347	kontakt metabázisú kőszelék		6	
791 BT25_53160151 KER	BT25_531	2019.02.27 12:32:12	2019.02.27 14:05:36	6993	53.160.151	kontakt metabázisú kőszelék		6	
792 BT26_53160144 KER	BT26_531	2019.02.27 14:10:52	2019.02.27 14:44:44	1928	53.160.144	kontakt metabázisú kőszelék		6	
793 BT27_67111 KER	BT27_671	2019.02.27 14:46:36	2019.02.27 15:18:03	1772	67.11.1	kontakt metabázisú kőszelék		6	
794 BT28_5316018 KER	BT28_531	2019.02.27 15:24:02	2019.02.27 15:59:03	2002	53.160.18	zöldpala kőszelék		5	
795 BT29_67376 KER	BT29_673	2019.02.27 16:02:13	2019.02.27 16:35:24	1891	67.3.76	zöldpala kőszelék		7	
796 BT30_532041 KER	BT30_532	2019.02.27 16:40:04	2019.02.27 17:11:55	1812	53.204.1	zöldpala kőszelék		10	
797 BT31_531873A KER	BT31_531	2019.02.27 17:15:54	2019.02.27 17:48:47	1873	53.187.3A	zöldpala kőszelék		10	
798 BT32_531861 KER	BT32_531	2019.02.27 17:51:19	2019.02.27 18:22:18	1760	53.186.1	zöldpala kőszelék		10	
799 BT69_POL1	BT69_POL	2019.04.04 13:32:52	2019.04.04 14:05:09	1848	POL.1: 262/527	Polgár-Csőszhalom, kovásodott vulkánit bu		7	
800 BT70_POL17	BT70_POL	2019.04.04 14:11:19	2019.04.04 14:42:33	1782	POL.17: 785/1734	Polgár-Csőszhalom, kontakt metabázis - Z		7	
801 BT71_POL3	BT71_POL	2019.04.04 14:46:43	2019.04.04 15:12:46	1478	POL.3: 680/1491	Polgár-Csőszhalom, N metasülkanti		5	
802 BT72_POL13	BT72_POL	2019.04.04 15:17:10	2019.04.04 15:48:18	1774	POL.13: 1181/2605	Polgár-Csőszhalom, kőmfels		5	
803 BT75_POL14	BT75_POL	2019.04.05 10:04:01	2019.04.05 10:42:42	2212	POL.14: 472/963	Polgár-Csőszhalom, kovásodott kulf		5	
804 BT76_POL15	BT76_POL	2019.04.05 10:49:57	2019.04.05 11:35:09	2612	POL.15: 1083/2359	Polgár-Csőszhalom, metaaplit, metamikroö		10	
805 BT77_POL12	BT77_POL	2019.04.05 11:40:03	2019.04.05 12:00:26	1135	POL.12: 936/2049	Polgár-Csőszhalom, amfibolit		10	
806 BT95_POL8	BT95_POL	2019.04.10 15:07:04	2019.04.10 15:54:09	2695	145/272	Polgár-Csőszhalom, metasárgalm		10+	
807 BT97_POL7	BT97_POL	2019.04.11 8:14:00	2019.04.11 09:28:40	4337	POL.7: 861/100	Polgár-Csőszhalom, S vulkánit		15	
808 BT98_POL20	BT98_POL	2019.04.11 9:32:05	2019.04.11 10:16:23	2504	POL.20: 921/1999	Polgár-Csőszhalom, kőmfels		15	
809 BU93_82016AVE	BU93_820	2019.05.10 10:54:50	2019.05.10 11:41:55	2676	82016.1.3.5	polished stone axe			
810 BX45_115a	BX45_115	2019.09.11 9:54:07	2019.09.11 11:59:20	7358	A19115a	limestone raw material, fragment "a"		25	

A



Compound / Element	Conc. / wt%	Abs. unc. (±)
SiO <sub>2</sub>	57.1	1.1
TiO <sub>2</sub>	0.92	0.03
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.0	0.3
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.8	0.2
MnO	0.133	0.01
MgO	<1.5	
CaO	2.9	0.1
Na <sub>2</sub> O	14.1	0.3
K <sub>2</sub> O	<0.24	
H <sub>2</sub> O	0.07	0.01
B	0.00017	0.00001
Cl	<0.0050	
Sm	0.0048	0.0002
Gd	0.0019	0.0001

B



C

3. ábra: Adatforrások – Vizsgálati adatok

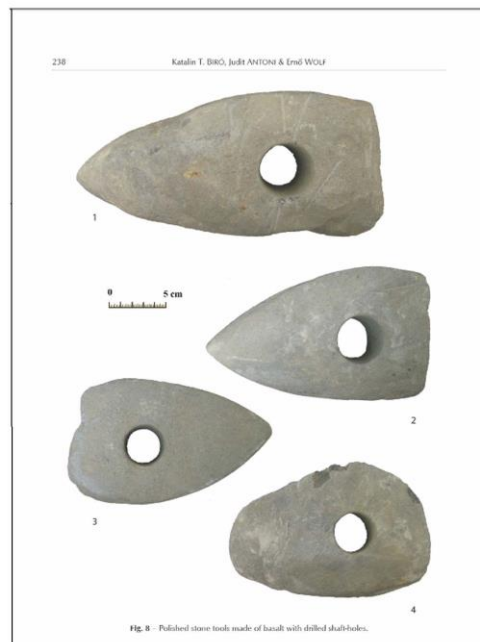
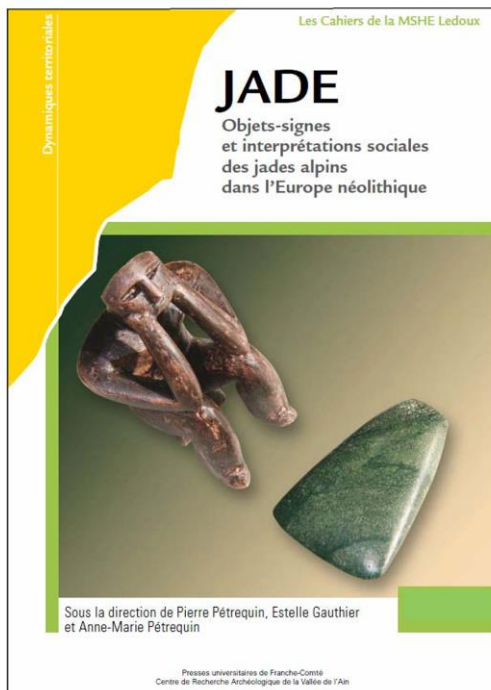
A: érkeztető lista (logbook); B: dokumentációs fotó és kémiai összetétel; C: geokémiai adatok (közlése: Biró et al. 2021)

Fig. 3.: Sources for data – Analytical results

A: logbook; B: documentation photo and chemical composition; C: geochemistry data (published in Biró et al. 2021)

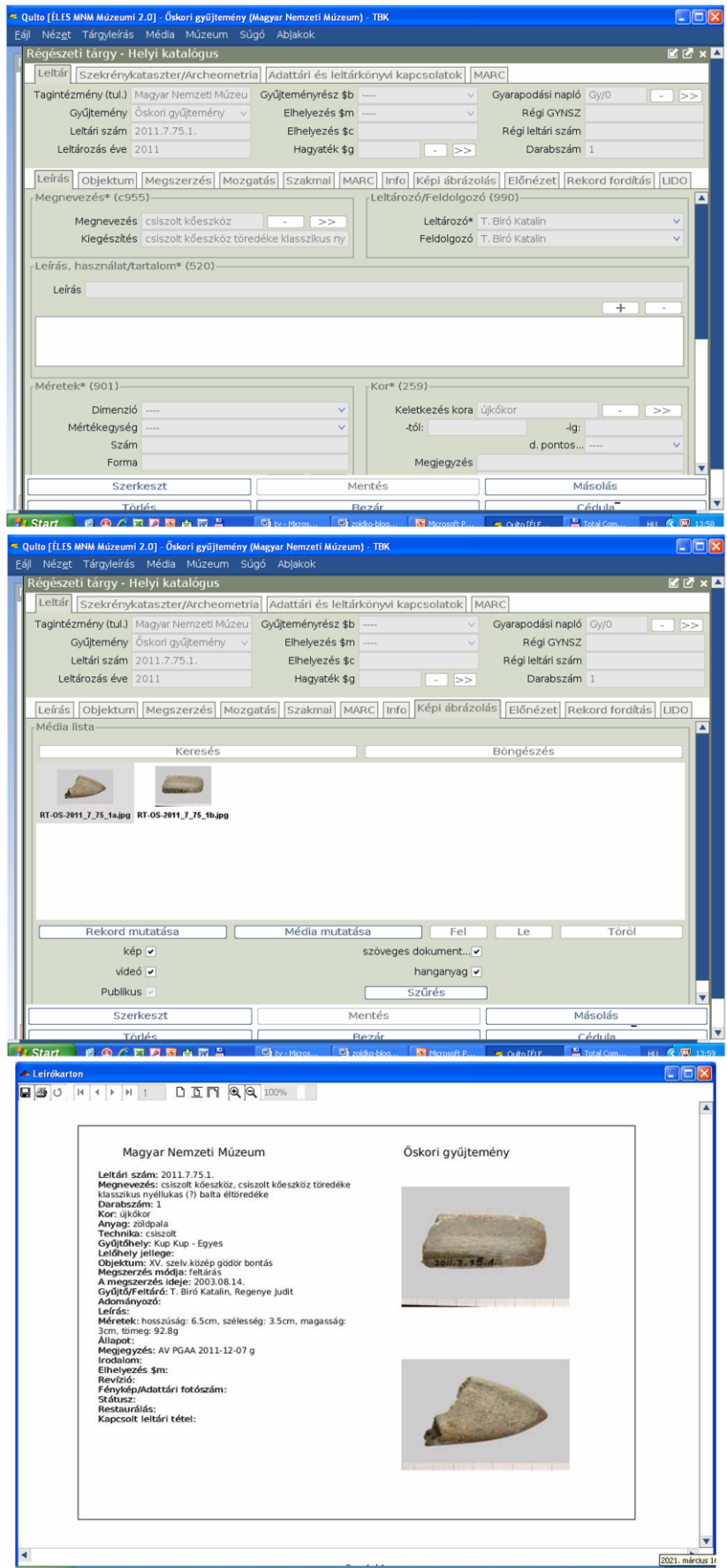
A	D	E	F	G	H	I	J
OTKA refer.	author	title	folyóirat-rov	nameofper	konyv_press	year	eyjel
2	5 Almády Zoltán–Antoni Jud	Petroarchaeological study of the polished stone artifacts of Csabdi, settlement and cemetery of the Lengyel Culture	In: Biró ed. 1986	Biró, K.T. ed., Internationa		1986	
3	5 Antoni Judit	Útmutató a csiszolt kőeszközök világához. Újkőkori eszközkészítés és használata a Lengyel kultúra eszköztárából	-	-	MNM-NÖK	2012	
4	5 Antoni Judit	"Metamorphosis of the rock". Depot find of stone tool preforms at Veszprém-Kékkút	ActaArchHung	Acta Archaeologica Acade		2012	
5	5 Jaroslav Bartík, Lukáš Krm	metabasic rock near Želešice	PfV	Přehled výzkumů		2015	
6	5 Bendő Zsolt, Oláh István,	Csiszolt kőeszközök és ékkövek roncsolásmentes SEM-EDX vizsgálata: lehetőségek és korlátok/ Non-destructive SEM-EDX analytical method for polished stone tools and	AMűhely	Archeometriai Műhely / Ar		2013	
7	5 Bendő, Zsolt, Szakmány,	Results of non-destructive SEM-EDX and PGAA analyses of jade and eclogite polished stone tools in Hungary / Magyarországi jade és eclogit nyersanyagú csiszolt	AMűhely	Archeometriai Műhely / Ar		2014	
8	5 Bendő, Zs., Szakmány, G	Nagymomású metaofiolit nyersanyagú csiszolt kőeszközök magyarországi régészeti leletanyagokban. In: Pál-Molnár et al. eds., 6. Közettani és Geokémiai Vándorgyűlés	-	-	SZTE Ásványtani, Geokém	2015	
9	5 Zsolt Bendő, György Szak	Jades and related HP greenstone polished stone implements from Hungary. In: PEREIRA-PAIXÃO eds. 2016	-	-	University of Algarve	2016	
10	5 Bendő, Zsolt, Szakmány,	High pressure metamorphosed polished stone implements from Hungary: Na-pyroxenes, eclogites and related rocks	ArchASci	Archaeological and Anthro		(2017)	
11	5 F. Bernardini, A. De Min,	Petrographic and geochemical comparison between the Copper Age "Ljubljana type" axes and similar lithotypes from the Eisenkappel Diabaszug complex (southern Austria)	JASc	Journal of Archaeological S		2014	
12	5 F. Bernardini, A. De min,	Shaft-hole axes from Slovenia and North-Western Croatia: a first archaeometric study on artefacts manufactured from (meta-)dolomites	Archaeometry	Archaeometry		2009	
13	5 Federico Bernardini, Eman	Prehistoric Cultural Connections in Northeastern Adriatic Regions Identified by Archaeometric Analyses of Stone Axes. In: Forenbaer ed. 2009	BARIS	BAR International Series		2009	
14	5 T. Biró Katalin	Adatok a korai baltakészítés technológiájához / Data on the technology of early axe production	ActaMusPap	Acta Musei Papensis / Pá		1992	
15	5 T. Biró, Katalin	The study of polished stone implements in the Carpathian Basin. In: Költő-Bartosiewicz eds. 1998	ARH-II	Archaeometrical Research		1998	
16	4 Antoni Judit–Honváth Tünde	Óskori kőbalták tipológiai lehetőségei. II. rész: A nyersanyag	ÓLév	Ósrégészeti Levelek		2000	
17	4 Antoni Judit–Honváth Tünde	Bronzkori kézművestechnikák. Kő-és csonteszközök. / Bronze Age handicraft techniques. Stone and bone tools. Kísérleti oktató CD és munkafüzet	-	-	MATRICA Múzeum	2003	

A



B

**4. ábra:** Adatforrások – Publikációk  
 A: irodalmi adatbázis; B: kiemelt publikációk  
**Fig. 4.:** Sources for data – Publications  
 A: technical literature list; B: especially relevant publications



A

B

C

5. ábra: Adatforrások – leltárkönyvi adatok (Huntéka): A: főlap; B: média fül; C: leletkarton nézet  
 Fig. 5.: Sources for data – inventory data (Huntéka system): A: main page; B: media page; C: object card view

A legtöbb, ásatásból származó csiszolt balta azonban kellő pontossággal megadható kontextussal, leletkörnyezettel (“objektummal”) rendelkezik, ami a kronológiai besorolást könnyíti és egyben lehetőséget ad a tipológiai jellemzők korhatározó értékének feltárásához.

Különlegesen fontos ebből a szempontból a sírleletek vizsgálata, ahol nem egyszerűen korhatározásról van szó, hanem a halottal együtt eltemetett tárgy egyben személyes dimenziót is kap. A tárgy sírbeli pozíciója alapján az eltemetett egyén személyes tárgyaként tekinthető vagy az őt eltemető közösséget vagy családot is reprezentálhatja. Ezzel együtt a temetkezési rítusra és egy-egy nyersanyag vagy tárgy típus gazdasági, társadalmi és rituális értékére is következtethetünk. Ez okból a projektben számos sírmellékletként előkerült kőeszköz is szerepel, amelyek régészeti proveniencia (származási hely) adatait rögzítjük a Kigyla adatbázisban. A magángyűjteményekből, települési jelenségekből és a sírokból származó leletek nyersanyagainak és tárgy típusainak térbeli megjelenítése fontos hozadéka a kutatásnak. Reményeink szerint a régészeti előkerülés alapján meghatározott leletek időbeli és térbeli előfordulásai és mennyiségi adatai új eredményekkel szolgálnak nem csak egy különleges nyersanyagú tárgyról, hanem az őskorban használt – és a vizsgálatba bevont – összes csiszolt kőeszközről és szerszámkőről. Ezek együttesen egy adott közösség gazdasági és rituális érték koncepciójára és egy speciális deponálási szokásának megismerésére adnak lehetőséget. Jelentős információ értékkel rendelkeznek a raktárleletek, “kincsek” vagy áldozati leletek is, ezeknek vizsgálata szintén kulcsfontosságú.

### ***Készültségi állapot***

Jelenleg a “Kigyla” adatbázis rendszer szerkezetének, háttéradatainak pontosítása folyik. A rendszert olyan adatállományokkal szeretnénk tesztelni, amelyekhez minden adat rendelkezésünkre áll – leltári információ, képanyag, vizsgálati adatok, proveniencia meghatározás (**6-7. ábra**). Ilyen információ sorozat lehet az utóbbi években sikeresen elkülönített és közzé tett nagy nyomáson és hőmérsékleten képződött (HP-HT)

jadeit és rokon kőzetekből készült eszközök adatai (Szakmány et al. 2013, Biró et al. 2017b, Bendő et al. 2019).

A HP-HT metamorfitek kutatásához kapcsolódóan szisztematikus gyűjtést végeztünk több hazai múzeumban és gyűjteményben, amelynek adatait szintén integrálni szeretnénk a rendszerbe. Emellett petroarcheológiai feldolgozó munkánk során több, jelentős mennyiségű csiszolt kőeszközt is eredményező feltárás anyaga került a látókörünkbe (Alsónyék-Bátaszék, Hódmezővásárhely-Gorzsa, Kup-Egyes; Zalai-Gaál et al. 2011, Szakmány et al. 2008, Biró 2011). Ezeket szeretnénk kiegészíteni a K-131814 NKFIH program keretében célzottan felgyűjtött információval.

A rendszer jelenleg is elérhető a projekt tagjai számára, név/jelszó megadásával. Külső felhasználók számára a rendszert a publikált vizsgálati adatok feltöltése utáni állapotban tervezzük megnyitni.

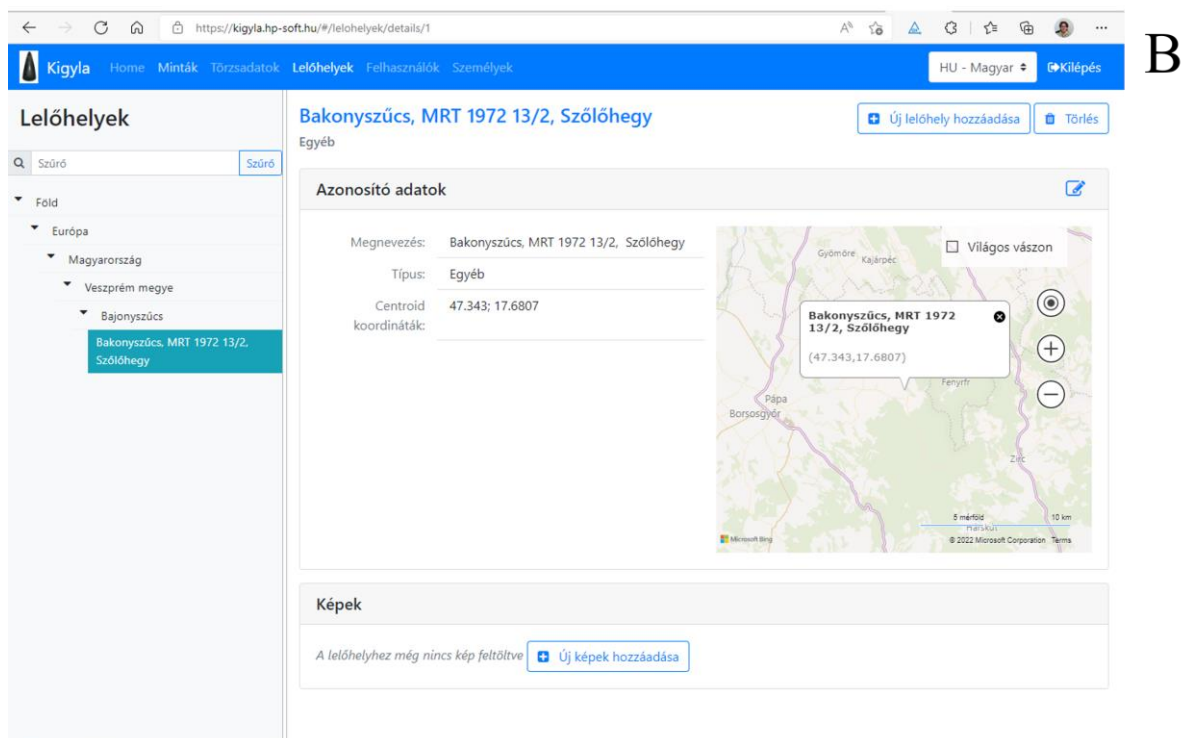
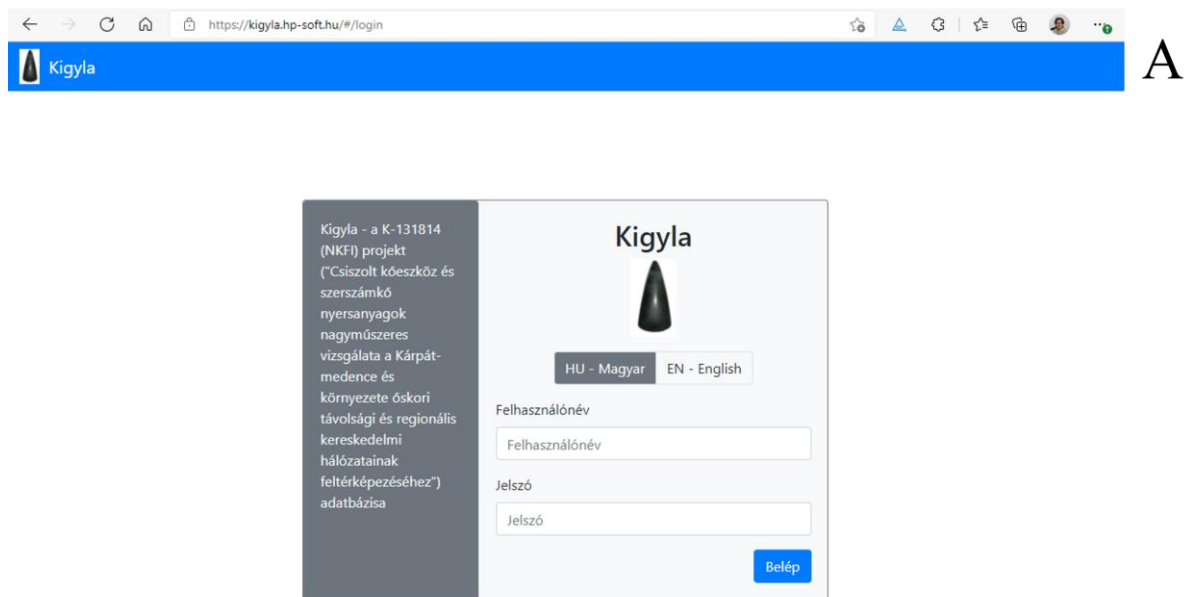
### ***Összegzés***

A „Csiszolt kőeszköz és szerszámkő nyersanyagok nagyműszeres vizsgálata a Kárpát-medence és környezete őskori távolsági és regionális kereskedelmi hálózatainak feltérképezéséhez” projekt egy speciális tárgy típus vizsgálatára jött létre. A csiszolt kőeszközök az őskori eszközkészleten belül valószínűleg a legszélesebb körű kapcsolatrendszert dokumentálják (Szilágyi & Biró 2021).

Összességében elmondható, hogy minél pontosabb a kiinduló régészeti információ, annál többet remélhetünk a vizsgált tárgyak petroarcheológiai feldolgozásától.

A projekt résztvevői törekednek arra, hogy minél több csiszolt kőeszközt személyesen is megvizsgáljanak, de tudjuk, hogy egy projekten belül a teljes információ halmazt nem fogjuk tudni feldolgozni. A projekt tervezett vizsgálati és terepi kutatásai mellett az időbeli és vizsgálati kereteket is messze meghaladná a teljes információ mennyiség feldolgozása. Reményeink szerint ezt a hosszabb távú feldolgozást a projekt befejezését követően is tudjuk folytatni.





**6. ábra:** “Kigyla” adatbázis bejelentkező képernyő (a) és térképi kapcsolat (b)  
**Fig. 6.:** The login screen of “Kigyla” database (a) and GIS map connection (b)

Minta
🔍 ✖


Új adatkészlet ▾

Azonosító adatok  
 Irodalomtörzs  
 Mérések, leírások  
 Képek

**Azonosító adatok** 📄

Id: 1	Leltári szám: 2019.7.1.
Típus: Régészeti	Megjegyzés: (eredeti ltsz. valószínűleg 20/1852.2)
Lelőhely: Bakonyszücs, MRT 1972 13/2, Szólóhegy Típus: Egyéb	Minta tárolási helye: Magyar Nemzeti Múzeum Gyűjtemény: Régészeti Tár Óskori Gyűjtemény
Eszköz típus: nyújtott trianguláris vésőbalta	Nyersanyag típus: Na-piroxénit (jadeitit-omfacitit)

**Képek** 📄



○ ○

Id: 1  
 Adatforrás: Publikáció  
 Ábrázolás jellege: Rajz  
 Felhasznált irodalom: RÓMER 1866

**Felhasznált irodalom**

Műrégészeti kalauz. Ósrégészet, különös tekintettel Magyarországra. I. Óskori műrégészet.

Szerzők/Szerkesztők: Rómer Flóris  
Emlékeztető: RÓMER 1866

The first greenstone axe in Hungary.

Szerzők/Szerkesztők: Biró, Katalin T. és Szakmány, György és Szilágyi, Veronika és Kovács, Zoltán és Kasztovszky, Z  
Emlékeztető: BIRÓ et al. 2021

**Mérések, leírások**

**Fizikai tulajdonságok**

Adatforrás: Publikáció

Felhasznált irodalom: RÓMER 1866

Hossz: 157 mm

Mélység: 24 mm

Ms érték: 0.54 x 10<sup>-3</sup> SI

**Anyagvizsgálati adatok**

Adatforrás: Publikáció

Intézmény: ELTE TTK Közettan-Geokémiai Tszk.

Felhasznált irodalom: BIRÓ et al. 2021

**Anyagvizsgálati adatok**

Adatforrás: Publikáció

Intézmény: Energetatudományi Kutatóközpont, Nukleáris

Rövid leírás: nyújtott trianguláris vésőbalta

Leírás: Különlegesen gondos kidolgozású nyújtott trianguláris vésőbalta, a leghosszabb magyarországi példány

Szélesség: 72 mm

Súly: 382.26 g

Vizsgálat éve: 2021

Módszer: "eredeti felszín vizsgálat" módszer

Vizsgálat éve: 2021

Módszer: Prompt Gamma Aktivációs analízis

Mégse

7. ábra: "Kigyla" adatbázis minta nézet

Fig. 7.: "Kigyla" database sample sheet

**Irodalom**

- BENDŐ, Zs.; OLÁH, I.; PÉTERDI, B.; SZAKMÁNY, Gy. & HORVÁTH, E. (2013): Csiszolt kőeszközök és ékkövek roncsolásmentes SEM-EDX vizsgálata: lehetőségek és korlátok / Non-destructive SEM-EDX analytical method for polished stone tools and gems: opportunities and limitations. *Archeometriai Műhely* **10/1** 51–66.
- BENDŐ, Zs.; SZAKMÁNY, Gy.; KASZTOVSZKY, Zs.; T. BIRÓ, K.; OLÁH, I.; OSZTÁS, A.; HARSÁNYI, I. & SZILÁGYI, V. (2019): High pressure metaophiolite polished stone implements from Hungary: Na-pyroxenites, eclogites and related rocks. *Archaeological and Anthropological Sciences* **11** 1643–1667. DOI <https://doi.org/10.1007/s12520-018-0618-6>
- BIRÓ, K.T. (1990): A Microcomputer database system for the investigation of lithics. In: VOORIPS, A. & OTTAWAY, B. S. eds., *New tools from mathematical archaeology*. Craców, Polish Academy of Sciences, 107–114.
- BIRÓ, K.T. (1998a): The study of polished stone implements in the Carpathian Basin. In: KÖLTŐ, L., BARTOSIEWICZ, L. (eds.): *Archaeometrical Research in Hungary II Budapest*. Kaposvár, Hungarian National Museum, Directorate of Somogy County Museum, **2** 115–139.
- BIRÓ, K.T. (1998b): Stones, Numbers- History? The utilization of lithic raw materials in the middle and neolithic of Hungary. *Journal of Antropological Archaeology* **17** 1–18.
- BIRÓ, K.T. (2005): Gyűjtemény és adatbázis: eszközök a pattintott kőeszköz nyersanyag azonosítás szolgálatában / Collection-and-Database Approach in the Study of Lithic Raw Material Provenance. *Archeometriai Műhely* **2/4** 46–51.
- BIRÓ, K.T. (2008): A múzeumi nyilvántartás számítógépes rendszerének hivatalos bevezetése - lehetőségek, eredmények, problémák. Gondolatok az első sikeres auditok kapcsán / The official introduction of computerised system in museum documentation - potentials, achievements. *Múzeumi Közlemények*, **2**, 54–65.
- BIRÓ, K.T. (2011a): Preliminary report on the lithic material of Kup-Egyes, W-Central Transdanubia. 5<sup>th</sup> Petroarchaeological Seminar, Masaryk University, Brno, publikálatlan előadás.
- BIRÓ, K.T. & HEGEDŰS, P. (2012): Új adatbázis a kőeszköz-nyersanyag alapadatokhoz. / 2012.12.03 Archeometriai Műhely vitaülés, publikálatlan előadás.
- BIRÓ, K.T. & SZAKMÁNY, GY. (2000): Current state of research on Hungarian Neolithic polished stone artefacts. *Krystalinikum* **26** 21–37.
- BIRÓ, K.T., ANTONI, J. & WOLF, E. (2017a): Adatok a Bakony bazalt-balta készítő műhelyeihez / Data on the basalt-axe production sites in the Bakony Mts. *Archeometriai Műhely* **14/1** 25–48.
- BIRÓ, K.T., PÉTREQUIN, P., ERRERA, M., PRĪCHYSTAL, A., TRNKA, G., ZALAI-GAÁL, I. & OSZTÁS, A. (2017b): Ch.18. Des Alpes à l'Europe centrale (Autriche, République tchèque, Slovaquie et Hongrie) In: PÉTREQUIN, P., GAUTHIER E. & PÉTREQUIN, A.-M. eds., *JADE. Tome 3*. Presses universitaires de Franche-Comté Centre de Recherche Archéologique de la Vallée de l'Ain, ISBN 978-2-84867-575-6 , 431–466.
- BIRÓ, K.T., ANTONI, J. & WOLF, E. (2019): Basalt Axe Production Sites in the Bakony Mountains (Hungary). *Anthropologica et praehistorica: bulletin de la Société royale belge d'anthropologie et de préhistoire. Bruxelles Société royale belge d'anthropologie et de préhistoire*, ISSN: 1377-5723, **128** 227–243.
- BIRÓ, K.T., SZAKMÁNY, Gy., SZILÁGYI, V., KOVÁCS, Z., KASZTOVSZKY, Zs. & HARSÁNYI, I. (2021) The first greenstone axe in Hungary. *Materiale si Cercetari Arheologice Bucuresti, Ser. Noua Suppl. I.* 517–528.
- GAUTHIER et al. (2017): A method of data structuring for the study of diffusion processes of raw materials and manufactured objects. In: GORGUES, A.; REBAY-SALISBURY, K. & SALISBURY, R. B. eds. *Material chains in Late Prehistoric Europe and the Mediterranean. Time, Space and Technologies of Production*. Université de Bordeaux – Montaigne, Bordeaux, 31–46.
- GAUTHIER, E. & PÉTREQUIN, P. (2017): Interprétations sociales des transferts de grandes lames polies en jades alpins dans l'Europe néolithique. Analyses spatiales dans le cadre du programme ANR JADE 2 / Social interpretations of the transfers of Alpine jades axe-heads, *ArcheoSciences/4856* 7–23. <https://doi.org/10.4000/archeosciences.4856>
- KASZTOVSZKY, Zs.; SZILÁGYI, V.; BIRÓ, K.T.; ZÖLDFÖLDI, J.; DIAS, I.M., VALERA, A.; ABRAHAM, E.; BESSOU, M.; LOCELLO, F. & BENFANTE, V. (2017a): Ceramics, marbles and stones in the light of neutrons: characterization by various neutron methods. In: KARDJILOV, N. & FESTA, G. (eds.), *Neutron Methods for Archaeology and Cultural Heritage. (Neutron Scattering Applications and Techniques)*, Springer Verlag, Heidelberg, 89–140.
- KASZTOVSZKY, Zs.; MARÓTI, B.; HARSÁNYI, I.; PÁRKÁNYI, D. & SZILÁGYI, V. (2017b): A comparative study of PGAA and portable XRF used for non-destructive provenancing

archaeological obsidian. *Quaternary International*, **468**, Part A, 179–189.

<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.08.004>

ORAVECZ, H. & JÓZSA, A. (2005): A Magyar Nemzeti Múzeum újkőkori és rézkori csiszolt kőszközeinek régészeti és közettani vizsgálata / Archaeological and petrographic investigation of polished stone tools. *Archeometriai Műhely* **2/1** 23–47.

PÉTREQUIN, P., GAUTHIER, E. & PÉTREQUIN, A.-M. eds. (2017): JADE. Objets-signes et interprétations sociales des jades alpins dans l'Europe néolithique. Tomes 3 et 4. ISBN 978-2-84867-575-6, 2017, 1–756, 758–1432.

SZAKMÁNY, Gy. & STARNINI, E. (1998): Petrographical analysis of polished stone tools from some Neolithic sites of Hungary In: BIRÓ, K.T. & HORVÁTH, T. (eds.): *Abstract of 31<sup>st</sup> International Symposium on Archaeometry*, Budapest, 27 April - 1 May 1998, 134–135.

SZAKMÁNY, GY., BIRÓ, K.T., KRISTÁLY, F., BENDŐ, ZS., KASZTOVSZKY, Zs. & ZAJZON, N. (2013): Távolsági import csiszolt kőszközök nagynyomású metamorfítokból Magyarországon / Long distance import of polished stone artefacts: HP metamorphites in Hungary. *Archeometriai Műhely* **10/1** 83–92.

SZILÁGYI, K. & T. BIRÓ, K. (2021): Régészeti szempontok a Kárpát-medencéből és környékéről származó csiszolt kőszközök és szerszámkövek eredetvizsgálatához / Archaeological aspects of the

provenance of polished stone tools and ground stones from the Carpathian Basin and its surroundings (In Hungarian with English abstract), *Archeometriai Műhely* **18/3** 191–208.

<https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2021-016>

SZILÁGYI, V., ILLÉS, L., BIRÓ, K.T., PÉNTEK, A., HARSÁNYI, I., SÁGI, T., KOVÁCS, Z., FEHÉR, K. & SZAKMÁNY, Gy. (2021): A Cserhát-Cserhátalja-Gödöllői-dombság-Mátraalja vidékéről származó csiszolt kőszközök előzetes archeometriai vizsgálati eredményei. *Archeometriai Műhely* **18/3** 237–260.

<https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2021-018>

ZALAI-GAÁL, I., GÁL, E., KÖHLER, K. & OSZTÁS, A. (2011): Das Steingerätedepot aus dem Häuptlingsgrab 3060 der Lengyei-Kultur von Alsónyék, Südtransdanubien. *Beitr. z. Ur- u. Frühgesch. Mitteleuropas*, **63**, *Varia Neolithica*, **VII** 65–83.

ZÖLDFÖLDI, J., HEGEDŰS P. & SZÉKELY, B. (2008): MissMarble - egy archeometriai, művészettörténeti és műemlékvédelmi célú, internet-alapú, interdiszciplináris adatbázis / Interdisciplinary data base of marble for archaeological, art historian and restoration use. *Archeometriai Műhely* **5/3** 41–50.

ZÖLDFÖLDI, J., LENO, V., SZÉKELY, B., SZILÁGYI, V., BIRÓ, K.T. & HEGEDŰS P. (2010): CeraMis: interactive internet-based information system on Neolithic pottery. *Archeologia e Calcolatori* **21** 301–314.

## NON-DESTRUCTIVE TESTING OF WORK-RELATED HYPERTROPHIC ALTERATIONS OF THE HORSE METATARSUS, DEMONSTRATED THROUGH THE EXAMPLE OF SCYTHIAN AGE HORSE REMAINS

### A LÓ LÁBKÖZÉPCSONT MUNKAHIPERTRÓFIÁS ELVÁLTOZÁSAINAK RONCSOLÁS MENTES VIZSGÁLATA, SZKÍTA KORI LÓMARADVÁNYOK PÉLDÁJÁN BEMUTATVA\*

BOZI, Róbert<sup>1</sup> & SZABÓ, Géza<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bozi Ars Med. Vet. Clinic, H-6200 Kiskőrös Jókai Mór u. 5.

<sup>2</sup>Wosinsky Mór Museum, H-7100 Szekszárd, Szent István tér 26.

E-mail: [boziaodr@gmail.com](mailto:boziaodr@gmail.com)

#### **Abstract**

*Recently we have managed to elaborate a method to evaluate the permanent marks caused by work and lifestyle on horses' metatarsus, which is suitable to establish – even in the absence of associated artefacts - the way horses of archaeological age were used. The structure of the metatarsus is most typically characterising the specimen in the zone of f.n. (foramen nutricium), therefore this was the location where we prepared across sectional ground sample, serving as the basis of the analyses. Recently in several projects we have faced the problem that - for reasons of the protection of cultural heritage artefacts - it is just the most important finds in the case of which bones should not be examined in a destructive manner, i.e. by preparing cross-sectional ground samples as we do when applying the basic method. Furthermore, the high demand for such testing also required us to elaborate a faster and non-destructive method of the analysis the metatarsus-cortex. On the recent level of technological development, theoretically there are two widely available options for that: magnetic resonance imaging and computed tomography, however, our experience shows that in archaeological practice only the latter is usable. We tested the new method through the examination of the horses of the Csanytelek-Újhalastó and Szentes-Vekerzug Scythian cemeteries; the experience gained, and the lessons learnt from these tests, important from the viewpoint of methodology, will be described herein. The result of the tests conducted to analyse hypertrophy caused by work in the horse remains of the above-mentioned cemeteries will be published in the separate study.*

#### **Kivonat**

*A közelmúltban sikerült kidolgozni egy módszert a lovak lábközépcsontján a munkavégzés és az életmód okozta maradandó nyomok értékelésére, amely alkalmas a régészeti korú lovak használati módjának meghatározására a mellékletektől függetlenül is. A lábközépcsont szerkezete a f.n. (foramen nutricium) magasságában a legjellemzőbb az egyedre, ezért itt készítettük az elemzések alapjául szolgáló csiszolt harántmetszetet. Az elmúlt időszakban azonban több projekt esetében is szembesültünk azzal, hogy műtárgyvédelmi okok miatt éppen a legfontosabb leletek esetében nem megengedhető a csontok roncsolással járó vizsgálata, az alapmódszer szerinti csiszolt harántmetszet elkészítése. Továbbá a vizsgálat iránti nagy igény is szükségessé tette, hogy kidolgozzuk a lábközépcsont-kéregállomány vizsgálatának gyorsabb és roncsolás mentes módszerét. A technológiai fejlettség mai szintjén elméletben erre két széles körben elérhető lehetőség van, a mágneses rezonancia képalkotás és a komputertomográfia. A régészeti gyakorlatban tapasztalataink szerint csak az utóbbi használható. Az új módszert Csanytelek-Újhalastó és Szentes-Vekerzug szkíta kori temetők lovainak vizsgálatával teszteltük, melynek ezúttal módszertani szempontból fontos tapasztalatait, tanulságait adjuk közre. Az előbb megnevezett temetők ló maradványainak munkahipertrófiás vizsgálati eredményeit önálló tanulmányban adjuk közre.*

---

\* How to cite this paper: BOZI, R. & SZABÓ, G., (2021): Non-destructive testing of work-related hypertrophic alterations of the horse metatarsus, demonstrated through the example of Scythian Age horse remains / A ló lábközépcsont munkahipertrófiás elváltozásainak roncsolás mentes vizsgálata, szkíta kori lómaradványok példáján bemutatva, *Archeometriai Műhely XVIII/3* 273–288.  
doi: [10.55023/issn.1786-271X.2021-020](https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2021-020)

KEYWORDS: NON-DESTRUCTIVE TEST, HORSE, LIFESTYLE, WORK, METATARSUS, OSTEOLOGY, SCYTHIAN AGE

KULCSSZAVAK: RONCSOLÁS MENTES VIZSGÁLAT, LÓ, ÉLETMÓD, MUNKA VÉGZÉS, LÁBKÖZÉPCSONT, OSTEOLOGIA, SZKÍTA KOR

## Introduction

A direct precedent to our present work was the method we have recently elaborated to objectively reveal the permanent marks the work performed by horses and their lifestyle left on their metatarsus. This method is suitable to establish – even independently from grave goods – the way horses of archaeological age were used (Bozi & Szabó 2020). The structure of the metatarsus reflects most typically the permanent marks left by the specimen's life history in the zone of f.n. (*foramen nutricium*); therefore, this was the location where we produced cross-sectional ground samples, serving as the basis of the analyses. The project called "*Riding and cart horses in the archaeological cultures of the Eurasian steppes in the XX-III cent. BC (on materials of horse equipment and archaeozoology)*" covers an extremely wide area expanding from China to the Danube. It aims to examine the way in which the remains of the harnesses and the carriages observable in the graves from the 2<sup>nd</sup> millennium B.C. found alongside horse bones reflect the process of social, economic, and cultural changes in the Eurasian steppes and Southwest Asia. These changes were triggered by starting to use horses for work. Special importance was attached to horses in the 1<sup>st</sup> millennium B.C. among the pastoral societies of the Eurasian steppe, where they became the basis of livelihood and they were used in farming, herding cattle, hunting and also in warfare. Horseback riding became widespread from the 9<sup>th</sup>–7<sup>th</sup> century B.C., mounted warriors appeared, as well as military cavalry units led by the elites of mobile pastoral societies. The decoration of the horse harnesses at the same time reflected the status of the warrior and the horse was seen as a sacred animal, thus it was part of ritual acts and often buried near its master in the grave. The image of riding horses and cavalry, known since the Scythian age, affected so strongly the thinking of researchers that up to these days almost all the horses and harnesses from the 9<sup>th</sup>–3<sup>rd</sup> century B.C. between the Danube River and the Transbaikalian region were interpreted as being and belonging to riding horses, unless a wheel was also found near them that clearly referred to carts. However, in recent years based on a more detailed analysis of archaeological finds the idea is increasingly emerging that a significant part of the harnesses, in particular ones from the 9<sup>th</sup>–7<sup>th</sup> century B.C., may have belonged to the equipment of draft horses, which may considerably change the idea developed so far concerning the economy, society, way of daily life and belief system of the specific period.

Up to now the possibilities of testing horse usage have been significantly restricted by the lack of a method that could be used to clearly decide, either based on the archaeological objects or the bones, whether they belonged to mounts or draft horses (Bendrey 2007; Taylor & Tuvshinjargal 2018). Therefore, in the international project one of the main tasks of the Hungarian researchers is to determine the way in which the horses of the period were used by applying their osteometrical methods. However, in the case of the first Scythian artefacts we had to face the problem that – for reasons of cultural heritage protection – it is just the most important finds in the case of which bones should not be examined using destructive methods, i.e. by preparing cross-sectional ground samples. The project's goals and the high demand for testing the work-related hypertrophies (Bartosiewicz et al. 1993) also required us to elaborate a faster and non-destructive analysis of the metatarsus-cortex. On the recent level of technological development, theoretically there are two widely available options for that: magnetic resonance imaging (MRI) and computed tomography (CT).

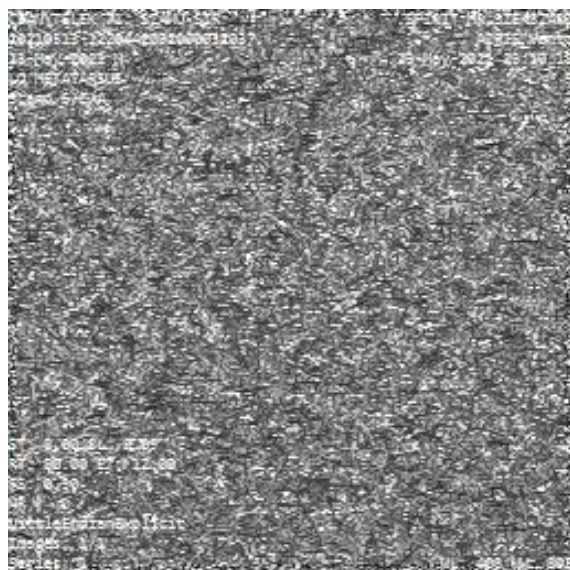
In the enhancement of the basic method, as the first step, we performed a CT scan of the previously made cross-section ground samples of the metatarsi of horses with known life history, 1-2 mm proximally of the *foramen nutricium*. The reason for the proximal deviation from the f.n. is that a previously excised bone was the subject of the test.

The comparative analysis of the data of the images obtained using different procedures (section, CT image) have shown that the section images produced with a non-destructive method can be analysed as successfully as the ground samples. In the second phase of research, we tested the new procedure by examining horses of archaeological age. The data of the horses selected for analysis also pointed out that beside the benefits of the effective use of non-destructive imaging devices in archaeological practice certain constraints must also be taken into consideration. We tested the suitability of images produced in a non-destructive way for work hypertrophy examinations through the analysis of the Scythian horses of Csanytelek-Újhalastó and Szentés-Vekerzug. The experience gained and the lessons learnt from these tests are important from a methodological point of view. The detailed and comprehensive results of work-related hypertrophic tests will be published separately due to their excessive length.

## Equipment and methods

### Magnetic resonance imaging

The experiments we conducted prove that the MRI used in medical diagnostics is not suitable for producing the desired image. Depending on the selected characteristics of the radio wave and the magnetic field – based on physics – the connection is established only with specific nuclei. For example, the generally used version of the MRI utilizes the nuclei of hydrogen atoms, the protons. The process can be further narrowed down to ensure that the response would come from the protons of the water molecules making up approx. 70% of the body. Naturally, the image of several other stable isotopes may also be used (Vandulek 2014 T. 28.4). Hydrogen exists in living organisms in a high concentration, mainly because of the water content (Emri 2011, 18). The archaeological bone finds, however, typically contain only a low concentration of water, and our experience shows that even after soaking them, their water concentration is not sufficient for producing an MRI image (**Fig. 1.**).



**Fig. 1.:** Csanytelek–Újhalastó MRI scan of Scythian horse metatarsus III. bone after soaking in water. The measurement has not even started due to the absence of stimuable atoms

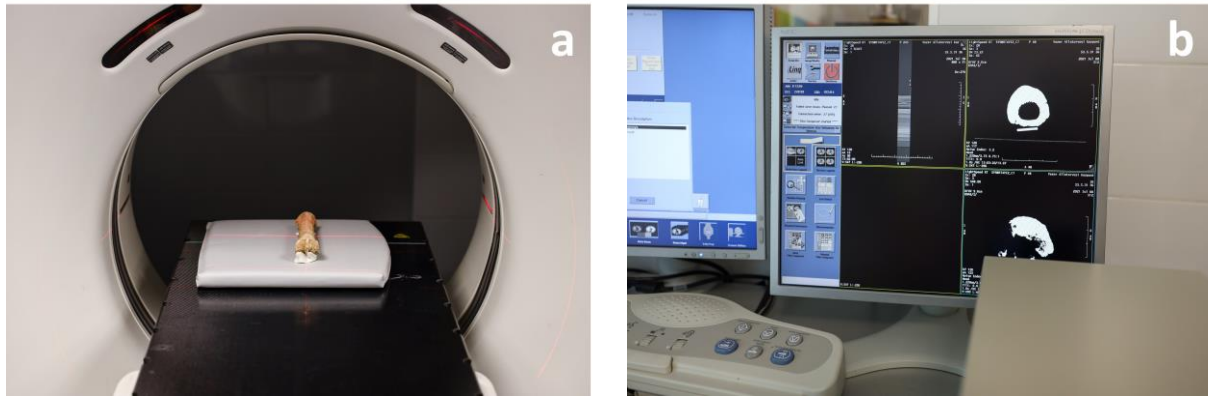
**1. ábra:** Csanytelek–Újhalastó szkíta kori ló III. lábközépcsontjának vizes áztatás utáni MRI felvétele. Gerjeszthető atomok hiányában a mérés el sem indult

### Computed tomography

The device we used is a Ge Lightspeed 4-slice CT manufactured in 2008 (**Fig. 2a-b**). It is a high performance (~50 kW) X-ray tube, with a so-called detector arc positioned opposite the tube, which rotates around the examined body. For tomographic image reconstruction an optimal number of projections are necessary to be made, therefore during rotation the device gathers planar attenuation images of the area to be examined, per each ~0.1 degree. The algorithm of the CT reconstruction determines the  $\mu$  factors characterising radiation attenuation in the individual points of the body. The turn-around time (Trot) today is generally lower than 1 s, and in the case of faster CT devices it may even reach the value of 0.3 s. Fast rotation is necessary so that the person or the part of the body would move as little as possible or would not move at all during the scan. Several parameters influence the image quality of CT scans, among others the ones that can be set in the equipment. Among these the most important is the voltage of the X-ray tube (80-140 kV) and its amperage (50-500 mA), the Trot (0.3-1 s), the pitch (0.2-2). Moreover, a number of additional factors also affect it, such as the specific algorithm of image reconstruction, and its settings (in a reconstructed image the number of pixels, the application of special filters, etc., the size of the object examined (Balkay 2011, 104). In our case the small size of the object and its immobility made it easier to record an image. Out of the available equipment types in our trials, computed tomography proved to be the most suitable and most cost-efficient tool for the non-destructive testing of the internal structure of bones of archaeological age (**Fig. 2a-b**).

### Positioning the test material, producing the sectional image

The phenomena detected on the metatarsus cortex, the method of extracting information, the interpretation of the extracted information, and the conclusions drawn are the same as in the case of the basic method (Bozi & Szabó 2020). However, the image to be examined is produced in a completely different way. The bone is not damaged. We use the computed tomograph scanner to produce an image at the place where a cross-section would be cut out when using the original method. The preparation and setting of metatarsus III is performed as follows. We mark the plane of the rear panel of the metatarsus. We use a plastic T-plate for determining the plane of the rear panel, instead of a metal one as we do in the case of the original method. Metals absorb and scatter X-rays effectively, and therefore in many cases make the resulting image impossible to evaluate. The T-plate was prepared in 2 sizes, due to the anatomical variability of bones (**Fig. 3.**).



**Fig. 2a-b:** a) Ge Lightspeed 4-slice CT with a horse metatarsus set in a measurement test position b) DICOM file containing all image settings is displayed on the monitor

**2a-b ábra:** a) GeLightspeed 4-slice CT mérési pozícióba állított ló lábközépcsonttal b) A monitoron az összes képbeállítást tartalmazó DICOM fájl látható



**Fig. 3.:** T-plates for determining the plane of the rear panel

**3. ábra:** T-lapocskák a hátfal sík meghatározásához

I. The length of the stem is 60 mm, its width is 15 mm, the length of the arm is 40 mm, its width is 10 mm, the thickness of the material is 2 mm.

II. The length of the stem is 40 mm, its width is 15 mm, the length of the arm is 40 mm, its width is 10 mm, the thickness of the material is 2 mm.

The stem of the proper-size T-plate is adjusted to the proximal fingertip-like imprint on the plantar surface and fixed with self-adhesive flexible plasticine (Pritt) preventing tilting. The outer edge of the arm lies on the transverse diameter of the *foramen nutricium*, approximately perpendicular to the longitudinal axis of the metatarsus (**Fig. 4a-b**).

The prepared metatarsus is entered into the CT scanner in the following way. The positioning of

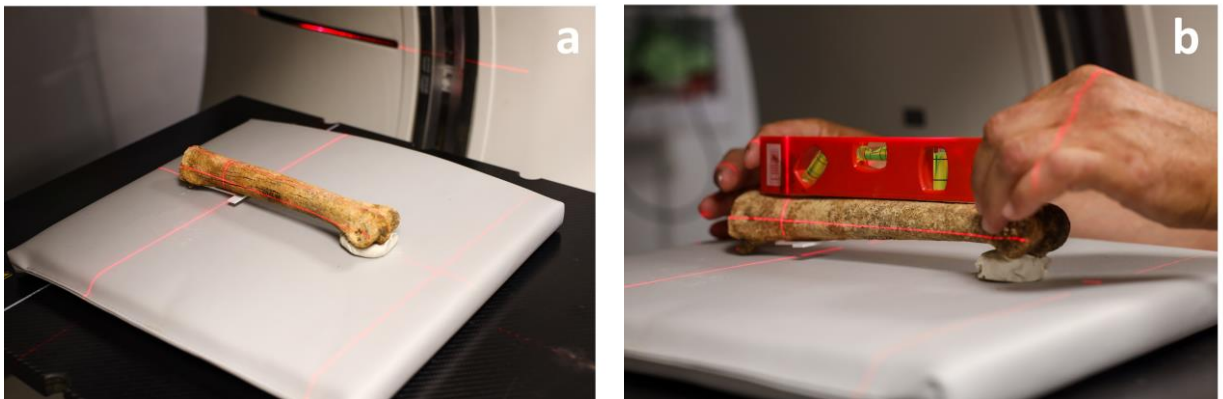
the longitudinal laser beam falls on the longitudinal axis of the metatarsus and lies distally along the edge of the *crista articularis*, and proximally on the *tuberositas metatarsi*, on the approximate medial tierce point of the highest section of the dorsal edge. It is important that in the course of the testing the metatarsus should be in a dorsally horizontal position in order to reach a perpendicular sectional image, therefore the proximal and distal ends should be propped up with plasticine to prevent tilting, then adjusted by using a spirit level (**Fig. 5a-b**). Correct positioning is necessary to ensure that the generated radiation beams form the most accurate cross-section image possible, and this causes the measurement to be within the error limit. Precise positioning is the basis for a uniform measurement protocol. This allows the measurement to be reconstructed at any time. The results of the metatarsus analysed this way are comparable and realistic conclusions can be drawn from them (**Appendix 1**).

By taking advantage of the possibilities offered by CT method, we produced a series of cross-sectional images at the target area of the properly positioned metatarsus, and for the measurement we use the image produced at the *foramen nutricium*. The images were produced with 120 kV and 80-118 mA setting, without a filter. The DICOM file manager program of the CT equipment in "bone window" mode creates a black and white image from the grayscale image, which is well apparent on **Fig. 2b**. By using the Micro DICOM program, this image is converted into JPG format to ensure easier exportability (**Fig. 6a-b**). This image corresponds to the ground, painted section produced using the basic method (Bozi & Szabó 2020, Fig. 9).





**Fig. 4a-b:** The manner of positioning T-plates  
**4a-b ábra:** A T-lapocskák felhelyezési módja



**Fig. 5a-b:** Positioning the metatarsus for CT scans  
**5a-b ábra:** A metatarsus pozicionálása a CT vizsgálathoz



**Fig. 6a-b:** Well positioned assessable contrasting CT images (M: Medialis, L: Lateralis)  
**6a-b ábra:** Jól pozicionált, értékelhető kontrasztos CT felvételek (M: Medialis, L: Lateralis)

After drafting the relevant lines on the CT sectional image, by placing on the image the 5° scaled template printed on transparent foil, the measuring points could be marked accurately and quickly and the data necessary for the previously described formula could be recorded. The measurement is performed manually Bozi & Szabó 2020, 77-79) (Fig. 7a-b).

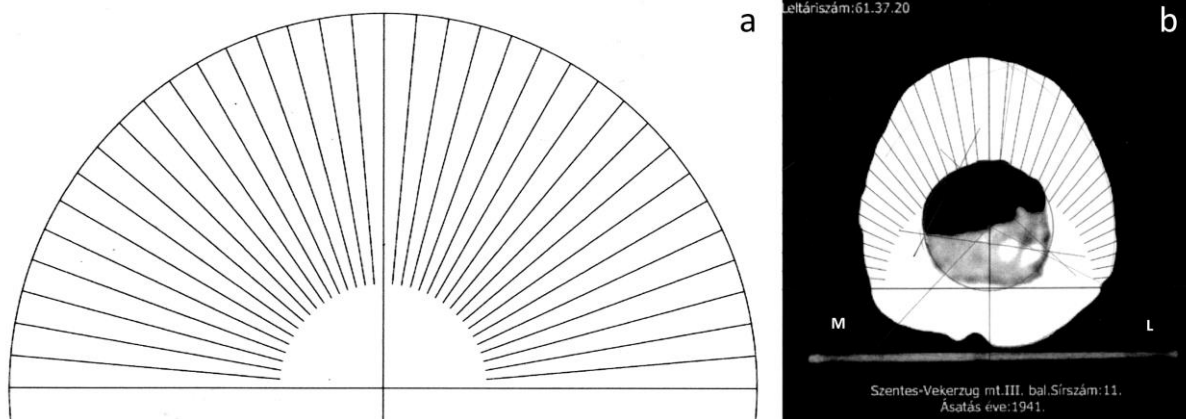
### ***Destructive and non-destructive comparative test of recent horse metatarsus III bones***

We compared the mechanically sectioned slice and CT image of the same bone to check whether the CT image is suitable for revealing the required information on the metatarsus.

The summary diagrams of the load extent and the location of the maximum cortical stock width ( $C_{\max loc}$ ) are presented in our baseline study (Bozi & Szabó 2020, Appendix Tab. 1). For the analysis we compared the sectioned and CT image of the

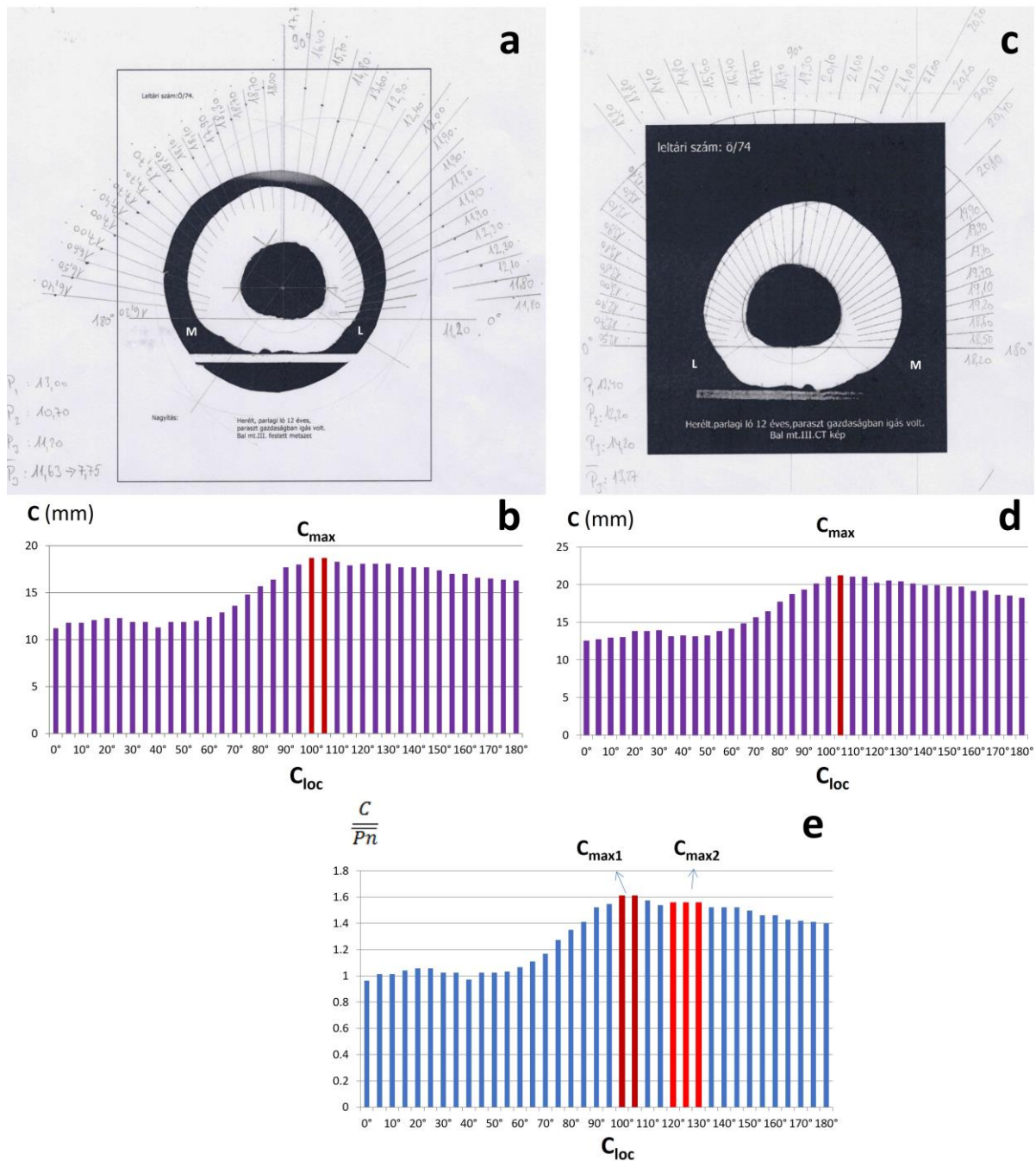
metatarsus of a 12-year-old Hungarian half-bred gelding used in a farm in a horse-drawn cart (Fig. 8a-e) and a 17-year-old Hungarian half-bred gelding used as a mount used in long-distance riding (Fig. 9 a-e).

It is apparent from the data included in the table summarising the location of the maximum width of the cortical bone and the intensity of load (Table 1.) that the comparison of the values yielded by the section and the CT image shows some difference, but the apparent deviation of a few percentages does not significantly affect the conclusions that can be drawn. All in all, the data prove that a well-produced CT image is suitable for revealing actual information, similarly to sections. The reason for the difference is partly the different testing method, and the slightly different positioning of the image recorded of the section after the cutting.



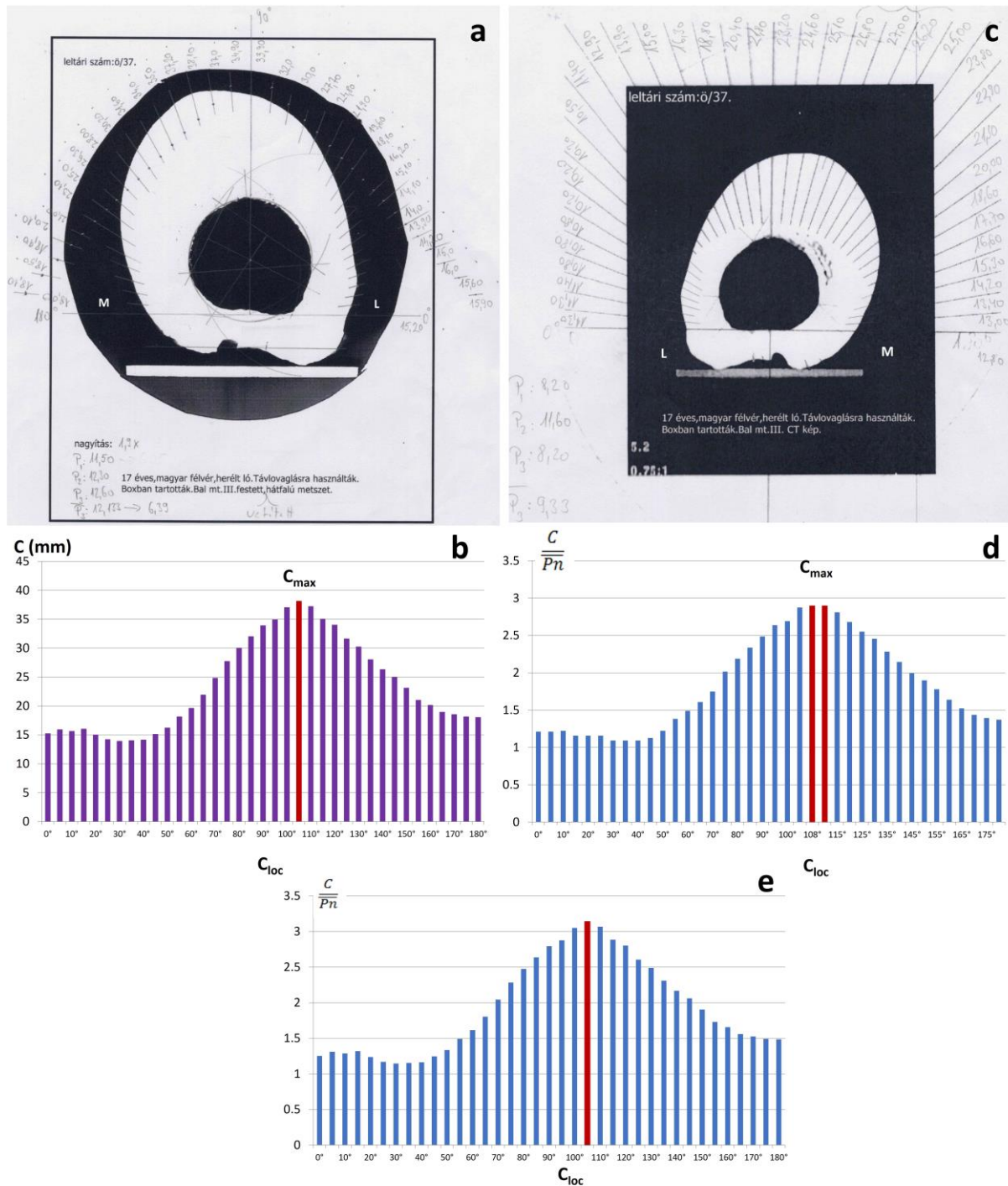
**Fig. 7a-b:** a) 5° scaled template, b) Template positioned on CT image with relevant lines (M: Medialis, L: Lateralis)

**7a-b ábra:** a) 5°-os beosztású sablon, b) CT felvételekre helyezett sablon az irányadó egyenesekkel (M: Medialis, L: Lateralis)



**Fig. 8a-e:** a) Horse used in horse-drawn cart (ö/74) metatarsus III ground section (M: Medialis, L: Lateralis), b) Distribution of cortex width measured on the section, c) CT image, d) distribution of cortex width measured on the CT image, e) Load intensity (C: cortex width;  $C/P_n$ : mathematical average of the cortex width of the plantar area;  $C_{loc}$ : location of the cortex width)

**8a-e ábra:** a) Fogat ló (ö/74) metatarsus III. csiszolt metszete (M: Medialis, L: Lateralis), b) A metszeten mért kéregállomány szélesség megoszlása, c) CT kép (M: Medialis, L: Lateralis), d) A CT képen mért kéregállomány szélesség megoszlása, e) A terhelés intenzitása (C: kéregállomány szélesség;  $C/P_n$ : hátfal kéregállomány szélesség matematikai átlaga;  $C_{loc}$ : kéregállomány szélesség)

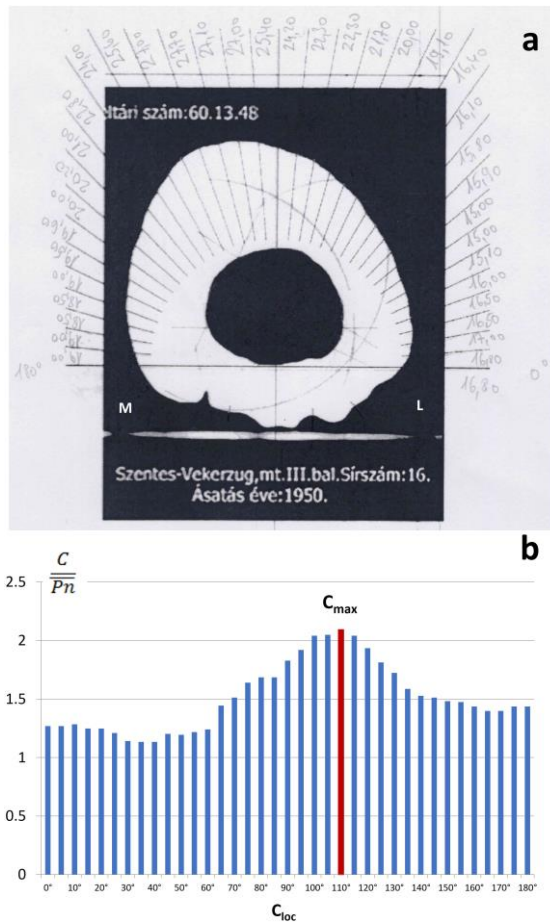


**Fig. 9a-e:** a) Riding horse (ö/37) metatarsus III ground section (M: Medialis, L: Lateralis), b) Distribution of cortex width measured on the section, c) CT image (M: Medialis, L: Lateralis), d) Load intensity measured on the CT image; e) load intensity measured on the section

**9a-e ábra:** a) Hátság ló (ö/37) metatarsus III. csiszolt metszete (M: Medialis, L: Lateralis), b) a CT képen mért kéregállomány szélesség megoszlása, c) CT kép (M: Medialis, L: Lateralis), d) A CT képen mért terhelés intenzitás; e) a csiszolt metszeten mért terhelés intenzitás

**Table 1:** Measured and calculated values of the bone cortex width of metatarsi (by Bozi & Szabó 2020, 77-78) used in the methodological study  
**1. táblázat:** A módszertani tanulmányba bevont metatarsusok csont-kéregállományának mért és számított értékei (Bozi & Szabó 2020, 77-78 alapján)

Inventory number	$\bar{P}_n$ $\pm 0,01$	$C_{max}$ mm $\pm 0,01$	$C_{maxloc}$ angle degree $\pm 1^\circ$ $X$	$C_{max97-100\%loc}$ angular range $\pm 1^\circ$ $Y$	Load intensity $\frac{C_{max}}{\bar{P}_n}$	Durability of load $\left(\frac{C_{max}}{\bar{P}_n} \times \sin \Phi\right) \times 10$	Life history $\left(\frac{C_{max}}{\bar{P}_n} \times \frac{1}{\sin Y}\right) \times \cos X^2$
ö/74, CT	13.27	20.50	125°	15°	1.55	3.998	1.964
ö/74, sample	7.75	12.07	126°40'	13°	1.56	3.50	2.444
ö/37, CT	9.33	27.00	108°59.7'	10°	2.89	5.025	1.766
ö/37, sample	6.39	20.05	105°	10°	3.18	5.448	1.211
53.5.31, CT Szentcs-Vekerzug	13.07	28.10	100°	10°	2.15	3.733	0.373
54.5.15, CT Szentcs-Vekerzug	13.90 residuc?	28.50	95°	10°	2.05	3.56	0.09
53.5.18, CT Szentcs-Vekerzug	14.37	27.3	95°	15°	1.90	4.918	0.056
1309.24, CT Szentcs-Vekerzug	10.9	23.10	92°28'	15°	2.12	5.487	0.015
60.13.48, CT Szentcs-Vekerzug	13.23	27.70	110°	15°	2.09	5.409	0.945
61.37.20, CT Szentcs-Vekerzug	11.97	22.20	92°28'	15°	1.85	4.788	0.013
60.13.67, CT Szentcs-Vekerzug	11.93	21.40	115°	15°	1.79	4.632	1.235 The bone cortex is damaged
Csanytelek grave 71. mt. III. right, CT	17.40	28.90	115°	15°	1.66	4.30	1.146 Medullary cavity filled with residuc
Csanytelek grave 71. mt. III. left, CT	14.90	27.10	105°	25°	1.82	7.69	0.288 Medullary cavity filled with residuc

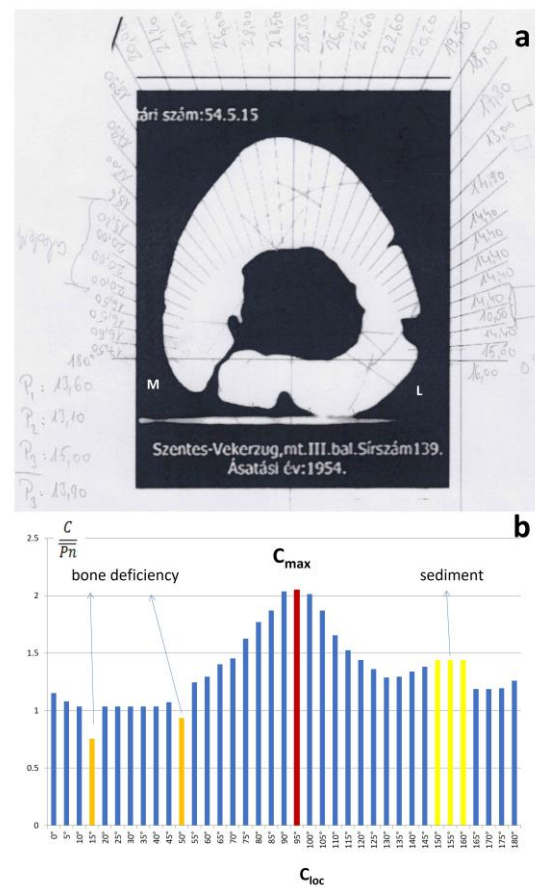


**Fig. 10a-b.:** a) Szentcsanak tomb No. 16, CT image of Scythian horse well preserved mt. III. (M: Medialis, L: Lateralis), b) Diagram of the load intensity, the place of  $C_{maxloc}$  and the load value are those of a riding horse

**10a-b ábra:** a) Szentcsanak 16. sír, szkíta kori ló jól megőrződött mt. III. CT képe (M: Medialis, L: Lateralis), b) A terhelés intenzitás diagramja, a  $C_{maxloc}$  helye és a terhelés értéke hátras lóé

### Analysis of archaeological finds

The finds of two internationally known Scythian burial sites of determining importance, i.e. Csanytelek-Újhalastó (1 specimen) and Szentcsanak (14 specimens) (Galántha 1981, 1986; Párducz 1952, 1954, 1955) were used in the development of the non-destructive test method. The analysis of the archaeological bone finds of good retention ability did not cause any difficulty (**Fig. 10a-b**). However, in order to avoid pitfalls, taphonomic processes had to be taken into consideration as well. Remains go through taphonomic changes after being buried. In the images produced by using computed tomography several of these appear as disturbing image elements that may even make the testing impossible. Such include:



**Fig. 11a-b.:** a) Szentcsanak tomb No. 139, CT image of Scythian horse damaged metatarsus III filled with residue (M: Medialis, L: Lateralis), b) Diagram of the load intensity, the place of  $C_{maxloc}$  and the load value are those of a riding horse

**11a-b ábra:** a) Szentcsanak 139. sír, szkíta kori ló sérült, üledékkel töltött metatarsus III. CT képe (M: Medialis, L: Lateralis), b) a kéregállomány szélesség megoszlása, a  $C_{maxloc}$  helye és a terhelés értéke hátras lóé

- insufficient cortex preservation
- cortex fracturing
- cortex warps
- inseparable residue filling

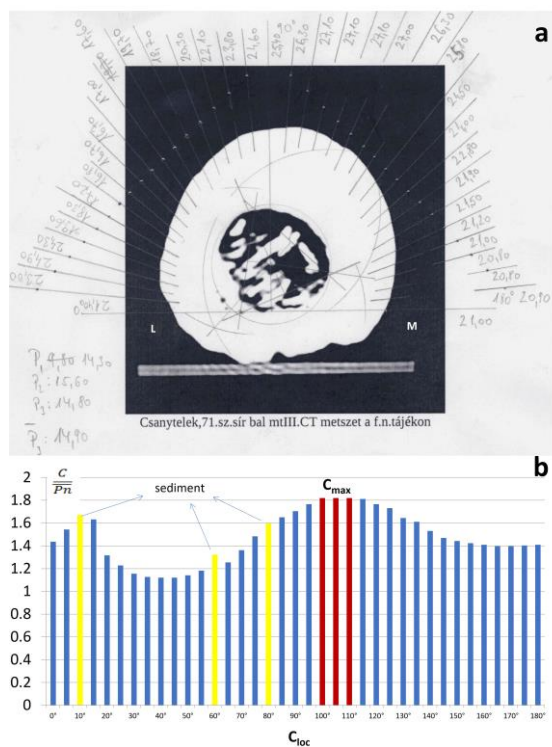
The partial or complete lack of cortex may cause a loss of information (**Fig. 11a-b**), fractures and warps may cause the shifting of angles. If the *canalis nutritium* is completely filled with residue it is difficult to position the image. In such a case, we can select the last image that still shows a sharp projected rear panel (T plastic back wall). In some other cases the medullary cavity is filled with soil or other residue (**Fig. 11a-b**). With some luck the filling may be distinguished from the bone cortex by using an image enhancement program, and in this case the measurement can be performed. If the residue cannot be distinguished from the bone, the measurement is partly or completely impossible

based on the CT image. The result depends on the position and quantity of the residue. In order to minimise the loss of data, both metatarsi of the specimen must be examined, if possible. In the case of the presented example of Csanytelek (Figs. 12a-b, 13a-b) the deforming effect of the residue filling was reduced, and the information extracted from the two bones solved the question that would not have been answered by the data set of one or the other metatarsus separately.

The line bordering the cortex from the direction of the medullary cavity must also be monitored, as the projection of the trabecular system may appear on it in the form of a wavy line, which should also be considered when measurement is performed.

### Evaluation of data

In the preliminary evaluation of the data presented here we mainly wanted to find an answer to the question to what extent the test results of the new archaeozoological method are similar to or differ from the image we developed during the research so far by using traditional methods through the



**Fig. 12a-b:** a) Csanytelek-Újhalastó tomb No. 71, Scythian horse left metatarsus III filled with residue CT image (M: Medialis, L: Lateralis), b) Diagram of the load intensity, the place of  $C_{maxloc}$  and the load value are those of horse which did not work

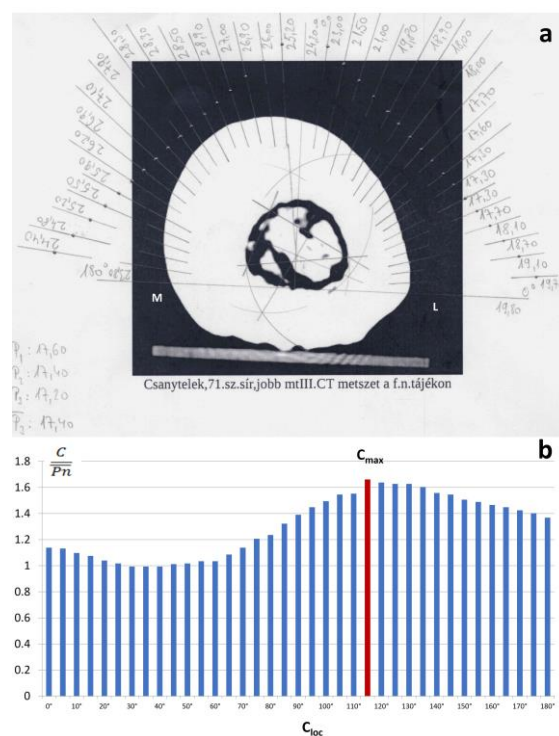
**12a-b ábra:** a) Csanytelek-Újhalastó 71. sír, szkíta kori ló üledékkel kitöltött bal metatarsus III. CT kép (M: Medialis, L: Lateralis), b) A terhelés intenzitás diagramja, a  $C_{maxloc}$  helye és a terhelés értéke a munkát nem végzett lóé

morphological testing of the horse bones in light of the presence or absence of associated horse tackle.

### Csanytelek-Újhalastó horse tomb No. 71.

According to the description of the excavator Márta Galántha, in the Scythian mixed-rite cemetery dated to the mid-6<sup>th</sup> and second half of the 4<sup>th</sup> century B.C., the skeleton of the horse lay in a kidney-shaped NW—SE oriented grave, with its legs pulled under itself. In her view the skull was not put into the tomb originally.

The fill of the tomb was heavily charred, and she also observed a thick layer of charcoal under the skeleton but did not find any grave goods (Galántha 1981, Image No. 10). In our opinion, on the basis of the new research results it is important to clarify one of the excavator's extremely important observations, i.e. that the horse, as she put it, was laid in the pit with its legs pulled under itself. It is well apparent on the image published that the end of the foreleg covers the hind leg (Galántha 1981, image No. 10), and neither a horse nor any other animals hold their legs in such a position under



**Fig. 13a-b:** a) Csanytelek-Újhalastó tomb No.71, Scythian horse right metatarsus III filled with residue CT image (M: Medialis, L: Lateralis), b) Diagram of the load intensity, the place of  $C_{maxloc}$  and the load value are those of horse which did not work

**13a-b ábra:** a) Csanytelek-Újhalastó 71. sír, szkíta kori ló üledékkel kitöltött jobb metatarsus III. CT kép (M: Medialis, L: Lateralis), b) A terhelés intenzitás diagramja, a  $C_{maxloc}$  helye és a terhelés értéke a munkát nem végzett lóé

natural circumstances. This condition is the result of human intervention, it is widely spread, and observable in the Scythian depiction of several animal species, clearly linked to sacrificial acts (Szabó 2019). This introduces a new and determinant viewpoint also in the archaeozoological investigations made so far. According to István Vörös, the animal was an old mare of medium height, 141.2 cm (Vörös 2010, 65). Considering the current analysis of the hypertrophic changes caused by work, the distribution of the cortex width, the place of  $C_{max}$  and the extent of load, the specimen was a horse that did not work (**Figs. 12a-b, 13a-b**), which was also confirmed by the archaeological observations, that is the absence of harness.

### Szentes-Vekerzug

Gábor Csallány carried out excavations at this site in 1937 and in 1941, continued by Mihály Párducz between 1950-1954. It is located north-east of the town of Szentes, along the Veker, a former left bank tributary of the river Tisza.

*Szentes-Vekerzug tomb No. 11.* (61.37.20) Tomb No. 11. was revealed as early as 1941 (Csallány & Párducz 1944-45, 107., XLV. t. 9–12.), but it was covered again, then in 1952 it was reopened (Bökönyi 1954, 99). An iron cheekbit was found in the horse's mouth, buried lying on his right side, and according to István Vörös it was a mature stallion with a wither's height of 130.9 cm (Vörös 2010, 54). Our tests showed that the place of  $C_{max}$  and the extent of load are those of a horse that did not work (**Fig. 7b, Table 1.**).

*Szentes-Vekerzug tomb No.16.* (60.13.48) The horse, laid on his right side with its legs hogtied, was placed in the pit with his head twisted back to the right. Near its ear, under its head, close to its mouth the remains of 4 bronze phaleras, covered with electron plates, and an iron bit were found (Párducz 1952, 147), which clearly suggests that the animal was buried bridled. István Vörös observed three-edged bronze arrowheads penetrating the III. cervical vertebra and the right scapula (Vörös 2010, 61) which may imply the manner of slaughtering the animal. Based on earlier analyses of the bones, significantly differing opinions evolved about its sex, age and body size, including allegedly a 5 and 5 and a half years old stallion with a wither's height of 130-135 cm (Bökönyi 1952, 177-178) as well as data such 14–16 years of age and a withers height of 138.9 cm (Vörös 2010, 61). Based on our current tests, the well retained metatarsus III CT image, the distribution of the cortex width, the place of  $C_{max}$  and the extent of load are those of a riding horse (**Fig. 10a-b**). The new results also suggest that the harness parts found belong to the spectacular and valuable bridle of a riding horse. Determining the

accurate age of the specimen will be important for clarifying whether a much-used, appreciated, but aged horse with an already reduced value of use was sacrificed.

*Szentes-Vekerzug tomb No. 17.* (60.13.67) The only artifact found with the horse, laid on its right side with its legs pulled up, was the fragmentary iron bit found in its mouth (Párducz 1952, 147). Sándor Bökönyi, who first examined the bones, observed deformations on the legs that may have caused lameness. Unfortunately, the sex, age and body size data, according to which the animal was a 4-years-old mare of 120-125 cm withers height (Bökönyi 1952, 178.), also differ from the subsequent identification, according to which the horse with a withers height of 136.4 cm was approximately two years old, but its sex could not be determined (Vörös 2010, 61). Our tests showed that the data measurable based on the CT image of the metatarsus III filled with residue, the place of  $C_{max}$  and the extent of load are those of a horse that did not work (**Fig. 14a-b**).

The marks suggesting that the specimen was lame imply that the animal did not have a significant value of use, and its simple bridle did not have valuable metal decorating elements either (Bökönyi 1952, 177).

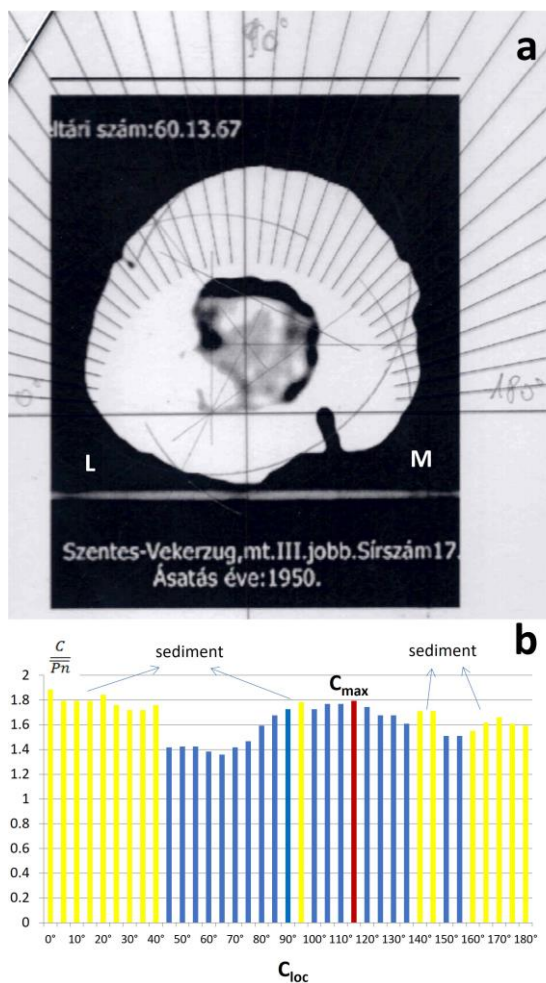
*Szentes-Vekerzug tomb No. 22/I.* (1309.24) There were two horses in the pit, with their heads turned in the same direction, and with their backs turned towards each other, out of which the mare on the East side, laid on its left side was allocated number I. The excavator observed burn marks at the bottom of the pit, the charcoal layer was especially of significant quantity (5-8 cm thick) in the area of the skulls and the hind legs, which caused the bones to be heavily burnt. In the mouth of horse No. I, the remains of an iron bit were found and an iron knife laid on its pelvis (Párducz 1954, 22). Based on the traces of periostitis observed on the right metatarsus, this specimen was also thought to be lame (Bökönyi 1954, 94-96).

In the course of previous and more recent investigations, significant differences appeared in this case also regarding the sex and age, and in addition to being a mare of 5 and a half years (Bökönyi 1954, 94) this horse was also thought to be a 14–16 years old mare, with a wither's height of 135.3 cm (Vörös 2010, 62). Based on the data derived from the horse's metatarsus III CT image, the distribution of the cortex modified by the projection of the bone framework, the place of the  $C_{max}$  and the load value were those of a riding horse (**Fig. 15a-b**), which is also confirmed by the horse's bridle. The marks suggesting that the specimen was lame imply that the animal did not have a significant value of use.



The joint burial of the two horses was earlier thought to be attributable to the fact that they were a pair of cart horses (Bökönyi 1954, 96). This is clearly refuted by the current work-related hypertrophic test results.

*Szentes-Vekerzug tomb No. 32. (53.5.18).* No finds were revealed around the horse placed in the pit on its stomach that belonged to its bridle. Its right shinbone (*tibiae*) and the inner part of the foot got burnt (Párducz 1954, 32; Bökönyi 1954, 96). This is the skeleton of a stallion of approximately 6-7 years (Bökönyi 1954, 96). Horse tomb No. 32. The horse, oriented in an N-S direction, is lying on its stomach, collapsed. Its head is set on its nose-mouth. Both tibiae are broken. It was a young 3½–4 years old stallion with a wither’s height of 134.6 cm

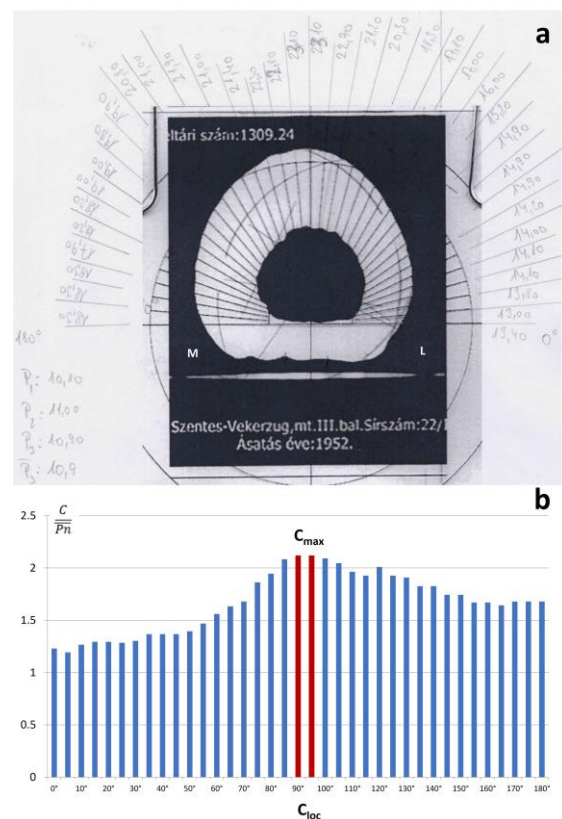


**Fig. 14a-b:** a) Szentes-Vekerzug tomb No. 17, Scythian horse, metatarsus III filled with residue CT image (M: Medialis, L: Lateralis), b) Diagram of the load intensity, the place of  $C_{maxloc}$  and the load value are those of horse which did not work

**14a-b ábra:** a) Szentes-Vekerzug 17 sír, szkíta kori ló, üledékkal kitöltött metatarsus III. CT kép (M: Medialis, L: Lateralis), b) A terhelés intenzitás diagramja, a  $C_{maxloc}$  helye és a terhelés értéke a munkát nem végzett lóé

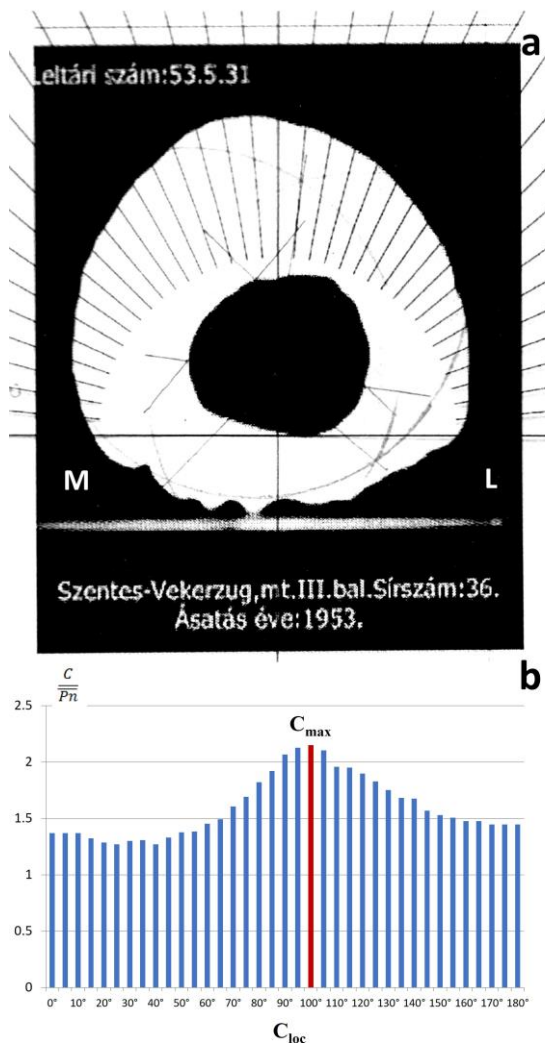
(Vörös 2010 62). Based on our examination, the place of the  $C_{max}$  and the load value were those of a non-working horse (**Fig. 6a, Table 1**).

*Szentes-Vekerzug tomb No. 36. (53.5.31)* The horse was put in the grave with an iron bit in its mouth, with its legs collapsed and lying on its stomach, and a dog was put at its feet (Párducz 1954, 33). His skull shows the marks of a strong blow by a blunt object (Bökönyi 1954, 96-98). The specimen was a stallion around 4 years old, with a wither’s height of 129.4 cm (Vörös 2010, 62). The CT image of the metatarsus III reveals that the *canalis nutritium* is filled with residue, the place of the  $C_{max}$  and the load value were those of a riding horse (**Fig. 16a-b**), an observation which, from the archaeological point of view, is congruent with the discovery of cheek bits. The mark of a blow on the head with a blunt object, which only numbed the animal but did not kill it, is also interesting as this process essentially served the same purpose as hogties: the large animal was immobilized and could then be easily bled to death.



**Fig. 15a-b:** a) Szentes-Vekerzug tomb No. 22/I, Scythian horse metatarsus III CT image with bone framework (M: Medialis, L: Lateralis), b) Diagram of the load intensity, the place of  $C_{maxloc}$  and the load value are those of a riding horse

**15a-b ábra:** a) Szentes-Vekerzug 22/I sír, szkíta kori ló metatarsus III. CT képe csontgerendázattal (M: Medialis, L: Lateralis), b) A terhelés intenzitás diagramja, a  $C_{maxloc}$  helye és a terhelés értéke hátras lóé



**Figures 16a-b:** a) Szentés-Vekerzug tomb No. 36, Scythian horse metatarsus III CT image, *canalis nutritium* filled with residues (M: Medialis, L: Lateralis), b) Diagram of the load intensity, the place of  $C_{maxloc}$  and the load value are those of a riding horse

**16a-b ábra:** a) Szentés-Vekerzug 36 sír, szkíta kori ló metatarsus III. CT kép, üledékekkel kitöltött *canalis nutritium* (M: Medialis, L: Lateralis), b) A terhelés intenzitás diagramja, a  $C_{maxloc}$  helye és a terhelés értéke hátsó lóé

*Szentés-Vekerzug Tomb No.139. (54.5.15)* A dog was also placed at the hind legs of this horse laid on his right side with his legs bent. Three bronze phaleras were found around the head, and an iron bit was discovered between the teeth (Párducz 1955, 8-9). The withers height of the 5½–6 years old stallion was 134.8 cm (Vörös 2010, 62). Based on the CT image of the injured metatarsus III filled with residue, the distribution of the cortex width, the place of the  $C_{max}$  and the load value are those of a riding horse (Figs. 6b, 11a-b), which suggests that the ornate bridle was indeed used during riding.

The specimens in tombs 11. 17., 32. (Inventory numbers: 61.37.20; 60.13.67; 53.5.18) of Szentés-

Vekerzug did not work extensively ( $C_{maxloc}$ : 92, 115, 95; load: 1.85, 1.79, 1.90), they were kept on pasture, and there could have been a sufficient amount of feed and water. They were given more substantial environmental load than the recent animals kept on pasture, available in the comparative material, and their load is in the same group as that of the average Pleistocene wild horses. They are likely to have lived their lives between alternating pastures, within a radius of a few kilometres. It is highly likely that no permanent or frequent compelling events occurred in their lives that would have made them cover substantial distances. The animals in tombs No. 16., 22/1., 36., 139. (Inventory numbers: 60.13.48., 1309.24., 53.5.31., 54.5.15) at Szentés-Vekerzug were riding horses ( $C_{maxloc}$ : 110, 92, 100, 95; load: 2.09, 2.12, 2.15, 2.05).

According to their load values they could have served their masters in areas adjacent to human settlements, living a peaceful everyday life. They were not substantially loaded in long distances. The information derived from the bones used in the methodological study reflects the impression of a calm, peaceful life in the Scythian age in Szentés-Vekerzug (Table 1).

The metatarsi of the same specimen of the Csanytelek tomb No. 71. are filled with residue, and the examination of the two bones provide information that may be evaluated together. The specimen could have been in its early middle age, not used for work and slightly loaded. It is likely to have spent its life in the close vicinity of human settlements and did not take part in major change of pastures. In the case of Csanytelek the little and slightly uncertain information does not allow to draw additional conclusions.

### Summary

The suitability of images produced in a non-destructive manner for conducting work-related hypertrophic tests has been confirmed in practice by the test results of the Scythian horses of Csanytelek-Újhalastó and Szentés-Vekerzug. In the case of Csanytelek-Újhalastó the archaeological observations and the results of the work hypertrophic tests support each other, that the horse carefully arranged in the pit dug among the graves of the mixed-rite cemetery without additional artefacts in a may have been a hog-tied animal, functioning as a ritual kill, a sacrifice. The selection of an old mare also confirms that, as a trained horse capable of work this individual may have represented significant value. A good example for that is horse No. DTQ83 from the late Roman cemetery of Dombóvár-Tesco, which was also a specimen unsuitable for work despite the remains of its saddle and bit (Bozi & Szabó 2020, 82-83).

In the analysed material of the Szentcsanak-Vekerzug Scythian cemetery it was observable that they used less valuable in practice, not working (tomb No. 17), or possibly injured horses (tomb No. 17., 22/L.) for sacrifice. The data show that the reduced utilitarian value can be presumed even in the case of riding horses in their prime buried with an ornate bridle, but injured, or older riding horses (tomb No.16) that used to be valuable. The work-related hypertrophic tests also proved that in tomb No. 22 of the Szentcsanak-Vekerzug Scythian cemetery, though a pair of horses was buried, they were not two carriage-pulling horses placed next to each other, but selected according to their roles in the sacrificial act and not based on the way they were used. In light of the burnt residue and the charcoal remains found around them (also known in the burials of Iranian people), they are closely related to the Csanytelek sacrificial pit. However, the different way of laying the animals calls attention to the fact that within the general practice attached to the elements of customs there might be slight differences on the level of the extended families or kin groups. Several examples could be observed of this phenomenon in the case of the Caucasian Ossetes, where even up to now the circles of the various level community and family celebrations are well distinguished, which determines in the first place the species of the sacrificial animal to be chosen, and the criteria of its selection (Szabó 2018; 2019). Practice shows that the viewpoints of representation are given increasing emphasis parallel to the significance of the community celebrations, while in the case of family celebrations reasonability and cost-efficiency are more relevant. This is reflected in the current test results, when in a number of cases demonstrably such horses were killed for the sacrifice whose use value was lower, did not perform work, or was older, or possibly injured.

The material of the two Scythian cemeteries under review reflects well that the previously developed method of analysing the work-related hypertrophic deformation of horses and practically all equida metatarsus III bones and the analysis of CT scans (a non-destructive method) provide a rich repository of data. They not only help interpreting the archaeological finds, but also facilitate posing additional questions from new perspectives and provide adequate answers.

### Acknowledgement

The reported study “*Riding and cart horses in the archaeological cultures of the Eurasian steppes in the XX-III cent. BC (on materials of horse equipment and archaeozoology)*” was funded by RFBR and FRLC, project number 21-59-23003. Leader of the project “Верховые и упряжные лошади в археологических культурах степей Евразии в XX-III вв. до н. э. по материалам

конского снаряжения и археозоологии” winner of the tender of the Russian Foundation for Basic Research, to be implemented between 2021-2023 and of the Russian research group: Sulga, Pjotr Ivanovics, head of the Hungarian research group: Szabó, Géza, members: Koszincsev, Pavel Andrejevics - Sulga, Daniil Petrovics - Bozi, Róbert - Horváth, Veronika.

We would like to thank Dr. Gábor Tomka, Directorate General of the Hungarian National Museum, for being helpful and permitting to research of the Vekerzug Scythian horses, Annamária Bárány archaeozoologist for preparing the samples and for her generous assistance, Gábor Bomba and Márk Szauer, staff of the Szekszárd Spirit for the MR scans, Dr. Gábor Szigeti owner and chief veterinarian of Vezér Veterinarian Centre for making their CT equipment available and for his active participation in producing the scans, and Árpád Bozi for producing the photos of the measuring process. We also thank Márta Galántha, Farkas Márton Tóth and Edit Király archaeologists for their help in being able to examine the Csanytelek finds, Éva Gömöri for the English translation and László Bartosiewicz, Zoltán Kis for their helpful advice.

### References

- BALKAY L. (2011): *Orvosi leképezéstechnika*. Debreceni Egyetem, Debrecen. Debreceni Egyetem, 131 p.
- BARTOSIEWICZ, L.; VAN NEER, W. & LENTACKER, A. (1993): Metapodial Asymmetry in Draft Cattle. *International Journal of Osteoarchaeology* **1993/3** 69–75.
- BENDREY, R. (2007): New methods for the identification of evidence for biting on horse remains from archaeological sites. *Journal of Archaeological Science* **34** 1036–1050.
- BOZI, R. & SZABÓ, G. (2020): Permanent marks left by work and the way of life on horses’ metatarsus bones – determining the use of horses in archaeology using an osteometric method. *Archeometriai Műhely* **XVIII/1** 67–86.
- BÖKÖNYI, S. (1952): Les chevaux scythiques du cimetière de Szentcsanak-Vekerzug I. *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae* **2** 173–183.
- BÖKÖNYI, S. (1954): Les chevaux scythiques du cimetière de Szentcsanak-Vekerzug II. *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae* **4** 93–114.
- БЕКЕНЬИ, Ш. (1955): Скифские лошади в Сентеш-Векерзуге III. *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungarica* **VI** 23–31.

CSALLÁNY G. & PÁRDUCZ M. (1944–45): Szkitakori leletek a szentesi Múzeumban. *Archaeológiai Értesítő* **III** 81–117.

EMRI M. (2011): *Orvosi képfeldolgozás*. Debreceni Egyetem, Debrecen. Debreceni Egyetem, 52 p.

GALÁNTA, M. (1981): Vorbericht über die Ausgrabung des skythenzeitlichen Gräberfeldes von Csanytelek-Újhalastó. *Communicationes Archaeologicae Hungariae* (1981) 43–58.

GALÁNTA, M. (1986): The Scythian age cemetery at Csanytelek-Újhalastó. *Antaeus - Mitteilungen des Archäologischen Instituts der Ungarischen Akademie* **III** 69–77.

PÁRDUCZ, M. (1952): Le cimetièr Hallstattien de Szentes-Vekerzug I. *Academiae Scientiarum Hungaricae* **2** 143–172.

PÁRDUCZ, M. (1954): Le cimetièr Hallstattien de Szentes-Vekerzug I. *Academiae Scientiarum Hungaricae* **4** 25–91.

PÁRDUCZ, M. (1955): Le cimetièr Hallstattien de Szentes-Vekerzug III. *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungarica* **VI** 1–22.

SZABÓ G. (2018): Kutatóúton az oszétknél - a szénakaszálás ünnepe és a Zadaleszki Nana barlangja. *Tisicum* **XXVI** 445–476.

SZABÓ, G. (2019): How and why do the deer and the bars appear on the belts used in the Caucasian Koban culture? *Nartamongae* **XIV/1-2** 50–77.

TAYLOR, W. & TUVSHINJARGAL, T. (2018): Horseback Riding, Asymmetry and Changes to the Equine Skull: Evidence for Mounted Riding in Mongolia's Late Bronze Age. In: BARTOSIEWICZ, L. & GÁL, E. eds., *Care or Neglect? Evidence of Animal Disease in Archaeology*. Oxbow Books, Oxford, 134–154.

VANDULEK, Cs. (2014): MR-képkalkotás. In: BOGNER P. szerk., *Az orvosi képkalkotás fizikája*. Medicina Könyvkiadó, Budapest. 423–499.

VÖRÖS, I. (2010): Die Pferde im skythischen Gräberfeld Szentes-Vekerzug. *Archaeológiai Értesítő* **135/1** 53–68.

**Appendix 1:** Positioning the test material, producing the sectional image

[https://drive.google.com/file/d/1xhCJqKAIPceT\\_6ceYd90UbNQWH-5A2LF/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1xhCJqKAIPceT_6ceYd90UbNQWH-5A2LF/view?usp=sharing)

**Függelék 1:** A vizsgálati anyag előkészítése a méréshez, a metszeti kép elkészítése

[https://drive.google.com/file/d/1xhCJqKAIPceT\\_6ceYd90UbNQWH-5A2LF/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1xhCJqKAIPceT_6ceYd90UbNQWH-5A2LF/view?usp=sharing)

## KÖZLEMÉNYEK

\*



### Újabb lépés előre: DOI-azonosítók az Archeometriai Műhely cikkeire\*

Aki figyelte az elmúlt időszakban az Archeometriai Műhely (AM) körüli változásokat, sok apró mozzanatot vehetett észre. A szerkesztőbizottság lépésről-lépésre történő bővítése, fiatalítása, az új főszerkesztő belépése (Szilágyi & T. Biró 2021) mind-mind egy-egy célzott, és évekkal ezelőtt eldöntött elvek alapján történő, jobbító szándékú változtatás-sor elemeit képezi. Ez részben belső ügy – mondhatnánk, de ez csak részben volna igaz; én magam apró, de fontos mérföldköveknek tekintem ezeket a lépéseket: a folyóirat hosszú távú fejlődését szolgálják.

A mostani rövid bejelentés ugyanakkor külső megítélés szerint is egyértelműen mérföldkő: szinte az AM Scopusba való bekerülésétől (Székely 2010) a szerkesztőbizottságban évente felmerült, hogy egy elektronikus folyóirat cikkeinek kellene legyen DOI®-ja (Digital Object Identifier). Az interneten az egyedi azonosítók jelentőségét nem lehet túlbecsülni (Paskin 1999, DOI-HB 2016), a DOI megléte egyértelműen a cikkek könnyebb megtalálhatóságát segítené, ugyanakkor pedig az egyes cikkek idéztségét is emelni szokta: ez a folyóirat és a szerzők közös érdeke. A ma már mindenhol aktív indexelő robotok pedig könnyebben létre tudják hozni az AM és más folyóiratok cikkei közötti logikai kapcsolatokat. Vannak kutatók, akik ezen hálózat mentén keresnek és olvasnak el cikkeket.

Aki kicsit is tisztában van a DOI működésével (ld. <http://www.doi.org>), az tudja, hogy egyrészt anyagi erőforrásokat igényel, másrészt a kiadó számára szükséges egy regisztrációs azonosító (DOI prefix; DOI-HB 2016), ami a DOI karaktersorozatának az elejét képezi. Nos, nekünk – a korábbi évtized tapasztalatával ellentétben – az utóbbi időben a pályázataink nemigen sikerültek, ezért a folyóiratot (mint általában korábban is) önkéntes munkára alapoztuk, anyagi forrásunk nem lévén a DOI bevezetéséről nem lehetett szó. Emellett a másik feltétel sem volt biztosított: kiadónk, a Magyar Nemzeti Múzeum (MNM) sem rendelkezett kiadói DOI-előtaggal.

2021-ben azonban a Magyar Nemzeti Múzeum elkötelezte magát ügyünk mellett és – a jövőben készülő, egyedi azonosításra érdemes

kiadványainak is alapot vetve – az MTA KIK-kel kötött megállapodás keretében biztosította az Archeometriai Műhely publikációinak DOI jegyzését.

Ez megnyitotta a lehetőséget előttünk: a dolgok szerencsés együttállása és a szerkesztők, valamint Tomka Gábor (MNM gyűjteményi főigazgató-helyettes) kitartó munkája és levelezése eredményeként az AM cikkei 2022-től DOI-t kapnak, azaz regisztrálva lesznek a doi.org adatbázisában, minden cikk egyedi azonosítóval. Megoldódott mindkét probléma: kiadónk megkapta az előtagot (ezzel úttörőmunkát végeztünk, hiszen a továbbiakban más kiadványok is kaphatnak ebből levezetett DOI-t), és az egyedi cikkek azonosítóval való ellátása is biztosított. És ezzel még nem mondtunk el mindent: a szerencsés fordulatban az is benne van, hogy a korábban megjelent cikkek is kapnak utólag DOI-t! Tekintve, hogy nagyszámú cikk frissítéséről van szó, ez a folyamat el fog tartani egy darabig.

Zárásképpen néhány mondat az AM cikkeinek DOI formátumáról. Az alábbi szerkezet mellett döntöttünk (példaképp egy 2004-es cikk DOI-ja): 10.55023/issn.1786-271X.2004-001. A felépítése a következő: a Magyar Nemzeti Múzeum kiadói előtagja 10.55023, az utótag első komponensére vonatkozólag pedig elfogadtuk a DOI Handbook (DOI-HB 2016) 2.2.3. szakaszában említett 2. példát, ami tartalmazza a folyóirat ISSN-jét issn.1786-271X formátumban. Annak érdekében, hogy a DOI minél egyszerűbb legyen, a megjelenés évét és az egyes cikkekhez rendelt egyedi sorszámot tartalmazza még az azonosító ponttal elválasztva, a példában ez a 2004, a záró – 001 pedig az adott cikk azonosítását szolgálja. Fontos még megjegyezni, hogy a cikkek elkülönített függelékei (adatraktár, nagyobb adatközlés) külön DOI-t kapnak, amit a vonatkozó cikk DOI-jából vezetünk le.

DOI-HB (2016): DOI Handbook. International DOI Foundation, <https://doi.org/10.1000/182>

Paskin, N. (1999): Toward unique identifiers. *Proceedings of the IEEE* **87/7** 1208–1227. <https://doi.org/10.1109/5.771073>

Székely B. (2010): A lassú víz és a part – az Archeometriai Műhely a Scopus adatbázisában. *Archeometriai Műhely* **VII/2** 161–162.

Szilágyi, V., T. Biró K. (2021): Új korszak az AM életében? *Archeometriai Műhely* **XVIII/2** 95–96.

Székely Balázs  
ELTE Geofizikai és Űrtudományi Tanszék

\* doi: [10.55023/issn.1786-271X.2021-021](https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2021-021)

## Az Archeometriai Műhely 2021 XVIII. évfolyam 1-3 számainak lektorai voltak:

\*

anon.	Kulcsár Valéria, Szegedi Tudományegyetem, Régészeti Tanszék, Szeged
Antoni Judit, régész, Budapest	Kürthy Dóra, Kuny Domonkos Múzeum, Tata
Bajnóczi Bernadett, CSFK Földtani és Geokémiai Intézet, Budapest	Markó András, Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest
Bartosiewicz László, Stockholm University, Svédország	Mursch-Radlgruber, Erich, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Ausztria
Faragó Norbert, ELTE BTK Régészeti Intézet, Budapest	Novothny Ágnes, ELTE TTK FFI Természetföldrajzi Tanszék, Budapest
Győri Hedvig, Szépművészeti Múzeum, Budapest	Obbágy Gabriella, ATOMKI, Debrecen
Hámorné dr. Vidó Mária, PTE TTK FFI Földtani és Meteorológiai Tanszék, Pécs	Péterdi Bálint, Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, Budapest
Ilon Gábor, régész, Mesterháza	Priskin Anna, Déri Múzeum, Debrecen
Józsa Zsuzsanna, Budapesti Műszaki Egyetem, Építőanyagok és Magasépítés Tanszék, Budapest	Szikszai Zita, ATOMKI, Debrecen
Kasztovszky Zsolt, Energiatudományi Kutatóközpont, Budapest	Szilágyi Kata, Christian Albrechts Universität, Kiel, Németország
Kereskényi Erika, Herman Ottó Múzeum, Miskolc	Szilágyi Veronika, Energiatudományi Kutatóközpont, Budapest
Kis Zoltán, Energiatudományi Kutatóközpont, Budapest	T. Biró Katalin, Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest
Kiss Viktória, Bölcsészettudományi Kutatóközpont, Régészeti Intézet, Budapest	Tarbay Gábor, Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest
Kovács József, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Földrajz- és Földtudományi Intézet, Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék, Budapest	Zandler Krisztián, Dornyay Béla Múzeum, Salgótarján

Miklós et al. (2021) Archeometriai Műhely 2021/3 Mellékletek

**I. melléklet:** A vörös homokkövek polarizációs mikroszkópi kimérései során kapott átlag értékek. Qm–monokristályos kvarc, Qp–polikristályos kvarc, KF–káliföldpát, PF–plagioklász, Lp – mélységi magmás közettörmelék, Lv – vulkáni közettörmelék, Lm – metamorf közettörmelék, Ls – üledékes közettörmelék, NÁ – nehézasvány, n – vizsgált pontok száma, Qt – teljes kvarc, Ft – teljes földpát, Lt – teljes közettörmelék

**Appendix I:** Average values obtained from polarizing microscopic measurements of red sandstones. Qm–monocrystalline quartz, Qp–polycrystalline quartz, KF–kalifeldspar, PF–plagioklase, Lp – plutonic rock fragments, Lv – volcanic rock fragments, Lm – metamorphic rock fragments, Ls – sedimentary rock fragments, NÁ – heavy mineral, n – examined points, Qt – total quartz, Ft – total feldspar, Lt – total lithic (rock) fragments

Mintaazonosító	vörös-1		Qm	Qp	KF	PF	Lp	Lv	Lm	Ls	Csillám	Opak	NÁ	n	QFL% (szemesére)			n'	QFL% (térfogatra)			Cement	Mátrix	Pórus
	I-a	I-b													Qt	Ft	Lt		Qt	Ft	Lt			
GOR-76	X		20.6	34.8	1.7	0.7		11.5	1.4		0.3		0.3	209	78.5	3.3	18.2	296	55.4	2.4	12.8	24.3		4.4
GOR-133		X	0.6	41.6	10.4	9.7		6.5		1.3	1.3			240	64.2	25.8	10	308	50	20.1	7.8	13		7.8
GOR-177	X		0.8	57.2	0.6	0.3		15.3	3.7	0.3				276	74.3	1.1	24.6	353	58.1	0.8	19.3	7.4		14.4
GOR-200	X		22.8	36.2	10.7			9.9	2.5		0.2			331	71.9	13	15.1	403	59.1	10.7	12.4	12.4		5.2
GOR-270	X		2	68	3	0.4		2			1.5			405	92.8	4.4	2.7	537	70	3.4	2	22.2		0.9
GOR-311		X	1.7	74.5	14.2	1.7		1.7		0.9				327	80.4	16.8	2.8	345	76.2	15.9	2.6	3.2		2
GOR-374	X		3.7	73.3	4.9			8.6	1.2		0.5			375	84	5.3	10.7	409	77	4.9	9.8	7.6		0.2
GOR-529	X		12.3	51.7	2.3	1.4		5.5	4.6	2	0.9			278	80.2	4.7	15.1	348	64.1	3.7	12.1	18.4		0.9
GOR-592	X		0.4	67.5	7.5	0.8		10.8		0.8	0.8			211	77.3	9.5	13.3	240	67.9	8.3	11.7	9.2		2.1
GOR-595	X		6.3	69.4	3.3			11.1	1.1		0.7			247	83	3.6	13.4	271	75.6	3.3	12.2	7.7		0.4
GOR-732	X		17.9	42.2	10.6			8.2	1.9			1.1		375	74.4	13.1	12.5	464	60.1	10.6	10.1	16.2		1.9
GOR-778	X		17.8	54.4	4.5			6.3	2.1	0.3			0.3	283	84.5	5.3	10.3	331	72.2	4.5	8.8	12.4		1.8
GOR-850	X		6	63.5	2.8			14.3	1.2	0.8	1.6			223	78.5	3.1	18.4	252	69.4	2.8	16.3	8.3		1.6
GOR-932	X		45.5	25.3	1.2	2.4		1.5	1.5	3.9	0.9		0.6	270	87	4.4	8.5	332	70.8	3.6	6.9	17.2		
	vörös-2		Qm	Qp	KF	PF	Lp	Lv	Lm	Ls	Csillám	Opak	NÁ	n	QFL% (szemesére)			n'	QFL% (térfogatra)			Cement	Mátrix	Pórus
		Qt													Ft	Lt	Qt		Ft	Lt				
GOR-9			69.5	4.9		3.7		0.6	0.3		0.6			275	94.2	4.7	1.1	348	74.4	3.7	0.9	17.2		3.2
GOR-92			45.1	5.6		0.7		2.6	1.9		12.9	0.6	0.9	299	90.6	1.3	8	534	50.7	0.7	4.5	25.3		4.3
GOR-112			48.4	7.4		1.5		1.8	2.1		10		1.5	207	91.3	2.4	6.3	339	55.8	1.5	3.8	22.7		4.7
GOR-271			50.7	6.3		1.6			0.5		4.7		0.8	224	96.4	2.7	0.9	379	57	1.6	0.5	31.1		4.2
GOR-320																								
GOR-331			47.1	0.9		1.8					8.3	1.3		222	96.4	3.6	0	446	48	1.8	0	35.4		5.2
GOR-549			58.6	2.2		1.8		1.5	1.1	0.4	7			179	92.7	2.8	4.5	273	60.8	1.8	2.9	21.2		6.2
GOR-638			37.9	2.6		1.6		0.7			12.5	0.4	0.9	234	94.4	3.8	1.7	546	40.5	1.6	0.7	37		6.4
GOR-731			44.6	22.5				1.3	3		0.8	1.5		336	94.1	0	6	471	67.1	0	4.2	14.9		11.5
GOR-854			44.2	3.4		0.7			0.7		5.2	2.5	1.3	218	97.3	1.4	1.4	446	47.5	0.7	0.7	36.5		5.6
GOR-972			36	2.7				0.7	0.7		4.8	0.7	0.5	240	96.7	0	3.3	600	38.7	0	1.3	53.3		0.7
	vörös-3		Qm	Qp	KF	PF	Lp	Lv	Lm	Ls	Csillám	Opak	NÁ	n	QFL% (szemesére)			n'	QFL% (térfogatra)			Cement	Mátrix	Pórus
		Qt													Ft	Lt	Qt		Ft	Lt				
GOR-90			56.3	29.1	7.3	2.4		0.8		0.4				238	88.7	10.1	1.3	247	85.4	9.7	1.2	3.6		0
GOR-261			51	25.5	7	0		0.2	0.8				tur	328	90.6	7	1.2	388	76.5	7	1	15.2		0
GOR-531			69.3	15.7	1.9	1.3		0.3	0.6					281	95.4	3.2	1.1	313	85.6	3.2	0.9	9.9		0.3
GOR-534			53.6	26.2	0.9	0.3		0.6	0.3		0.6			260	97.3	1.3	1.2	317	79.8	1.3	0.9	17		0.3
GOR-653			62.5	20.3	0.5	0.2		0	0.2	1.2	0.2			347	97.4	0.7	1.7	408	82.8	0.7	1.4	14.2		0.5
GOR-762			63.9	29.2	0.7	0.4		0	1.5					262	97.3	1.1	1.5	274	93.1	1.1	1.5	4.4		0
	vörös-4		Qm	Qp	KF	PF	Lp	Lv	Lm	Ls	Csillám	Opak	NÁ	n	QFL% (szemesére)			n'	QFL% (térfogatra)			Cement	Mátrix	Pórus
		Qt													Ft	Lt	Qt		Ft	Lt				
GOR-349			34.3	17.5	3.9	6.3		3.9	0.8	2.5	0.6			353	74.8	14.7	10.5	510	51.8	10.2	7.3	29.2	0.8	0.2
GOR-673			45.8	12.7	0.8	6.5		2.7	11.9	7.9	2.9		grt	424	66.3	8.3	25.5	480	58.5	7.3	22.5	5.4		3.1

\* [doi:10.55023/issn.1786-271X.2021-017.app1](https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2021-017.app1)

**II. melléklet:** A gorzsai vörös-1-es homokkövek beosztása összevetve a korábbi csoportosítással. A csoportok elkülönítése makroszkópos, valamint polarizációs mikroszkópos meghatározásokkal történt

**Appendix II.:** Types of red-1 type of sandstones in Gorzsa comparison with the previous classification. The groups are separated by macroscopic as well as polarizing microscopic determinations

<i>Vörös-1</i>						
<i>Mintaazonosító</i>	<i>Beosztás</i>	<i>Kor</i>			<i>Felhasználás</i>	<i>Korábbi besorolás</i>
		<i>Réteg</i>	<i>Gödör</i>	<i>Nem ismert</i>		
<i>GOR-8</i>	<i>X</i>			<i>szórvány</i>	<i>fenőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-76</i>	<i>1a</i>	<i>C3</i>			<i>örlőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-83</i>	<i>X</i>	<i>D2</i>			<i>örlőkő töredék</i>	<i>1?</i>
<i>GOR-104</i>	<i>X</i>		<i>C1-A</i>		<i>nem meghatározható töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-129 - GOR-134</i>	<i>1b</i>			<i>Neolitikusnál fiatalabb</i>	<i>örlőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-177</i>	<i>1a</i>	<i>A</i>			<i>örlőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-200</i>	<i>1a</i>			<i>szórvány</i>	<i>örlőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-270</i>	<i>1a</i>	<i>C2</i>			<i>örlőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-311</i>	<i>1b</i>		<i>C2-D3</i>		<i>örlőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-374</i>	<i>1a</i>		<i>Szarmata-Bronzkor</i>		<i>örlőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-408</i>	<i>X</i>		<i>Vaskor-Bronzkor</i>		<i>simítókő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-410</i>	<i>X</i>		<i>Vaskor-Bronzkor</i>		<i>fenőkő töredék</i>	<i>2</i>
<i>GOR-456</i>	<i>X</i>		<i>C2-D3</i>		<i>örlőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-478</i>	<i>X</i>			<i>Neolitikusnál fiatalabb</i>	<i>nem meghatározható töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-479</i>	<i>X</i>	<i>A</i>			<i>örlőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-529</i>	<i>1a</i>	<i>D1</i>			<i>örlőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-592</i>	<i>1a</i>		<i>Szarmata-C1</i>		<i>örlőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-595</i>	<i>1a</i>	<i>A</i>			<i>örlőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-732</i>	<i>1a</i>		<i>A-D3</i>		<i>örlőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-756</i>	<i>X</i>		<i>B-D3</i>		<i>örlőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-778</i>	<i>1a</i>		<i>C2-D3</i>		<i>nem meghatározható töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-849</i>	<i>X</i>		<i>C2-D3</i>		<i>két használati felszínnel rendelkező fenőkő</i>	<i>2</i>
<i>GOR-850</i>	<i>1a</i>		<i>B-C2</i>		<i>örlőkő töredék</i>	<i>2?</i>
<i>GOR-932</i>	<i>1a</i>		<i>Vaskor-D3</i>		<i>2 db örlőkő töredék, használati felületen vörös festéknyommal</i>	<i>1</i>



**III. melléklet:** A gorzsai vörös-2-es homokkövek beosztása összevetve a korábbi csoportosítással. A csoportok elkülönítése makroszkópos, valamint polarizációs mikroszkópos meghatározásokkal történt

**Appendix III.:** Types of red-2 type of sandstones in Gorzsa comparison with the previous classification. The groups are separated by macroscopic as well as polarizing microscopic determinations

<i>Vörös-2</i>						
<i>Mintaazonosító</i>	<i>Beosztás</i>	<i>Kor</i>			<i>Felhasználás</i>	<i>Korábbi besorolás</i>
		<i>Réteg</i>	<i>Gödör</i>	<i>Nem ismert</i>		
<i>GOR-1</i>		<i>D2</i>			<i>fenőkő töredék</i>	<i>2</i>
<i>GOR-9</i>				<i>szórvány</i>	<i>fenőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-41</i>		<i>D1</i>			<i>simítókő/fenőkő</i>	<i>2</i>
<i>GOR-58</i>			<i>C1-D1</i>		<i>fenőkő</i>	<i>2</i>
<i>GOR-80, -549</i>		<i>D2, D1</i>			<i>fenőkő töredék</i>	<i>2</i>
<i>GOR-92</i>			<i>C2-D3</i>		<i>örlőkő/fenőkő töredék</i>	<i>2</i>
<i>GOR-112</i>		<i>C1</i>			<i>fenőkő töredék</i>	<i>2</i>
<i>GOR-142</i>				<i>szórvány</i>	<i>fenőkő /örlőkő</i>	<i>2</i>
<i>GOR-271</i>		<i>A</i>			<i>fenőkő töredék</i>	<i>2</i>
<i>GOR-314</i>		<i>D2</i>			<i>örlőkő töredék</i>	<i>2</i>
<i>GOR-319</i>			<i>C2-D3</i>		<i>rovátkolt felszínű fenőkő</i>	<i>2</i>
<i>GOR-320</i>			<i>C2-D3</i>		<i>fenőkő</i>	<i>2</i>
<i>GOR-331</i>			<i>C2-D3</i>		<i>fenőkő töredék</i>	<i>2</i>
<i>GOR-410</i>			<i>Vaskor-Bronzkor</i>		<i>fenőkő töredék</i>	<i>2</i>
<i>GOR-449</i>		<i>D2</i>			<i>fenőkő/polirozó</i>	<i>2</i>
<i>GOR-510</i>		<i>C2</i>			<i>örlőkő töredék</i>	<i>2</i>
<i>GOR-557</i>			<i>C3-D1</i>		<i>fenőkő töredék</i>	<i>2</i>
<i>GOR-638</i>		<i>D2</i>			<i>fenőkő töredék</i>	<i>2</i>
<i>GOR-685</i>		<i>D3</i>			<i>fenőkő töredék</i>	<i>2</i>
<i>GOR-731</i>		<i>D2</i>			<i>fenőkő töredék</i>	<i>2</i>
<i>GOR-742</i>		<i>D2</i>			<i>fenőkő töredék</i>	<i>2</i>
<i>GOR-826, -854</i>			<i>D1-D2, D2-D3</i>		<i>fenőkő töredék</i>	<i>2</i>
<i>GOR-880</i>		<i>Bronzkor</i>			<i>2 használati felülettel rendelkező fenőkő</i>	<i>2</i>
<i>GOR-914</i>		<i>B</i>			<i>fenőkő töredék</i>	<i>2?</i>
<i>GOR-917</i>		<i>D3</i>			<i>fenőkő töredék</i>	<i>2</i>
<i>GOR-972</i>		<i>C2</i>			<i>fenőkő töredék</i>	<i>2</i>
<i>GOR-980</i>		<i>D1</i>			<i>fenőkő töredék</i>	<i>2?</i>

**IV. melléklet:** A gorzsai vörös-3-as homokkövek beosztása összevetve a korábbi csoportosítással. A csoportok elkülönítése makroszkópos, valamint polarizációs mikroszkópos meghatározásokkal történt

**Appendix IV.:** Types of red-3 type of sandstones in Gorzsa comparison with the previous classification. The groups are separated by macroscopic as well as polarizing microscopic determinations

<i>Vörös-1</i>						
<i>Mintaazonosító</i>	<i>Beosztás</i>	<i>Kor</i>			<i>Felhasználás</i>	<i>Korábbi besorolás</i>
		<i>Réteg</i>	<i>Gödör</i>	<i>Nem ismert</i>		
<i>GOR-8</i>	<i>X</i>			<i>szórvány</i>	<i>fenőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-76</i>	<i>1a</i>	<i>C3</i>			<i>örlőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-83</i>	<i>X</i>	<i>D2</i>			<i>örlőkő töredék</i>	<i>1?</i>
<i>GOR-104</i>	<i>X</i>		<i>C1-A</i>		<i>nem meghatározható töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-129 - GOR-134</i>	<i>1b</i>			<i>Neolitikusnál fiatalabb</i>	<i>örlőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-177</i>	<i>1a</i>	<i>A</i>			<i>örlőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-200</i>	<i>1a</i>			<i>szórvány</i>	<i>örlőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-270</i>	<i>1a</i>	<i>C2</i>			<i>örlőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-311</i>	<i>1b</i>		<i>C2-D3</i>		<i>örlőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-374</i>	<i>1a</i>		<i>Szarmata-Bronzkor</i>		<i>örlőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-408</i>	<i>X</i>		<i>Vaskor-Bronzkor</i>		<i>simítókő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-410</i>	<i>X</i>		<i>Vaskor-Bronzkor</i>		<i>fenőkő töredék</i>	<i>2</i>
<i>GOR-456</i>	<i>X</i>		<i>C2-D3</i>		<i>örlőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-478</i>	<i>X</i>			<i>Neolitikusnál fiatalabb</i>	<i>nem meghatározható töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-479</i>	<i>X</i>	<i>A</i>			<i>örlőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-529</i>	<i>1a</i>	<i>D1</i>			<i>örlőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-592</i>	<i>1a</i>		<i>Szarmata-C1</i>		<i>örlőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-595</i>	<i>1a</i>	<i>A</i>			<i>örlőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-732</i>	<i>1a</i>		<i>A-D3</i>		<i>örlőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-756</i>	<i>X</i>		<i>B-D3</i>		<i>örlőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-778</i>	<i>1a</i>		<i>C2-D3</i>		<i>nem meghatározható töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-849</i>	<i>X</i>		<i>C2-D3</i>		<i>két használati felszínnel rendelkező fenőkő</i>	<i>2</i>
<i>GOR-850</i>	<i>1a</i>		<i>B-C2</i>		<i>örlőkő töredék</i>	<i>2?</i>
<i>GOR-932</i>	<i>1a</i>		<i>Vaskor-D3</i>		<i>2 db örlőkő töredék, használati felületen vörös festéknyommal</i>	<i>1</i>

**V. melléklet:** A gorzsai vörös-4-es homokkövek beosztása összevetve a korábbi csoportosítással. A csoportok elkülönítése makroszkópos, valamint polarizációs mikroszkópos meghatározásokkal történt

**Appendix V.:** Types of red-4 type of sandstones in Gorzsa comparison with the previous classification. The groups are separated by macroscopic as well as polarizing microscopic determinations

<i>Vörös-4</i>						
<i>Mintaazonosító</i>	<i>Beosztás</i>	<i>Kor</i>			<i>Felhasználás</i>	<i>Korábbi besorolás</i>
		<i>Réteg</i>	<i>Gödör</i>	<i>Nem ismert</i>		
<i>GOR-60</i>		<i>Szarmata</i>			<i>örlőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-159</i>		<i>A</i>			<i>örlőkő/fenőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-203</i>				<i>szórvány</i>	<i>örlőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-349</i>				<i>nem ismert</i>	<i>örlőkő töredék</i>	<i>1?</i>
<i>GOR-476</i>				<i>Neolitikusnál fiatalabb</i>	<i>nem meghatározható töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-673</i>			<i>C2-D3</i>		<i>örlőkő töredék</i>	<i>1</i>
<i>GOR-863</i>			<i>C3-D1</i>		<i>símitókő/örlőkő? töredék</i>	<i>1?</i>

**Melléklet - 1. táblázat:** A kontakt metabázit anyagú kőbalták (2021.1.5., 2021.1.15A., 2021.1.15C., 2021.1.15D., 2021.1.15E., 2021.1.15F., 2021.1.10., 2021.1.12.) amfiboljainak kémiai összetétele és a számított ásványkémiai összetétel (23 oxigénre számítva). Ásványnevek rövidítései

Whitney & Evans 2010 alapján: Act aktinolit, Cum cummingtonit, Ed edenit, Mg-Hbl magneziohornblende. mg# (Mg-szám)=Mg/(Mg+Fe<sup>2+</sup>)

**Appendix - Table 1:** Mineral chemistry of amphiboles (calculated on 23 oxygens) in the contact metabasite stone tools (2021.1.5., 2021.1.15A.,

2021.1.15C., 2021.1.15D., 2021.1.15E., 2021.1.15F., 2021.1.10., 2021.1.12.). Mineral abbreviations after Whitney & Evans 2010: Act

actinolite, Cum cummingtonite, Ed edenite, Mg-Hbl magneshornblende. mg# (Mg number) = Mg/(Mg+Fe<sup>2+</sup>)

	5_sp61	5_sp62	5_sp63	5_sp67	5_sp73	5_sp74	5_sp75	5_sp76	5_sp77	5_sp78	5_sp79	
	Mg-Hbl	Mg-Hbl	Mg-ferri-Hbl	Mg-ferri-Hbl	Mg-Hbl	Mg-Hbl	Mg-Hbl	Mg-Hbl	Mg-Hbl	Act	Mg-Hbl	
SiO <sub>2</sub>	51,83	51,61	52,36	49,29	47,08	51,12	49,18	46,73	45,93	52,77	51,87	
TiO <sub>2</sub>	0,20	0,20	0,20	1,54		0,28	0,25	0,44	0,99	0,14	0,21	
ZrO <sub>2</sub>												
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,38	5,48	4,51	5,45	14,46	5,79	7,59	10,03	10,38	4,22	5,10	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,08	0,06	0,02	0,14			0,13		0,03			
MnO	0,34	0,37	0,28	0,30	0,22	0,28	0,33	0,28	0,23	0,31	0,30	
ZnO												
MgO	15,18	14,84	15,58	14,17	10,40	14,44	13,26	11,73	11,29	15,58	15,18	
CaO	11,69	11,52	11,91	12,05	11,81	12,07	12,25	12,44	12,24	12,08	11,80	
Na <sub>2</sub> O		0,47	0,45	0,47	1,30	0,47	0,59	0,77	0,87	0,36	0,45	
K <sub>2</sub> O							0,09	0,15	0,15			
FeO	11,41	11,42	10,59	10,50	12,65	11,02	11,17	12,15	12,66	10,88	10,87	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,10	2,26	2,34	4,54	0,09	2,82	3,52	3,65	3,88	1,84	2,47	
<b>Total</b>	<b>98,21</b>	<b>98,23</b>	<b>98,23</b>	<b>98,46</b>	<b>98,01</b>	<b>98,28</b>	<b>98,35</b>	<b>98,37</b>	<b>98,63</b>	<b>98,18</b>	<b>98,25</b>	
T	Si <sup>4+</sup>	7,41	7,39	7,47	7,12	6,77	7,33	7,10	6,80	6,70	7,53	7,41
	Al <sup>3+</sup>	0,59	0,61	0,53	0,89	1,23	0,67	0,90	1,20	1,30	0,47	0,59
C	Ti <sup>4+</sup>	0,02	0,02	0,02	0,17		0,03	0,03	0,05	0,11	0,02	0,02
	Zr <sup>4+</sup>											
	Al <sup>3+</sup>	0,31	0,32	0,23	0,04	1,22	0,31	0,39	0,52	0,48	0,24	0,27
	Cr <sub>3+</sub>	0,01	0,01	0,00	0,02		0,02	0,02	0,00	0,00		
	Fe <sup>3+</sup>	0,23	0,24	0,25	0,49	0,01	0,30	0,38	0,40	0,43	0,20	0,27
	Zn <sup>2+</sup>											
	Mn <sup>2+</sup>					0,02		0,01				
	Fe <sup>2+</sup>	1,20	1,24	1,18	1,23	1,52	1,27	1,34	1,48	1,53	1,23	1,20
	Mg <sup>2+</sup>	3,23	3,17	3,31	3,05	2,23	3,09	2,85	2,54	2,45	3,32	3,23
B	Mn <sup>2+</sup>	0,04	0,05	0,03	0,04	0,00	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04
	Fe <sup>2+</sup>	0,17	0,12	0,08	0,04	0,00	0,05	0,01	0,00	0,01	0,07	0,10
	Ca <sup>2+</sup>	1,79	1,77	1,82	1,86	1,82	1,85	1,89	1,94	1,91	1,85	1,81
	Na <sup>+</sup>		0,07	0,06	0,07	0,18	0,07	0,06	0,03	0,05	0,05	0,06
A	Ca <sup>2+</sup>											
	Na <sup>+</sup>		0,07	0,06	0,07	0,19	0,07	0,11	0,19	0,20	0,05	0,06
	K <sup>+</sup>							0,02	0,03	0,03		
Mg #	0,70	0,70	0,72	0,71	0,59	0,70	0,68	0,63	0,61	0,72	0,71	

Melléklet - 1. táblázat folyt.  
Appendix - Table 1 cont.

	15A sp17 Act	15A sp18 Cum	15A sp28 Mg-Hbl	15A sp25 Cum	15C sp4 Mg-Hbl	15C sp6 Act	15C sp12 Mg-Hbl	15D sp8E Mg-Hbl	15D sp8E Mg-Hbl	15D sp87 Act	15E sp3 Act	15E sp4 Mg-Hbl
SiO <sub>2</sub>	52,36	53,24	50,16	51,63	51,02	52,66	50,66	50,19	50,27	53,44	50,46	50,49
TiO <sub>2</sub>	0,21	0,24	0,44	0,37	0,27	0,20	0,31	0,22	0,27	0,18	0,14	0,33
ZrO <sub>2</sub>												
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,54	1,46	8,78	3,28	6,22	4,49	8,64	6,85	9,68	4,78	5,20	5,53
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>								0,18	0,05	0,08		
MnO	0,35	0,53	0,25	0,60	0,22	0,27	0,17	0,23	0,17	0,11	0,28	0,24
ZnO									0,18			
MgO	13,96	15,01	12,32	13,53	13,51	14,85	12,69	12,57	12,04	15,42	11,05	12,71
CaO	7,07	2,54	10,77	3,49	11,67	8,99	10,54	11,75	10,63	10,67	12,50	12,20
Na <sub>2</sub> O	0,33	0,19	0,75	0,37	0,43	0,32	0,55	0,87	0,85	0,48	0,35	0,45
K <sub>2</sub> O			0,24	0,06	0,13	0,00	0,48	0,22	0,61	0,25	0,38	0,09
FeO	18,96	24,56	13,62	23,90	13,22	15,65	13,96	13,52	13,26	12,57	17,40	13,78
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,26	0,25	0,75	0,85	1,47	0,63	0,00	1,58	0,00	0,01	0,28	2,43
<b>Total</b>	<b>98,03</b>	<b>98,03</b>	<b>98,07</b>	<b>98,09</b>	<b>98,15</b>	<b>98,06</b>	<b>98,00</b>	<b>98,16</b>	<b>98,00</b>	<b>98,00</b>	<b>98,03</b>	<b>98,24</b>
T Si <sup>4+</sup>	7,61	7,85	7,22	7,64	7,36	7,59	7,29	7,28	7,23	7,62	7,45	7,34
Al <sup>3+</sup>	0,39	0,15	0,78	0,36	0,64	0,42	0,71	0,72	0,78	0,38	0,55	0,66
C Ti <sup>4+</sup>	0,02	0,03	0,05	0,04	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,04
Zr <sup>4+</sup>												
Al <sup>3+</sup>	0,39	0,10	0,71	0,22	0,42	0,35	0,75	0,45	0,87	0,42	0,35	0,29
Cr <sub>3+</sub>								0,02	0,01	0,01		
Fe <sup>3+</sup>	0,03	0,03	0,08	0,09	0,16	0,07		0,17		0,00	0,03	0,27
Zn <sup>2+</sup>									0,02			
Mn <sup>2+</sup>											0,03	
Fe <sup>2+</sup>	1,53	1,54	1,51	1,66	1,49	1,37	1,50	1,62	1,50	1,27	2,15	1,66
Mg <sup>2+</sup>	3,03	3,30	2,65	2,99	2,91	3,19	2,72	2,72	2,58	3,28	2,43	2,75
B Mn <sup>2+</sup>	0,04	0,07	0,03	0,08	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,03
Fe <sup>2+</sup>	0,77	1,49	0,13	1,30	0,10	0,51	0,18	0,02	0,09	0,23		0,02
Ca <sup>2+</sup>	1,10	0,40	1,66	0,55	1,80	1,39	1,62	1,83	1,64	1,63	1,98	1,90
Na <sup>+</sup>	0,08	0,05	0,18	0,08	0,07	0,07	0,15	0,13	0,24	0,13	0,01	0,05
A Ca <sup>2+</sup>												
Na <sup>+</sup>	0,01	0,01	0,03	0,03	0,05	0,02		0,12			0,09	0,07
K <sup>+</sup>			0,04	0,01	0,02		0,09	0,04	0,11	0,05	0,07	0,02
Mg #	0,66	0,68	0,64	0,64	0,66	0,70	0,65	0,62	0,62	0,69	0,53	0,62

Melléklet - 1. táblázat folyt.  
Appendix - Table 1 cont.

	15F_sp4 Mg-Hbl	15F_sp9 Mg-Hbl	10_sp4 Cum	10_sp5 Cum	10_sp6 Cum	10_sp9 Cum	12_sp12 Cum	12_sp13 Cum
SiO <sub>2</sub>	52,38	49,62	56,28	55,10	53,57	54,55	55,31	55,69
TiO <sub>2</sub>	0,27	0,23						
ZrO <sub>2</sub>		0,42						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,83	6,60	2,06	3,23	6,73	1,92	1,11	0,74
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,14	0,01		0,10	0,41		0,16	0,13
MnO	0,20	0,23	0,33	0,28	0,26	0,32	0,36	0,38
ZnO								
MgO	13,35	11,86	21,93	20,94	20,29	21,69	20,55	20,86
CaO	11,18	12,07	1,15	1,08	1,19	1,37	1,94	1,33
Na <sub>2</sub> O	0,33	0,42	0,06	0,14	0,26	0,09	0,15	0,13
K <sub>2</sub> O		0,12	0,17	0,21	0,24	0,12		
FeO	15,04	13,95	16,02	16,93	15,06	16,13	17,99	18,53
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,32	2,76	0,00	0,00	0,00	2,01	0,47	0,23
<b>Total</b>	<b>98,03</b>	<b>98,28</b>	<b>98,00</b>	<b>98,00</b>	<b>98,00</b>	<b>98,20</b>	<b>98,05</b>	<b>98,02</b>
T Si <sup>4+</sup>	7,57	7,24	7,90	7,77	7,50	7,72	7,88	7,93
Al <sup>3+</sup>	0,43	0,77	0,11	0,23	0,50	0,28	0,12	0,07
C Ti <sup>4+</sup>	0,03	0,03						
Zr <sup>4+</sup>		0,03						
Al <sup>3+</sup>	0,39	0,37	0,24	0,31	0,61	0,04	0,06	0,05
Cr <sub>3+</sub>	0,02	0,00		0,01	0,05		0,02	0,02
Fe <sup>3+</sup>	0,04	0,30				0,22	0,05	0,03
Zn <sup>2+</sup>								
Mn <sup>2+</sup>								
Fe <sup>2+</sup>	1,65	1,69	0,18	0,28	0,11	0,17	0,51	0,48
Mg <sup>2+</sup>	2,88	2,58	4,59	4,40	4,24	4,58	4,36	4,43
B Mn <sup>2+</sup>	0,02	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05
Fe <sup>2+</sup>	0,17	0,01	1,70	1,72	1,66	1,74	1,64	1,72
Ca <sup>2+</sup>	1,73	1,89	0,17	0,16	0,18	0,21	0,30	0,20
Na <sup>+</sup>	0,08	0,08	0,02	0,04	0,07	0,01	0,03	0,03
A Ca <sup>2+</sup>								
Na <sup>+</sup>	0,01	0,04				0,01	0,02	0,01
K <sup>+</sup>		0,02	0,03	0,04	0,04	0,02		
Mg #	0,61	0,60	0,71	0,69	0,71	0,71	0,67	0,67

**Melléklet - 2. táblázat:** A kontakt metabázit anyagú kőbalták (2021.1.5., 2021.1.15A., 2021.1.15C., 2021.1.15D., 2021.1.15E., 2021.1.15F., 2021.1.12.) földpátjainak kémiai összetétele és a számított ásványkémiai összetétel (8 oxigénre számítva).

Ásványnevek rövidítései Whitney & Evans 2010 alapján: An anortit, Ans andezin, Lab labradorit, Byt bytownit

**Appendix - Table 2:** Mineral chemistry of feldspars (calculated on 8 oxygens) in the contact metabasite stone tools (2021.1.5., 2021.1.15A.,

2021.1.15C., 2021.1.15D., 2021.1.15E., 2021.1.15F., 2021.1.12.). Mineral abbreviations after Whitney & Evans 2010:

An anorthite, Ans andesine, Lab labradorite, Byt bytownite

	5_sp59	5_sp60	5_sp60	15A_sp14	15A_sp15	15A_sp16	15Cre_sp4	15Cre_sp5	15Cre_sp6
	Byt	Lab	Lab	Lab	Lab	Lab	Byt	Byt	Byt
SiO <sub>2</sub>	47,38	52,61	52,61	54,02	51,92	56,22	47,12	47,60	48,31
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	33,62	29,93	29,93	28,92	28,75	27,64	35,07	33,78	33,83
FeO	0,23	0,45	0,45	0,44	2,62	0,65			
CaO	16,67	12,84	12,84	11,32	12,15	10,23	16,01	16,29	15,21
Na <sub>2</sub> O	2,09	4,17	4,17	5,15	3,77	5,10	1,64	2,20	2,56
K <sub>2</sub> O				0,15	0,79	0,16	0,17	0,12	0,09
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
Ab	18,49	37,03	37,03	44,79	34,24	46,99	15,45	19,52	23,21
An	81,51	62,97	62,97	54,35	61,04	52,04	83,49	79,78	76,25
Or	0,00	0,00	0,00	0,86	4,72	0,97	1,06	0,70	0,54

	15D_sp80	15D_sp82	15D_sp83	15D_sp84	15E_sp1	15E_sp2	15E_sp8	15F_sp6	12_sp10	12_sp11	12_sp31	12_sp32
	Lab	Lab	Lab	Ans	Byt	Byt	An	Lab/Byt	Byt	Byt	Ab	Ab
SiO <sub>2</sub>	61,03	52,10	53,65	55,31	46,79	45,16	42,27	50,17	46,74	45,88	67,44	67,09
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24,03	30,14	28,65	28,17	34,01	34,86	33,41	31,78	34,19	34,73	19,75	20,01
FeO	0,53	0,37	0,29	0,44	0,37	0,41	0,25	1,27	0,24	0,18	0,97	0,97
CaO	9,28	12,88	11,99	9,93	16,68	18,21	23,09	13,20	16,77	17,54	0,14	0,30
Na <sub>2</sub> O	4,93	4,51	5,28	5,97	2,15	1,36	0,98	3,13	1,90	1,67	11,70	11,63
K <sub>2</sub> O	0,21	0,00	0,14	0,17				0,46	0,16			
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
Ab	48,36	38,79	44,02	51,61	18,92	11,91	7,14	29,19	16,86	14,70	99,34	98,59
An	50,28	61,21	55,21	47,42	81,08	88,09	92,86	68,02	82,21	85,30	0,66	1,41
Or	1,36	0,00	0,77	0,97	0,00	0,00	0,00	2,80	0,93	0,00	0,00	0,00

**Melléklet - 3. táblázat:** A metadolerit anyagú kőbalták (2021.1.3A., 2021.1.4.) földpát és piroxén kristályainak kémiai összetétele és a számított ásványkémiai összetétel (földpát 8, piroxén 6 oxigénre számítva). Ásványnevek rövidítései Whitney & Evans 2010 alapján: Ab albit, Aug augit, Di diopszid, Or ortoklász

**Appendix - Table 3:** Mineral chemistry of feldspars (calculated on 8 oxygens) and pyroxenes (calculated on 6 oxygens) in the metadolerite stone tools (2021.1.3A., 2021.1.4.). Mineral abbreviations after Whitney & Evans 2010: Ab albite, Aug augite, Di diopside, Or orthoclase

	3A_sp23	3A_sp24	3A_sp57	3A_sp59	3A_sp61	3A_sp62	3A_sp63	4_sp6	4_sp7	4_sp18	4_sp19	
	Ab	Ab	Ab	Di	Di	Aug	Aug	Or	Or	Or	Or	
SiO <sub>2</sub>	69,51	68,74	68,92	51,09	51,39	51,90	52,05	64,00	64,04	63,99	62,40	
TiO <sub>2</sub>				0,75	0,65	0,88	0,70					
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,11	20,25	20,03	3,18	3,13	3,09	2,43	19,23	19,39	17,62	19,45	
FeO	0,18	0,28	0,10	7,04	6,17	9,00	6,71	0,12	0,28	0,68	0,32	
MnO												
MgO				15,79	16,07	14,34	16,00					
CaO	0,10	0,44	0,09	21,31	21,78	20,17	21,68					
Na <sub>2</sub> O	10,09	10,29	10,86	0,28	0,23	0,28	0,24	0,64	1,12	0,19	0,41	
K <sub>2</sub> O								15,04	14,23	17,04	15,16	
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>												
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				0,55	0,57	0,33	0,19					
BaO								0,96	0,93	0,48	2,27	
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	
T Si <sup>4+</sup>	3,01	2,99	3,00	1,88	1,89	1,93	1,91	2,96	2,96	2,99	2,93	
Al <sup>3+</sup>	1,03	1,04	1,03	0,12	0,11	0,07	0,09	1,05	1,06	0,97	1,08	
XY Al <sup>3+</sup>				0,02	0,02	0,07	0,02					
Fe <sup>3+</sup>				0,06	0,05	0,00	0,04					
Ti <sup>4+</sup>				0,02	0,02	0,02	0,02					
Cr <sup>3+</sup>				0,02	0,02	0,01	0,01					
Mg <sup>2+</sup>				0,87	0,88	0,80	0,88					
Fe <sup>2+</sup>	0,01	0,01		0,15	0,14	0,28	0,17		0,01	0,03	0,01	
Ca <sup>2+</sup>				0,84	0,86	0,80	0,85					
Na <sup>+</sup>	0,85	0,87	0,92	0,02	0,02	0,02	0,02	0,06	0,10	0,02	0,04	
K <sup>+</sup>								0,89	0,84	1,02	0,91	
Ba <sup>2+</sup>								0,02	0,02	0,01	0,04	
<b>Ab</b>	99,46	97,69	99,54					6,07	10,68	1,67	3,95	
<b>An</b>	0,54	2,31	0,46									
<b>Or</b>								93,93	89,32	98,33	96,05	
<b>En</b>				45,04	45,67	42,32	45,26					
<b>Wo</b>				43,70	44,49	42,78	44,09					
<b>Fs</b>				11,26	9,84	14,90	10,65					





Melléklet - 4. táblázat folyt.  
Appendix - Table 4 cont.

	7vcs_sp116	7vcs_sp117	7vcs_sp118	7vcs_sp119	7vcs_sp134	7vcs_sp135
	Fo	Fo	Fo	Fo	Fo	Fo
SiO <sub>2</sub>	38,01	37,82	37,30	37,84	37,43	37,43
TiO <sub>2</sub>			0,12		0,10	0,11
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>						
FeO	23,33	24,23	24,67	24,51	25,59	25,78
MnO	0,84	0,98	0,97	1,06	1,04	1,02
MgO	37,47	36,66	35,77	35,94	34,96	35,04
CaO	0,35	0,32	0,74	0,37	0,41	0,42
Na <sub>2</sub> O						
K <sub>2</sub> O						
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			0,42	0,29	0,47	0,20
SO <sub>3</sub>						
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>						
Cl						
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
T	Si <sup>4+</sup>	1,00	1,00	0,99	1,00	0,99
	Al <sup>3+</sup>					
XY	Al <sup>3+</sup>					
	Fe <sup>3+</sup>					
	Ti <sup>4+</sup>		0,00		0,00	0,00
	Cr <sup>3+</sup>					
	Mg <sup>2+</sup>					
	Fe <sup>2+</sup>	1,47	1,44	1,41	1,41	1,38
	Mn <sup>2+</sup>	0,51	0,53	0,55	0,54	0,57
	Ca <sup>2+</sup>	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	Na <sup>+</sup>	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
	K <sup>+</sup>					
	P <sup>5+</sup>		0,01	0,01	0,01	0,00
<b>Ab</b>						
<b>An</b>						
<b>Or</b>						
<b>Ne</b>						
<b>Ks</b>						
<b>Q</b>						
<b>En</b>						
<b>Wo</b>						
<b>Fs</b>						
<b>Jd</b>						
<b>Ac</b>						
<b>Aug</b>						
<b>Fo</b>	74,11	72,94	72,10	72,33	70,89	70,78
<b>Fa</b>	25,89	27,06	27,90	27,67	29,11	29,22





Melléklet - 4. táblázat folyt.  
Appendix - Table 4 cont.

	16A_sp71	16A_sp87	16A_sp86	16A_sp42	16A_sp43	16A_sp55	16A_sp56	16A_sp57	16A_sp75
	Lab	Ans-Lab	Ans	Nph	Sdl	Fo	Fo	Fo	Fo
SiO <sub>2</sub>	51,74	55,29	57,31	53,99	40,36	37,16	37,22	37,27	37,40
TiO <sub>2</sub>									0,12
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	30,27	28,12	26,97	29,68	29,84				0,46
FeO	0,66	0,42	0,21	0,90	0,95	26,18	25,77	25,80	31,90
MnO						0,79	0,73	0,73	0,71
MgO						35,45	35,89	35,72	28,47
CaO	12,79	9,91	8,48	0,40	0,42	0,41	0,38	0,48	0,94
Na <sub>2</sub> O	4,27	5,71	6,24	13,03	21,06				
K <sub>2</sub> O	0,27	0,54	0,79	1,99	0,73				
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>									
SO <sub>3</sub>					0,18				
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>									
Cl					6,02				
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>99,56</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
T	Si <sup>4+</sup>	2,36	2,50	2,57	9,84		0,99	0,99	1,02
	Al <sup>3+</sup>	1,63	1,50	1,43	6,38				
XY	Al <sup>3+</sup>								0,01
	Fe <sup>3+</sup>								
	Ti <sup>4+</sup>								0,00
	Cr <sup>3+</sup>								
	Mg <sup>2+</sup>					1,41	1,42	1,42	1,16
	Fe <sup>2+</sup>	0,03	0,02	0,01	0,14	0,58	0,57	0,57	0,73
	Mn <sup>2+</sup>					0,02	0,02	0,02	0,02
	Ca <sup>2+</sup>	0,62	0,48	0,41	0,08	0,01	0,01	0,01	0,03
	Na <sup>+</sup>	0,38	0,50	0,54	4,60				
	K <sup>+</sup>	0,02	0,03	0,05	0,46				
	P <sup>5+</sup>								
<b>Ab</b>		37,08	49,48	54,52					
<b>An</b>		61,37	47,44	40,94					
<b>Or</b>		1,55	3,08	4,54					
<b>Ne</b>					65,09				
<b>Ks</b>					7,30				
<b>Q</b>					27,61				
<b>En</b>									
<b>Wo</b>									
<b>Fs</b>									
<b>Jd</b>									
<b>Ac</b>									
<b>Aug</b>									
<b>Fo</b>						70,71	71,28	71,17	61,40
<b>Fa</b>						29,29	28,72	28,83	38,60



Melléklet - 5. táblázat folyt.

Appendix - Table 5 cont.

	8_sp91	8_sp120	8_sp121	8_sp122	8_sp123	
	Di	En	Aug	Pgt	Aug	
SiO <sub>2</sub>	51,28	51,76	51,21	52,44	52,16	
TiO <sub>2</sub>	0,48	0,31	0,50	0,28	0,40	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,86	1,13	1,89	1,35	2,16	
FeO	5,27	26,14	12,94	20,32	19,01	
MnO		0,70	0,32	0,51	0,58	
MgO	16,04	18,33	12,61	15,63	12,19	
CaO	22,76	1,63	20,20	9,27	13,25	
Na <sub>2</sub> O			0,28	0,19	0,23	
K <sub>2</sub> O						
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,30		0,05			
BaO						
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	
T	Si <sup>4+</sup>	1,88	1,97	1,93	1,97	1,95
	Al <sup>3+</sup>	0,11	0,03	0,06	0,02	0,02
XY	Al <sup>3+</sup>	0,05	0,02	0,02	0,04	0,08
	Fe <sup>3+</sup>	0,04		0,04		
	Cr <sup>3+</sup>	0,01				
	Ti <sup>4+</sup>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Fe <sup>2+</sup>	0,12	0,85	0,37	0,69	0,70
	Mn <sup>2+</sup>	0,00	0,02	0,01	0,02	0,02
	Mg <sup>2+</sup>	0,88	1,04	0,71	0,87	0,68
	Ca <sup>2+</sup>	0,89	0,07	0,82	0,37	0,53
	Na <sup>+</sup>			0,02	0,01	0,02
	K <sup>+</sup>					
<b>Ab</b>						
<b>An</b>						
<b>Or</b>						
<b>En</b>	0,46	0,53	0,37	0,45	0,36	
<b>Wo</b>	0,06	0,43	0,19	0,35	0,37	
<b>Fs</b>	0,47	0,03	0,43	0,19	0,28	
<b>Jd</b>	0,00	0,00	0,01	0,06	-0,20	
<b>Ac</b>	0,00	0,00	0,01	-0,05	0,21	
<b>Aug</b>	1,00	1,00	0,98	0,99	0,98	

