

ARCHEOMETRIAI VIZSGÁLATOK A SÜKÖSD-ÁRPÁS-DÜLŐI BRONZKORI TEMETŐBŐL – ELŐZETES EREDMÉNYEK

ARCHAEOLOGICAL INVESTIGATIONS OF THE BRONZE AGE CEMETERY AT SÜKÖSD-ÁRPÁS-DÜLŐ – PRELIMINARY RESULTS •

PÁSZTOR, Emília^{1*}; SZILÁGYI, Veronika²; GERBER Dániel³; GÉMES, Anett⁴
HAJDU, Tamás⁴; HAJDUNÉ DARABOS, Gabriella⁵; HELTAI, Botond³
HORVÁTH, Anikó⁶; ILLÉS, Levente²; KÁROLY, Istvánné⁷; KOVÁCS, Zoltán²
KULCSÁR, Gabriella⁸; MAJOR, István⁶; MERKL, Máté Róbert^{5,9}; SÁNDORNÉ
KOVÁCS, Judit⁷; SIPOS, Enikő¹⁰; SÜMEGI, Pál¹¹; SZAKMÁNY György¹²
SZÉCSÉNYI-NAGY, Anna³; SZOLDÁN, Zsolt⁷; T. BIRÓ, Katalin¹⁰
& KISS, Viktória⁸

¹Türr István Múzeum és Bácskai Művelődési Központ, 6500 Baja, Deák Ferenc utca 1.

²HUN-REN Energiatudományi Kutatóközpont, 1121 Budapest, Konkoly-Thege M. út 29–33.

³HUN-REN Bölcsészettudományi Kutatóközpont Archeogenomikai Intézet,
1097 Budapest, Tóth Kálmán utca 4.

⁴ELTE TTK Biológiai Intézet Embertani Tanszék, Budapest, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A

⁵ELTE TTK Környezet-és Tájföldrajzi Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C.

⁶HUN-REN ATOMKI, 4026 Debrecen, Bem tér 18/C.

⁷Nemzeti Szakértői és Kutató Központ, 1087 Budapest, Mosonyi utca 9.

⁸HUN-REN Bölcsészettudományi Kutatóközpont Régészeti Intézet, 1097 Budapest, Tóth Kálmán utca 4.

⁹Kuny Domokos Múzeum, 2890 Tata, Váralja út 1–3.

¹⁰Magyar Nemzeti Múzeum, 1088 Budapest Múzeum körút 14–16.

¹¹SZTE TTK Földtani és Őslénytani Tanszék, 6722 Szeged, Egyetem utca 2–6.

¹²ELTE TTK Közettan-Geokémiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C.

*E-mail: pasztoremilia@tolna.net

Abstract

A particularly rich Bronze Age grave of the Tumulus culture was unearthed at the Sükösd-Árpás-dűlő V site in 2020 due to the efforts of contracted volunteers using metal detectors. In the following spring of 2021, the Türr István Museum conducted excavations and unearthed altogether 28 burials from which only 12 contained finds, while in several cases only the location of the inhumation and cremation graves could be detected, as the finds had been destroyed by agricultural activities. This paper presents the results of the complex bioarchaeological (physical anthropological, stable isotopic, aDNA and radiocarbon) analysis of the human remains, as well as archaeological research conducted on the malacological material, soil samples, stone artefact and textile remains recovered from the graves.

• How to cite this paper: How to cite this paper: PÁSZTOR, E.; SZILÁGYI, V.; GERBER, D.; GÉMES, A.; HAJDU, T.; HAJDUNÉ DARABOS, G.; HELTAI, B.; HORVÁTH, A.; ILLÉS, L.; KÁROLY, I.; KOVÁCS, Z.; KULCSÁR, G.; MAJOR, I.; MERKL, M.R.; SÁNDORNÉ KOVÁCS, J.; SIPOS, E.; SÜMEGI, P.; SZAKMÁNY, Gy.; SZÉCSÉNYI-NAGY, A.; SZOLDÁN, Zs.; T. BIRÓ, K. & KISS, V. (2024): Archeometriai vizsgálatok a Sükösd-Árpás-dűlői bronzkori temetőből – előzetes eredmények / Archaeometric investigations of the Bronze Age cemetery at Sükösd-Árpás-dűlő – preliminary results [in Hungarian with English abstract], *Archeometriai Műhely* XXI/4 445–482.

doi: [10.55023/issn.1786-271X.2024-033](https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2024-033)

Kivonat

Sükösd–Árpás-dűlő V. lelőhelyen a bronzkori halomsíros kultúra különösen gazdag temetkezése került elő 2020-ban. Az azt követő ásatáson, 2021-ben a Türr István Múzeum munkatársai önkéntesek segítségével további 28 sírt tártak fel a lelőhelyen, melyek közül csak 12 (kilenc csontváz és három hamvasztásos) sír tartalmazott leleteket. A többi esetben csak a sírok helyét sikerült azonosítani, mivel a sekély mélységben megtalált jelenségeket és leleteket a földművelés elpusztította. A tanulmányban a feltárt sírokból előkerült emberi maradványok komplex biorégészeti (embertani, stabilizotópos, archeogenetikai és radiokarbon) vizsgálatának, valamint az előkerült kőlelet, textil maradványok, malakológiai és talajminták eddig elvégzett archeometriai elemzésének eredményeit tesszük közzé.

KEYWORDS: TUMULUS CULTURE, COMPLEX BIOANTHROPOLOGICAL STUDY, ^{14}C DATING, SCANNING ELECTRON MICROSCOPY (SEM), PROMPT-GAMMA ACTIVATION ANALYSIS (PGAA), ANTHRACOLOGY, CARPOLOGY

KULCSSZAVAK: HALOMSÍROS KULTÚRA, ÁTFOGÓ BIORÉGÉSZETI VIZSGÁLAT, ^{14}C KORMEGHATÁROZÁS, PÁSZTÁZÓ ELEKTRONMIKROSKÓPIA (SEM), PROMPT-GAMMA AKTIVÁCIÓS ELEMZÉS (PGAA), ANTRAKOLÓGIA, KARPOLÓGIA



1. ábra: Sükösd–Árpás-dűlő V. 1. sír és a részlete a lábtekercecsekkel, tüskés korongcsüngőkkel és a lábnál elhelyezett bögrével, csigákkal és tojás alakú kőtárgy mellékletekkel (fotó: Türr István Múzeum)

Fig. 1.: Sükösd–Árpás-dűlő V, grave No. 1 and its detail with the anklets, disc-shaped pendants with central spikes and the mug, snails and egg-shaped stone artefact placed at the feet (photo: Türr István Museum)

Bevezető

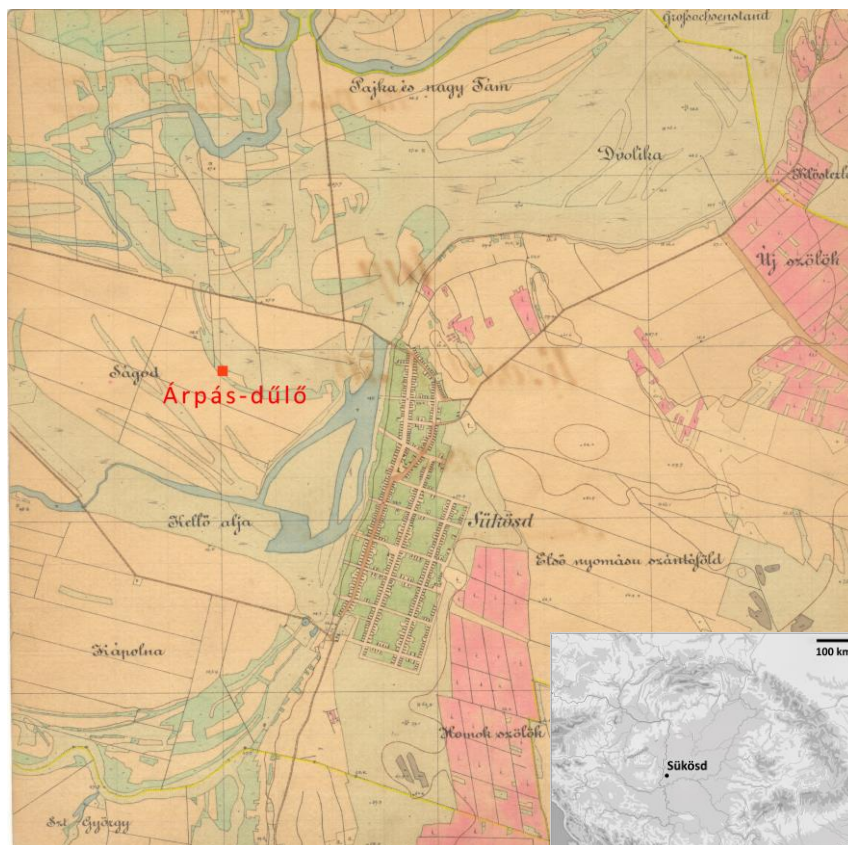
Sükösd–Árpás-dűlő V. lelőhelyen a Türr István Múzeum munkatársai fémdetektorral tevékenykedő önkéntesek munkájának köszönhetően 2020. december 28-án leletmentés keretében tárták fel a bronzkori halomsíros kultúra különösen gazdag ékszer melléklettel ellátott csontvázak sírját. A sírból származó bronz karperecek, a mind a tíz ujjon megtalálható gyűrűk, a nyakban viselt borostyán gyöngyök és a lábtekerecs-pár a késő bronzkor kezdetén élt, kiemelkedő társadalmi helyzetű nő mellékletei (1. ábra). Számos egykorú kincsleletből előkerültek hasonló ékszertípusok, de nagyon kevés esetben volt mód a viseleti összefüggések megfigyelésére (Mozsolics 1967; Egry 2004; Csányi 2019; Jankovits 2021). Emiatt a sükösdi 1. sír részletes régészeti elemzése rendkívül fontos információkkal járul hozzá a Kárpát-

medencében több mint 3000 évvel ezelőtt élt bronzkori emberek életének és halotti rítusainak megismeréséhez (Pásztor et al. 2022).

A lelőhely Sükösd településtől kb. 1,4 kilométerre nyugatra, a Duna-völgyi-főcsatorna mellett található (2. ábra). A területről jelentős bronz leletanyagot is begyűjtöttek az önkéntesek, ezért 2021 márciusában ásatást indított el a múzeum, hogy megmentsék a föld mélyében még rejlő régészeti leleteket. A területen intenzív földművelés folyik, ami már régóta roncsolja a lelőhelyet, ezért az ásatással számos sírnak már csak a feltárását sikerült beazonosítani. A feltárások eredménye 29 sír lett, melyek közül 12 emberi csontokat és mellékleteket is tartalmazott. Ezek közül három hamvasztásos urnasír (22., 27., 28. sír), a többi kilenc pedig ún. nyújtott (vagyis háton fekvő helyzetben eltemetett) csontvázak sír volt.

2. ábra: A Sükösd–Árpás-dűlő V. lelőhely az 1878-as kataszteri térképen

Fig. 2.: Sükösd–Árpás-dűlő V archaeological site on the cadastral map from 1878



A sírokban talált leletek alapján a temető a halomsíros kultúrához köthető közösség temetkezési helyének határozható meg. Elpusztított sírként értékeltünk 17 jelenséget mert bár formájuk és tájolásuk teljesen megegyezett a temető leleteket is tartalmazó sírjaival, sem emberi maradványok, sem leletek nem kerültek elő belőlük. A nagy számú elpusztított sír létezését alátámasztja az a jelentős szórvány bronzkori ékszeranyag is, amit a temető területéről gyűjtöttek az önkéntesek, és amelyek a halomsíros kultúra jellegzetes leletei közé tartoznak. Egyéb jelenségeket, köztük egy egyelőre kérdéses funkciójú, szabályos körárkot és egy eredetileg sírépítményes, rablott sírt is dokumentáltunk, melyeknek kora nem volt megállapítható.

A feltárt temető a leletanyag alapján egy kisebb zárt közösség temetkezési helyének tűnt, ezért a csontvázas sírok esetében genetikai vizsgálattal szerettük volna feltérképezni a lehetséges rokoni viszonyokat. Sajnos a csontok állapota rendkívül rossznak bizonyult (**3. ábra**), ezért a DNS vizsgálatok csak az 1. sír esetében voltak eredményesek, és a radiokarbon kormeghatározás is csak az 1. sírből és a 28. urnasírből nyújtott adatokat (**1. táblázat**).

A stabilizotóp-arány vizsgálatok az eltemetettek étkezési szokásainak és származási helyének kérdéskörére irányultak. A különösen gazdag 1. sír



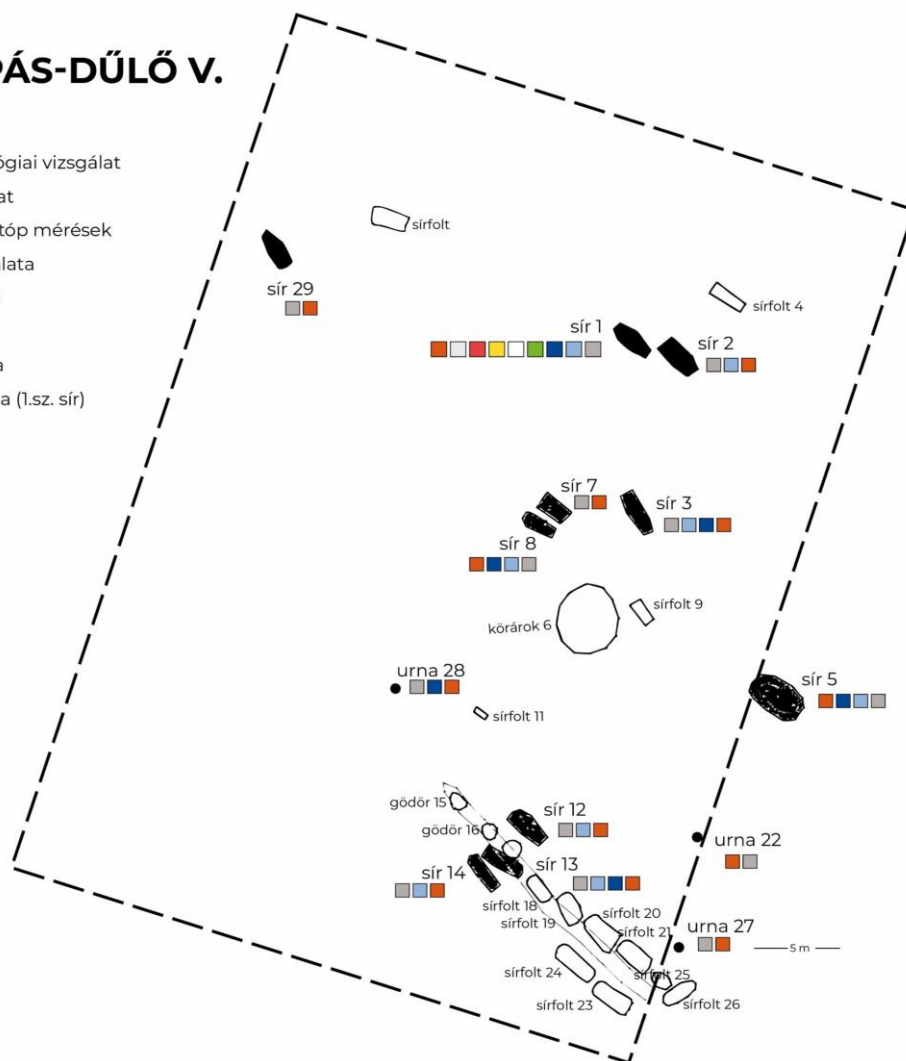
3. ábra: Sükösd–Árpás dűlő V., 1. sír koponya csontjai (fotó: Hajdu Tamás)

Fig. 3.: Skull bones of grave No. 1, Sükösd–Árpás-dűlő V (photo: Tamás Hajdu)

mellékleteinek textillenymat vizsgálataitól azt vártuk, hogy segítséget nyújtanak a halomsíros kultúra előkelő női viseletének rekonstrukciójához. Az anyagvizsgálatok értékes információval szolgálnak a közösség regionális és azon túli kapcsolatrendszeréhez, a környezet rekonstrukciójához, ezen felül a temetkezési rítushoz is, ezért minél több ilyen jellegű vizsgálat elvégzése a kiemelt célok között szerepelt (**4., 5. ábra**).

SÜKÖSD ÁRPÁS-DÜLŐ V.

- hagyományos antropológiai vizsgálat
- archeogenetikai vizsgálat
- kormeghatározás és izotóp mérések
- textil lenyomatok vizsgálata
- tojás alakú kő vizsgálata
- malakológia
- bögre funkció vizsgálata
- sötét földréteg vizsgálata (1.sz. sír)
- karpológia



4. ábra: Sükösd-Árpás-dűlő V. lelőhelyen feltárt temető térképe a sorszámozott sírokkal és a belőlük vett mintákon elvégzett vizsgálatok típusa

Fig. 4.: Sükösd-Árpás-dűlő V site, the map of the cemetery with numbered graves and the type of examination carried out on the samples taken

Fő szempontunk az volt, hogy a lehető legtöbb természettudományos vizsgálatot végezzük el, amire a különböző leletek lehetőséget nyújtanak, hogy ezáltal minél több információt nyerhessünk a sükösdi bronzkori közösség életmódjáról és kapcsolatrendszeréről. Az alkalmazott módszerekkel és eredményekkel egyúttal összehasonlító anyagot is kívántunk nyújtani más vizsgálatokhoz, a bronzkori időszak teljesebb megismerése érdekében.

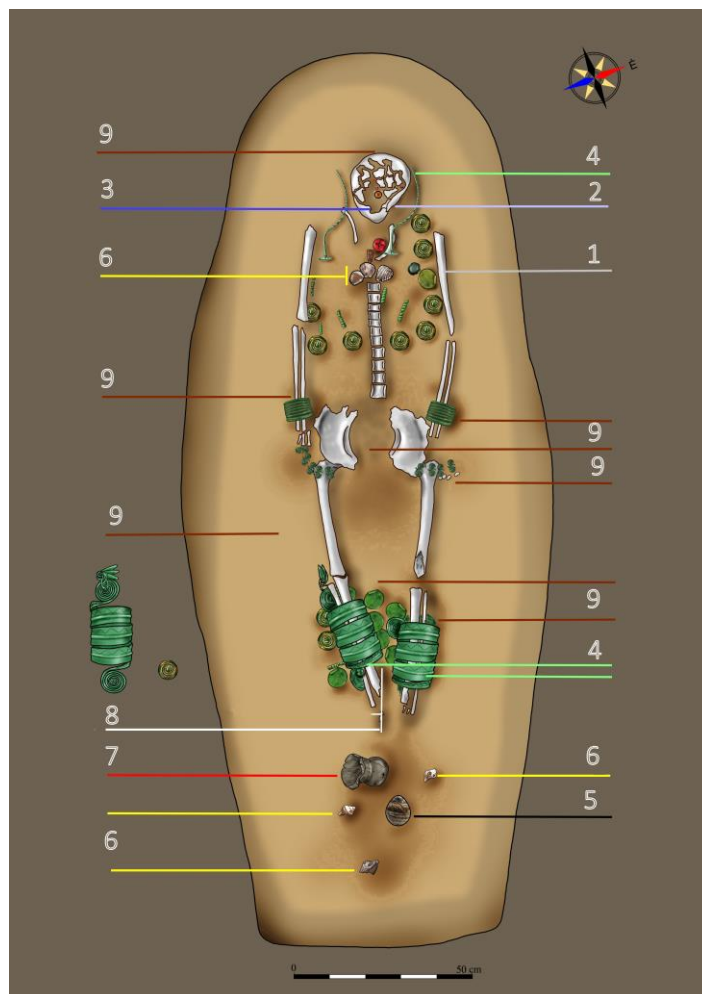
Jelen cikkben a sírokból előkerült emberi maradványok komplex biorégészeti (embertani, stabilizotópos, archeogenetikai és radiokarbon) elemzése, valamint az ásatás során vett mintákon, illetve a régészeti leleteken eddig végzett archeometriai vizsgálatok eredményeit tesszük közzé. Az 1. sír nyaklánc borostyán csüngőinek (5. ábra, piros színnel jelölve) anyag- és eredet vizsgálata a poznańi Adam Miczkiewicz Egyetem Európai Kultúra Intézet és a HUN-REN BTK

Régészeti Intézet együttműködése keretében került közlésre. Az már jelenleg is elmondható, hogy minden gyöngy balti borostyánnak bizonyult, eszerint távolsági kereskedelem révén érkezett a sükösdi közösséghez (Jaeger et al. 2023), ami fontos adat a jelen cikk értelmezési folyamatában is.

Több vizsgálat még nem zárult le, így a fémvizsgálatok eredményeiről később számolunk be.

Minták

A természettudományos vizsgálatokra a legtöbb mintát az 1. sírből vettük (5. ábra) a leletek tételes leírását lásd: Pásztor et al. (2022). A sír leletgazdagsága ígéretes lehetőséget kínált egy több szempontú tanulmányozásra. A csontváz rossz állapota ellenére is minden tervezett mérés értékelhető eredményt nyújtott.



5. ábra: Sükösd–Árpás-dűlő V., 1. sír sírrajza. Zöld színnel jelölve a bronztárgyak, vörössel a borostyán gyöngyök, mellettük fehér színnel a kagyló ékszerek; a lábnál további kagylóékszerek, valamint az edény és a kőből készült tojás alakú tárgy látható. A természettudományos vizsgálatok típusa és a mintavétel helye:

1. klasszikus antropológiai vizsgálat
2. archeogenetikai vizsgálat a koponyacsonton
3. AMS ^{14}C vizsgálat fogmintából, továbbá $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{18}\text{O}$, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$; $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$; $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$; $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ és $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ izotóparány-mérések csont és fogmintákból
4. textílienyomatok OM vizsgálata a lábtekerceken és a bal oldali sarlóstűn
5. tojás alakú kőtárgy anyagának MS, PGAA, SEM-EDS vizsgálata
6. malakológiai vizsgálat a csiga és kagyló mellékleteken
7. OM, FTIR, SEM, vizsgálatok a bőgre funkciójának kiderítése érdekében
8. a jobb lábszár alatti sötét földréteg OM, FTIR, SEM, SEM-EDS vizsgálata
9. OM, FTIR, SEM, SEM-EDS – karpológiai vizsgálat

Fig. 5.: Graphical illustration of Sükösd–Árpás dűlő V, grave No. 1. Bronze objects are in green, amber beads in red, shell jewellery next to them in white; additional shell ornaments, a vessel and an egg-shaped object made of stone are at the feet. The types of scientific investigations and sampling locations:

1. traditional anthropological investigation
2. archaeogenetic analysis of the skull bone
3. AMS ^{14}C test from tooth sample, $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{18}\text{O}$, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$; $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$; $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$; $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ isotope ratio analyses from bone and tooth samples
4. OM examination of textile impressions on the anklets and the left sickle pin
5. MS, PGAA, SEM-EDS examination of the material of the egg-shaped stone artefact
6. malacological examination of snails and shell pendants
7. OM, FTIR, SEM, SEM-EDS tests to reveal the function of the mug
8. OM, FTIR, SEM, SEM-EDS examination of the dark soil layer under the right leg
9. OM, FTIR, SEM, SEM-EDS – carpological examination

1. táblázat: A Sükösd–Árpás-dűlő V. lelőhelyen végzett természettudományos módszerekkel vizsgált leletek listája (módszerrövidítések feloldását lásd a szövegben)

Table 1.: List of samples from Sükösd–Árpás-dűlő V archaeological site analysed by scientific methods (abbreviations of methods is in the text)

Minta típusa / sample type	Sírszám / Grave No.	Minta azonosítása / Lab ID	Vizsgálati módszer
humán csontminta	1. sír	csontváz elemei	fizikai antropológiai vizsgálat
	2. sír	csontváz elemei	
	3. sír	csontváz elemei	
	5. sír	csontváz elemei	
	7. sír	csontváz elemei	
	8. sír	csontváz elemei	
	12. sír	csontváz elemei	
	13. sír	csontváz elemei	
	14. sír	csontváz elemei	
	22. sír	hamvasztásos temetkezés csontváz elemei	
	28. sír	hamvasztásos temetkezés csontváz elemei	
	29. sír	gyermek csontváz elemei	
	29. sír	felnőtt csontváz elemei	
archeogenetikai csontminta	1. sír	GEN156, koponyacsont	archeogenetikai vizsgálat
	2. sír	GEN157, fog, 1% alatti kollagén tartalom	
	3. sír	GEN158, koponyacsont	
	5. sír	GEN159, koponyacsont	
	8. sír	GEN160, koponyacsont	
	12. sír	GEN161, fog	
	13. sír	GEN162, fog	
	14. sír	GEN163, koponyacsont	
kormeghatározásra vételezett minták	1. sír	DeA-33514	¹⁴ C AMS vizsgálat
	3. sír	I/3406/1	(1% alatti kollagén tartalom)
	5. sír	I/3406/2	(1% alatti kollagén tartalom)
	8. sír	I/3406/3	(1% alatti kollagén tartalom)
	13. sír	I/3406/4	(1% alatti kollagén tartalom)
	28. sír	DeA-42306	¹⁴ C AMS vizsgálat
izotóp mérésre vételezett minták	1. sír	I/2871/17 (csont minta)	δ ¹³ C és δ ¹⁵ N izotóp vizsgálat (1% alatti kollagén tartalom)
	3. sír	I/3431/1 (fogak)	(1% alatti kollagén tartalom)
	5. sír	I/3431/2 (fogak)	(1% alatti kollagén tartalom)
	8. sír	I/3431/3 (fogak)	(1% alatti kollagén tartalom)
	13. sír	I/3431/4 (fogak)	(1% alatti kollagén tartalom)
	1. sír	I/2872/14 (fogzománc)	δ ¹³ C, δ ¹⁵ N, δ ¹⁸ O, ²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁴ Pb; ²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁶ Pb; ²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb; ²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb és ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr izotóp vizsgálatok
	3. sír	I/3431/1 (fogak)	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr izotóp vizsgálat
	5. sír	I/3431/2 (fogak)	
	8. sír	I/3431/3 (fogak)	
	13. sír	I/3431/4 (fogak)	
	28. sír	I/3431/5 égett csont (pars petrosa)	

1. táblázat, folyt.**Table 1.: cont.**

Minta típusa / sample type	Sírszám / Grave No.	Minta azonosítása / Lab ID	Vizsgálati módszer
sírmelléklet vizsgálatok	1. sír	37., 38. és 2. sírmelléklet, 2 db bronz lábtokercs és 1 db sarlós tű	felületi textil lenyomatok vizsgálata (OM)
	1. sír	47. sírmelléklet, tojás alakú kőtárgy	MS, PGAA, SEM-EDS
	1. sír	51., 51.2., 50., 49., 48., 46., 5/C, 5/A, 4. jelzésű, 9 db csiga és kagyló lelet	malakológia
	1. sír	45. sírmelléklet, bögre töredékein lévő ételmaradványok	OM, FTIR, SEM, SEM-EDS
	1. sír	45. sírmelléklet, bögre belsejéből és aljából származó, 2 db talajminta	
	1. sír	37. jelű minták a jobb lábszár alatti sötét földrétegből: 37/a, lábtokercsnél jobb 37/b, lábtokercsnél jobb 37/c, jobb láb kiemelésénél kiesett 37/d, jobb láb alól kiemelés után	
	1. sír	23 zacskó talajminta	OM, FTIR, SEM, SEM-EDS, karpológiai vizsgálat
	2. sír	2 zacskó talajminta (régészeti korhoz nem köthető)	
	3. sír	9 zacskó talajminta	
	5. sír	6 zacskó talajminta	
	7. sír	8 zacskó talajminta	
	8. sír	7 zacskó talajminta (régészeti korhoz nem köthető)	
	12. sír	4 zacskó talajminta	
	13. sír	12 zacskó talajminta	
	14. sír	7 zacskó talajminta	
	22. sír - urnasír	3 zacskó talajminta	
	27. sír	1 zacskó talajminta (régészeti korhoz nem köthető)	
	28. sír - urnasír	3 zacskó talajminta	
	29. sír	2 zacskó talajminta	

Vizsgálati módszerek**Biorégészeti vizsgálatok**

A komplex biorégészeti vizsgálatok során az emberi maradványok fizikai antropológiai elemzésével meghatározható az egykor élt ember neme és életkora, általános egészségi állapota; az ezt kiegészítő kémiai és biológiai (stabilizotópos és DNS) vizsgálatokból pedig megállapíthatjuk éltrendi

szokásait; hogy eltemetési helye egyben származási helye is; amennyiben nem, honnan érkezhetett, valamint megállapítható-e rokonság az együtt eltemetettek között.

Az előkerült embertani leletek az ELTE TTK Biológiai Intézetének Embertani Tanszékére kerültek tudományos vizsgálat céljából. Az embertani anyag vizsgálata előtt megtörtént a leletek restaurálása (ragasztása), majd klasszikus

antropológiai és patológiai vizsgálata. A morfológiai nem meghatározása Éry és munkatársai (1963) munkája nyomán történt. Az elhalálozási életkort gyermekek esetében a csontok hossza (Stloukal & Hanaková 1978) és átmérője (Bernert et al. 2008), osszifikációjának mértéke (Schinz et al. 1952), valamint a fogfejlődés (Schour & Massler 1941) és erupció (Ubelaker 1989) alapján becsültük. Felnőttek esetében a koponyavarratok ektokraniális záródását (Meindl & Lovejoy 1985) vizsgáltuk, a fogkopás mértékének figyelembevételével (Smith 1984; Brothwell 1965). A biológiai életkor csoportokat Martin és Saller (1957) szerint különítettük el: neonatus (0–1 év), infans I. (2–6 év), infans II. (7–14 év), juvenis (15–19 év), adultus (20–39 év), maturus (40–59 év), senium (60+ év). A paleopatológiai elváltozások azonosítása Waldron (2009), Nikita (2017) és Buikstra (2019) munkái nyomán történtek. Az anatómiai variációk azonosítását Mann és munkatársai (2016) által leírtak alapján végeztük. A hamvasztásos rítussal eltemetett két egyén csontanyagának elemzése során Chochol (1961), Nemeskéri és Harsányi (1968), Wahl (1982) és Ubelaker (2009) útmutatásai szerint jártunk el.

A HUN-REN Bölcsészettudományi Kutatóközpont Archeogenomikai Intézetében az archeogenetikai feldolgozás során a mintákból **(1. táblázat)** fűrésszel nyertünk ki körülbelül 50 mg csontport, steril körülmények között. Az alacsony read-számú Illumina MiSeq szekvenálás eredménye alapján a minták többsége további vizsgálatokra nem volt alkalmas, mivel az endogén, azaz saját DNS tartalmuk nem érte el az 1%-ot **(1. táblázat, 3. táblázat)**. Az 1. sírból a koponya jobboldali halántékcsontjának sziklacsonti része (pars petrosa ossis temporalis) került porításra, GEN156 mintakód alatt. A csontporból Dabney és munkatársai módszerével (Dabney et al. 2013, Rohland et al. 2018) DNS-t izoláltunk, majd Biomek i5 roboton duplaszálú, részleges UDG kezelésnek alávetett DNS könyvtárt készítettünk (Csáky et al. 2020). A GEN156 DNS könyvtár Illumina MiSeq platformon alacsony read-számú szekvenálásra került, majd az endogén DNS tartalom meghatározása után (19,5%) a munkacsoport a mitokondriális DNS-t célzottan vizsgálta *capture* (azaz hibridizációs befogás és dúsítás) módszerrel, ezzel 52,5x átlagos lefedettséget sikerült elérni mitogenom szinten. Később a Twist típusú 1,4 millió egy pontos nukleotid polimorfizmus (SNP) pozíciót megcélzó hibridizációs befogással folytatódott a vizsgálat (Rohland et al. 2022), ami egy költséghatékony teljes genom szintű módszer gyengébb archaikus DNS megtartás esetén. Az eljárást követően a 6G adatmennyiségre újraszekvenált minta már elegendő információ-tartalommal bírt 766 642 SNP megismeréséhez az archeogenetikai kutatásokban általánosan elterjedt 1,24 millió SNP-t tartalmazó panelen. A kapott

szekvenciák tisztaságát ContamMix programmal (Fu et al. 2013) ellenőriztük, a modern DNS-sel szennyezettsége ~1,2%, ami az elfogadott határértéken belül van. Ezek alapján a minta, bár DNS megtartását tekintve a közepes kategóriába tartozik, alapvetően alkalmas a mélyebb szintű populációgenetikai és – korlátozott – fenotípus prediktáló vizsgálatokra. A *PAPline* programcsomag (Gerber et al. 2023) felhasználásával végeztük el a mintához tartozó nyers szekvenátum szűrését, feldolgozását, illetve az alapstatisztikákat úgy, mint endogén DNS tartalom, genetikai nem, szennyezettség elvégzése és a hg19 humán referenciagenomra való illesztése. A fenotípusos vizsgálat a *PAPline* programcsomag *clinvar* eszközével zajlott.

A debreceni Atommagkutató Intézet (ATOMKI) Nemzetközi Radiokarbon AMS Kompetencia és Képzési Központjába hat darab minta került radiokarbon kormeghatározásra, valamint öt darab minta szén- és nitrogén izotópos vizsgálatra **(1. táblázat)**. Első lépésként a csonttörödékből a kollagén frakció kivonását végeztük el, a beszárított anyagból 4 mg került elégetésre, majd a megtisztított CO₂ gázból grafit céltárgy készült, aminek ¹⁴C korát Micadas típusú AMS készülékkel mértük meg (Major et al. 2019, Molnár et al. 2012). A kollagénből további minta került elégetésre egy elem-analizátor segítségével, majd a szén és nitrogén stabilizotóp-arányokat online kapcsolt Thermo Finnigan Delta Plus XP típusú tömegspektrométerrel határoztuk meg. A sírokból nem kerültek elő állatcsontok, így állati eredetű mintákat nem volt lehetőség mérni, ezt figyelembe kellett venni a kiértékelésnél.

Az stroncium- és ólomizotóp-arány mérések az ATOMKI Izotóp Klimatológiai és Környezetkutató Központjában (IKER) történtek. A minta-előkészítést és feltárást Class 1000 tisztatéri laboratóriumban, a méréseket Thermo Scientific Neptune Plus multikollektoros induktív csatolású plazmaionforrású tömegspektrométerrel (MC-ICP-MS) végeztük el. Ezen nagy pontosságú méréseknek (<0,003%) köszönhetően már az igen csekély (negyedik, ötödik tizedesjegyben történő) változásokat is ki lehet mutatni. Az oxigénizotóp-arányt Thermo Finnigan Delta Plus XP típusú tömegspektrométerhez online kapcsolt Thermo FlashSmart elemanalizátor segítségével határoztuk meg.

Archeometriai vizsgálatok

Az 1. sír mellékletei közül 2 db bronz lábtékercs és 1 db sarlós tű felületi textíliamaradványai, kagyló- és csigahéj töredékei, egy tojás alakú kőtárgy, egy kerámiabögre tartalma, a jobb lábszár alatti sötét földrétegből és a sírföldből vett minta került vizsgálatra.

A textilmaradványokat optikai mikroszkóppal vizsgáltuk. A malakológiai vizsgálatok makroszkópos szemrevételezéssel történtek. A tojás alakú kőtárgy esetében roncsolásmentes vizsgálatokkal a lelet szövetét, ásványos összetételét, ásvány-kémiai és teljes kémiai összetételét határoztuk meg. A makroszkópos közettani leírás és a mágneses szuszceptibilitás mérés (MS) segítségével a kőzetanyag típusát azonosítottuk, ami a teljes kőzet kémiai mérés (PGAA) eredményével megerősíthető volt. A SEM-EDS módszerrel a kőzet mikroszkópi léptékű szövetére, illetve a kőzetalkotó ásványok kémiai összetételére kaptunk fontos adatokat. Ezáltal a kőzettípuson belüli pontosabb lehatárolásra és esetleg a nyersanyag forrásterületének meghatározására törekedtünk. A tojás alakú kőtárgy MS mérése Kappameter KT-5 típusú hordozható készülékkel történt. A minta mágnesezhető ásvány tartalmát a konvenciók alapján három sorozatméréssel, míg a végső MS értékeket felület- és vastagságkorrekció alkalmazásával számítottuk ki (Williams-Thorpe et al. 2000; Bradák et al. 2009; Szakmány et al. 2011b). A PGAA mérések a Budapesti Neutron Központ (Energiatudományi Kutatóközpont, EK) berendezésén készültek (Szentmiklósi et al. 2010; 2023). A teljes minta anyagára jellemző fő-, mellék- és részben nyomelem-összetétel meghatározása Révay ajánlása (2009) szerint történt. A szilikát anyagú kőzetfélék esetében a PGAA módszer kiválóan alkalmas a kőzetek tágabb kategóriáinak meghatározására (pl. Szakmány & Kasztovszky 2004; Kasztovszky et al. 2008; Szakmány et al. 2011a; Kasztovszky et al. 2022). Az elektron-mikroszkópos mérések az EK Nanoérzékelők Laboratóriumának Thermo Scientific Scios2 Dual Beam elektronmikroszkópján történtek (a műszer- és mérési paramétereket lásd Szilágyi et al. 2021). A SEM-EDS módszer alapvetően roncsolásos mintavétellel járó módszer. Bendő és munkatársai azonban kifejlesztettek egy roncsolásmentes mintavételi módszert (OS-SEM-EDS), amely során a minták egészében helyezhetők az elektron-mikroszkópba, és így a csiszolt köeszközök eredeti felszíne vizsgálható (Bendő et al. 2013).

A kerámiabögre tartalmának és az 1. sír jobb lábszár alatti sötét földrétegből vett mintának a vizsgálata – optikai mikroszkópos (OM), Fourier-transzformációs infravörös spektroszkópos (FTIR), pásztázó elektronmikroszkópos képalkotó (SEM) és pásztázó elektron-mikroszkóppal kapcsolt energiadiszperzív röntgenspektrométeres (SEM-EDS) módszerekkel – a Nemzeti Szakértői és Kutató Központ Fizikai és Kémiai Szakértői Intézetében történtek. A bögre eredeti és a lábtekercesek alá helyezett anyag vélhetően heterogén anyag-halmazokat tartalmazó maradványainak vizsgálatát sztereomikroszkópos áttekintéssel kezdtük el. A különféle anyagok és anyagmaradványok fajtáinként változó számú és specifikus geometriai (pl.

szálvastagság, szemnagyság, szemcsealak), morfológiai (pl. pigmentáció, rétegződés, közet szövetség) és optikai (pl. szín, kettőstörés, színzónásság) tulajdonsággal rendelkeznek, amelyek mikroszkópos módszerekkel megfigyelhetők és alkalmasak arra, hogy a különféle anyagokat és anyagmaradványokat a vizsgálat szempontjából megkívánt kritériumrendszer alapján egymástól elkülönítsük, esetenként azonosítsuk. A sztereomikroszkópos vizsgálatok Zeiss Stemi 508 sztereomikroszkóppal történtek. A FTIR-spektroszkópia módszerrel az anyagok molekuláris összetételére vonatkozóan kaphatunk információt. A vizsgálatokat Hyperion 2000 infravörös mikroszkóppal csatolt Bruker Vertex 70 FT-IR spektrofotométer rendszerrel végeztük. A minták összetételének azonosítását ez esetben ismert összetételű anyagokról készült infravörös spektrumok segítségével végeztük, melyeket különböző infravörös spektrum adatbázisokból nyertünk (KnowItAll Informatics System 2021, Spectroscopy Edition). A pásztázó elektron-mikroszkópos vizsgálatokat EDAX Octane Elect Super energiadiszperzív röntgenspektrométerrel összekapcsolt FEI Quanta 650 pásztázó elektron-mikroszkóppal, valamint, Tescan VEGA3 pásztázó elektronmikroszkóppal történtek. A pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálatok során másodlagos elektron detektálással (SE) létrehozott, részletgazdag, nagy mélységélességű képeken a minták mikromorfológiai sajátosságait tanulmányoztuk. Az elektronmikroszkópos képen kiválasztott mintarészletek nagy energiájú elektronokkal történt besugárzásának eredményeképpen kilépő röntgensugarak energiaeloszlásának detektálásával a kémiai összetételt határoztuk meg (SEM-EDS).

A talajminták feldolgozása során összesen 87 db zacskó mintát vizsgáltunk meg. A földmintákból a makromaradványokat nedves szitálással nyertük ki, 0,5–1,0–2,0–4,0 mm lyukátmérőjű szitasoron keresztül. Ezt a minta szárítása, majd a szenült makromaradványok kiválogatása követte, amit Carl Zeiss típusú sztereomikroszkóp segítségével végeztük el. A válogatás után a határozás következett, a karpológiai anyaghoz Carl Zeiss típusú sztereomikroszkópot és határozó könyveket (Schermann 1967; Cappers et al. 2012), valamint a tatai Kuny Domokos Múzeum Skoflek István által gyűjtött mag- és termésgyűjteményt referenciaként használtuk fel. A szenült famaradványok vizsgálatához Nikon Eclipse LV100 POL felülvilágító binokuláris mikroszkópot és határozó könyveket (Greguss 1959; Schweingruber 1978; Gencsi & Vancsura 1992; Babos 1994) alkalmaztunk. A mag és a szenült famaradványok határozásánál a faji szintre történő határozásra törekedtünk, de a maradványok kis mérete és töredékes állapota miatt csak nemzetségi, alcsaládi szintig volt ez kivitelezhető. Sok esetben tapasztaltunk újkori

mintaszennyeződést, az elemzéshez csak a szenült maradványokat vettük figyelembe.

A temető leletein eddig végzett vizsgálatok eredményei, következtetések

Csontanyag

Antropológiai vizsgálat

(Gémes Anett, Hajdu Tamás)

A 10 csontvázast temetkezésből feltárt maradványokon végzett embertani vizsgálat során összesen 11 egyén maradványait sikerült azonosítani, elkülöníteni. A 29. sírból egy 5–6 éves gyermek és egy ismeretlen nemű felnőtt egyén maradványai is előkerültek. A vizsgált egyének alapadatait és a maradványok megtartási állapotát az **2. táblázatban** foglaltuk össze.

A vázrendszeret érintő elváltozások közül egy felnőtt férfi (5. sír) esetében gyógyult csontthártyagyulladás nyoma volt megfigyelhető. Ezenkívül a 3. sírből előkerült juvenis korú egyén esetében egy borda felszínén lehetséges mellhártyagyulladásra (pleuritis) utaló újcsontképződést azonosítottunk. A leletanyag rossz megtartása miatt a többi egyén esetében a csontfelszínen manifesztálódó patológiás elváltozások megfigyelésére nem volt lehetőség.

A Sükösd–Árpás-dűlő V. lelőhely 1. sírja egy 20–25 év körüli nő töredékes és hiányos csontvázának maradványait tartalmazta. A jobb *tibia distalis* harmadának *lateralis* felszínén, valamint a bal *tibia*

középső harmadának *medialis* felszínén enyhe, gyógyult *periostitis* nyoma látható, hosszanti barázdált újcsontképződés formájában. A *subperiostealis* újcsontképződés hátterében számos tényező állhat (trauma, fertőzés, tápanyaghiány, tumor), így a szakirodalomban nem-specifikus stressz markerként interpretálják (Waldron 2009; Nikita 2017; Buikstra 2019). *Subperiostealis* újcsont gyakran megtalálható a csontozaton, különösen a tibia *medialis* vagy *distalis* harmadának területén. A *diaphysis medialis* felszínén a leggyakoribb, feltehetően az ismétlődő minor traumák következményeként. A *distalis* harmad szintén frekvenciát területe, ami valószínűleg a *distalis tibia-fibularis* ízület mozgásából eredeztethető (Waldron 2009). Tafonómiai jelenségek közül a régészeti mellékletek elhelyezkedésének megfelelően bronz patina-nyomok láthatók a csontvázrendszer különböző pontjain.

A hamvasztásos temetkezések mindkét esetben (22. és 28. sír) egy egyén embertani maradványait rejtették. A 27. urnasír nem tartalmazott csontokat. A 22. sírből a csontok robusztusságának mértéke, valamint a nyakszirtecsont felszíne alapján egy 20–50 év közötti felnőtt férfi (?) közepes méretű (1–5 cm) csonttöredékei kerültek elő. A töredékek mennyisége 50–100 darab közötti, összsúlya 93 g volt. A 28. sírből a koponya falcsonti vastagsága, valamint a vázcsontok gracilitása alapján egy felnőtt, 20–50 év közötti nő (?) közepes és nagyméretű (5–x cm) csonttöredékei kerültek elő.

2. táblázat: Sükösd–Árpás-dűlő V. lelőhely temetkezéseiből előkerült egyének alapadatai (th= töredékes és hiányos, n=hiányzik)

Table 2.: Individual data of the population of Sükösd–Árpás-dűlő V site (nő=female, férfi=male, th=fragmentary and incomplete, n=absent)

Sírszám /Grave No.	Nem / Sex	Életkor (év) / Age (years)	Koponya /Cranium	Állkapocs / Mandible	Vázcsont / Postcranial skeleton
1. sír	nő	20–25	th	th	th
2. sír	?	15–30	n	n	th
3. sír	?	16–18	th	n	th
5. sír	férfi	35–55	th	n	th
7. sír	?	7–10	n	n	th
8. sír	?	10–12	th	th	th
12. sír	?	17–30	th	n	th
13. sír	nő	20–39	n	th	th
14. sír	nő	30–45	th	n	th
29. sír	?	5–6	th	n	n
29. sír	?	15–?	n	n	th
22. sír	férfi (?)	20–50	th	th	th
28. sír	nő (?)	20–50	th	th	th

3. táblázat: A Sükösd–Árpás-dűlő V. bronzkori temetőből DNS vizsgálatra vett minták eredményei.**Table 3.:** The results of DNA sampling from the Bronze Age cemetery of Sükösd–Árpás-dűlő V

Minta/ Lab ID	Sírszám / Grave No.	Minta típusa / Sample type	Izolált csontpor / Bone powder	Endogén DNS tartalom (%) / Endogenous DNA content in %
GEN156	1. szelvény 1. sír	pars petrosa	49 mg	19,5
GEN157	2. sír	molar 47	49 mg	0,072
GEN158	3. sír	pars petrosa	52 mg	0,022
GEN159	5. sír	pars petrosa	52 mg	0,118
GEN160	8. sír	pars petrosa	52 mg	0,022
GEN161	12. sír	molar 37	49 mg	0,008
GEN162	13. sír	molar 47	50 mg	0,017
GEN163	14. sír	pars petrosa	52 mg	0,092

A csonttöredékek mennyisége meghaladja a 100 darabot, össztömege pedig 696 g (84 g a koponya csontjainak és 612 g a vázcsontok össztömege). A maradványok mindkét sír esetében tartalmazták a koponya és a *postcranialis* váz részeit is. Azaz a szertartást végzők alapvetően törekedtek arra, hogy a hamvasztást követően a máglyáról a test minden részéből begyűjtsék a maradványokat. A csontok kiégetettsége tökéletes, színük krétafehér, mely hosszan tartó, magas (~800°C) hőfokon történő égetésre utal. A koponya és a *postcranialis* maradványok színe, illetve kiégetettsége között nem volt megfigyelhető eltérés, azaz a máglya hőfoka egységesen érte a test különböző részeit. A kalcinált töredékeken a repedések, törések lefutásának iránya mindkét esetben arra utal, hogy a hamvasztás nem sokkal az egyén halála után történt, amikor még a csontokat több-kevesebb víztartalommal bíró lágy szövetek fedhették. Állatcsont, faszén maradvány nem került elő a kalcinált töredékek közül. A kis esetszám, az eltemetett hamvak mennyisége, illetve a hamvasztásos rítusból adódó csekély demográfiai adat miatt az eredményekből demográfiai elemzést nem végeztünk.

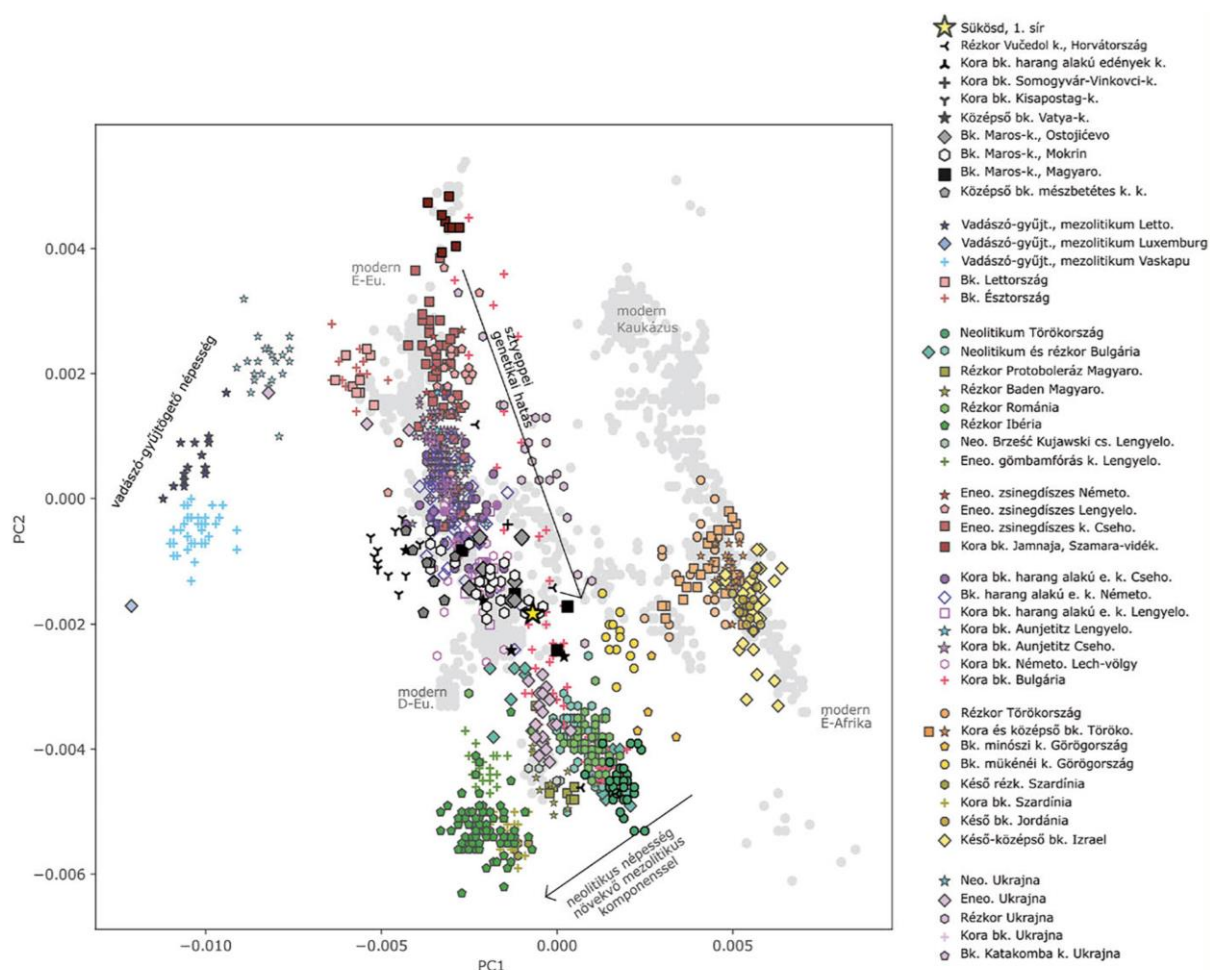
Archeogenetikai feldolgozás

(Heltai Botond, Gerber Dániel, Szécsényi-Nagy Anna)

Genetikai elemzést az 1. sír egyénén végeztünk, valamint a lelőhelyről további hét darab mintát vizsgált az Archeogenomikai Intézet (**3. táblázat**), melyből négy darab minta típusa sziklacsont (*pars petrosa*), három minta pedig fog volt. Ez utóbbiakból értékelhető információ nem volt

kinyerhető. A nemi X–Y kromoszómákon leolvasott szekvenciák arányait figyelembe véve az 1. sírba temetett egyén genetikai neme nő. A 20–25 éves nő kinézetét sötét és világosabb pigmentációra utaló allélok is alakították. Haja feltehetően egyenes és sötétebb barna vagy vörösesbarna árnyalatú volt, bőre kreolosabb tónusú lehetett, szemei sötétek, barnák vagy barnás zöldek voltak. Ez a fenotípus összhangban van a térség archaikus népcsoportjait célzó korábbi vizsgálatok eredményeivel (Lazaridis et al. 2022), illetve genetikai örökségével (lásd lentebb). Bár a rossz DNS megtartás miatt messzemenő következtetések nem vonhatóak le, a klinikailag szignifikáns variánsok eddigi vizsgálata alapján nem találtunk örökletes betegségekre utaló SNP-eket vagy kromoszóma-rendellenességeket, ugyanakkor hordozott diabéteszre hajlamosító allélokat igen az rs12255372, rs41295061, rs11196205 lókuszokon.

Anyai vonala a W haplocsoportba, azon belül egy ritka alcsoportba, a W1h típusba tartozik (kiindulási read-szám 21938016; endogén tartalom 58,2%; átlagos genomi lefedettség 0,15x; szennyeződés 1,2%), mely 14000–10500 évvel ezelőtt alakulhatott ki (95% konfidencia intervallum az Yfull adatbázis alapján). Míg a tágabb W1 mitokondriális leszármazási csoport ismert a közép-európai kora bronzkori Aunjetitz-kultúra (Kr. e. 2100–1600 között a mai Németország, Csehország, Lengyelország és Szlovákia térségében elterjedt, és a Kárpát-medence középső bronzkorával egyidős) környezetéből (Papac et al. 2021) és az alföldi rézkorból is (Lazaridis et al. 2022), a W1h típus pontos megfelelőjére nincs még példa az őskorból.



6. ábra: Főkomponens elemzés (PCA), mely közel 560 000 egy pontos nukleotid polimorfizmus (SNP) alléljainak osztozása alapján készült smartpca program használatával. Az ábra a jelentősebb, genetikailag jellemzett őskori csoportokat mutatja be az Európa és környezete területeiről eddig publikált adatok alapján (AADR adatbázis: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37066305/>) Sükösd-Árpás-dűlő V. lelőhely 1. sírjának helyzetével. A halvány szürke körök az ábra háttérében modern referencia-genomokat jelenítenek meg Európa, a Kaukázus és Észak-Afrika térségéből.

Fig. 6.: Principal component analysis (PCA), which was based on the allele frequency of nearly 560,000 single nucleotide polymorphisms (SNP) using the smartpca program. The figure shows the most important, genetically characterized prehistoric groups based on the data published so far from the areas of Europe and its surroundings (AADR database: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37066305/>), in relation to Sükösd-Árpás-dűlő V grave No. 1. The light grey circles in the background of the figure present modern reference genomes from Europe, the Caucasus and North Africa.

A napjainkban is ritka W1h mitokondriális alcsoport képviselői Ukrajna, Olaszország és Izrael területéről ismertek (<https://www.yfull.com/mtree/W/>), ezek alapján ez az anyai vonal őshonos volt a tágabb értelemben vett térségben. Mivel a W1h anyai vonal csupán a tárgyalt sírba temetett nő egyetlen ősanyjáról nyújt információt, a belőle levonható egyedi következtetések erősen korlátozottak.

A továbbiakban bemutatjuk az eltemetett nő teljes genomi (sejtmagi DNS-ből kinyert) adatait a környező ismert archaikus genetikai eredmények tükrében: ezen adatok számos őséről együttesen

beszélnek, így a mitokondriális DNS-nél sokkal pontosabb jellemzés készülhet jó megtartás esetén. Az 1. sírba temetett nő genomját ~560 ezer, ún. neutrális (azaz evolúciós szelekció alatt nem álló) SNP alapján főkomponens analízis (PCA) segítségével helyeztük el a „genetikai térben” (6. ábra). Ezek a testi kromoszómákról (autoszómák) gyűjtött SNP-k a genetikai eredetet feltáró információval bírnak és az eurázsiai környezetben 2014 óta használatosak a régészeti genetikában (Lazaridis et al. 2014). A főkomponens elemzés során egy modern nyugat-eurázsiai referencia-adatbázist alkalmaztunk (*Human Origin Panel*), mely a

számítások alapját képezi. Erre vetíti rá a smartpca program (Patterson et al. 2017) az archaikus genomokat, amelyek földrajzi és időbeli csoportosulásokat mutatnak.

Az ábrázolás standard módszerekkel készült (Haak et al. 2015), mely az eredményeket jól összevethetővé teszi korábban közölt adatokkal (Mathieson et al. 2018; Olalde et al. 2018; Gerber et al. 2023).

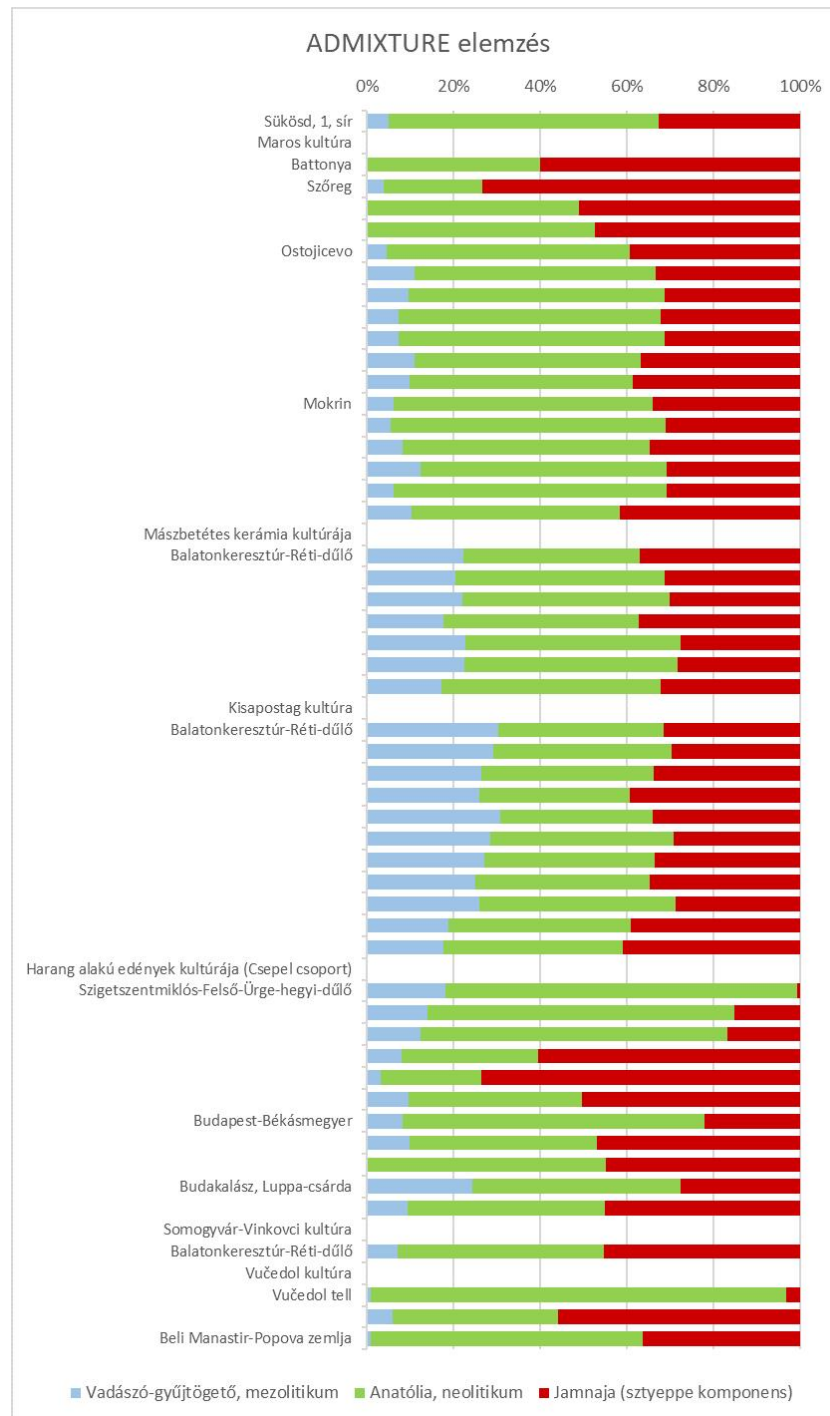
Az újkőkori előtti őslakos paleolitikus és mezolitikus népesség minden ma élő európaival igen eltérő genetikai állománnyal bírt a kontinensen, melyet a kék színnel jelölt minták szóródása jelenít meg a PCA ábrán. Az ő gradienstük NY–K-i tengelyt ad, a keletebbre élt csoportokat a felső, pozitív tartományban elhelyezve. Ez a vadászó-gyűjtőgenetikai örökség Ukrajna területén nem csak a mezolitikus, hanem az újkőkori népességekre is jellemző volt és a Baltikumban egészen a bronzkorig dominált (Mathieson et al. 2018). Genetikai adatok alapján ma már tudjuk, hogy az első földművesek Anatólia területéről érkeztek Európába; ők az ábra alsó tartományában alkotnak egy nagyobb zöldes halmazt, PC1 mentén szóródva a vadászó-gyűjtőgéttel való keveredésük mértékében (Mathieson et al. 2015). Ez a trend Nyugat-Európa és Észak-Európa felé erősödik, ami az ott élt földművesek genetikai képének a vadászó-gyűjtőgétek felé történő eltolódásával jár. A Kr. e. 3. évezredben, a Jamnaja- és a zsinégdiszes kultúrák időszakában Európát elérte kelet-európai, sztyeppei harmadik fő genetikai komponens a PC2 mentén látható az ábra felső tartománya felől (barna színnel). A rézkor végén, bronzkor elején meginduló fokozatos keveredéssel alakult ki a bronzkori népességek és a mai európaiak képe is a PCA ábra középső tartományában (Haak et al. 2015; Olalde et al. 2018). Maga a keveredés jól nyomon követhető, megnézve a Vučedol és a harang alakú edények kultúrájához köthető személyek genomjainak óriási változatosságát (6. és 7. ábra). Ez volt az az időszak, amikor a helyi rézkorra visszavezethető és a sztyeppe felől érkező genetikai vonalak elkezdtek egybeolvadni a térségben. Bizonyos területeket a sztyeppei népek hatása kevésbé érintett, ilyen volt a Dél-Alföld és Észak-Szerbia térsége is a Maros-kultúra idején (Kr. e. 2300–1600). Ugyanakkor a Dunántúlon egy jelentős keleti vadászó-gyűjtőgenetikai örökséggel bíró népcsoport települt meg Kr. e. 2100 táján (Kisapostag-kultúra, Gerber et al. 2023).

A 7. ábrán megtekinthető ADMIXTURE elemzés három, rögzített eredet-populáció komponenseivel

modellezi a Kárpát-medencéből eddig ismert kora és középső bronzkori publikált, összehasonlító genomokat (Allentoft et al. 2015; Mathieson et al. 2018; Olalde et al. 2018; Žegarac et al. 2021; Lazaridis et al. 2022; Patterson et al. 2022; Gerber et al. 2023). A modell alapját korábbi tanulmányok megállapításai adják, melyek szerint a kora bronzkori Kelet-Közép-Európa népességeit ezen három népesség-forrásból származó genetikai komponensek határozták meg (Haak et al. 2015).

Populációgenetikai szempontból a sükösdői 1. sírba temetett, a késő bronzkor elején élt nő sejtmagi DNS-ének eredet-komponensei a korszakban általánosan megfigyelhető elemeket tartalmazzák: az újkőkori Kárpát-medencébe érkezett földművesek génállományára visszavezethető komponensek mintegy 62%-ot, a paleolitikum óta Európában nyomon követhető elemek pedig minimum ~5%-ot tettek ki (6. ábra). A maradék ~33% a rézkor végén Európába érkező sztyeppei népek örökségével (a Jamnaja- és zsinégdiszes kultúra népességeivel) hozható összefüggésbe. Az egyes sír elhunytja ezzel a mérsékelt sztyeppei komponenssel beleillik a Dél-Alföld és Észak-Szerbia térségében, a Maros-kultúra területén a kora és középső bronzkorban élt, leginkább Mokrin és Ostojićevo (Tiszaszentmiklós, Szerbia) lelőhelyekről származó DNS mintákkal jellemzett közösségekbe (Žegarac et al. 2021; Lazaridis et al. 2022; Patterson et al. 2022). A Dunántúlról ismert mészbetétes kerámia kultúrája népessége ebben az időszakban magasabb vadászó-gyűjtőgenetikai komponensekkel bírt, amit az azt megelőző Kisapostag-kultúra népességétől örökölt (Gerber et al. 2023). A Kisapostag-kultúrához köthető vadászó-gyűjtőgenetikai örökség a jelen ADMIXTURE elemzésben 30% alatt marad, mely azzal magyarázható, hogy a Jamnaja sztyeppei komponens kettős eredője is vadászó-gyűjtőgétekre vezethető vissza: a kelet-európai és a kaukázusi populációkra (Lazaridis et al. 2022). A közép-, észak- és kelet-európai vadászó-gyűjtőgenetikai népségek pedig folyamatos genetikai átmenetet képeztek élőhelyüknek megfelelően. Így tehát a Jamnaja-kultúra és a Kárpátoktól keletre élt kelet-európai vadászó gyűjtőgétek génállománya egyelőre csupán pontatlanul választható szét.

A sükösdői 1. sír feltárása során előkerült nő a halomsíros kultúrába sorolható első személy a térségben, akiről átfogó genetikai jellemzés készült, így más összehasonlító adat ebből a horizontból még nem áll rendelkezésre.



7. ábra: *Supervised* (felügyelt) ADMIXTURE elemzés ($K=3$), amely három előre definiált eredet-komponens, a közép-európai mezolitikus vadászó-gyűjtőgető, a Szamara vidékről adatolt (Oroszország, Dél-Urál régió) Jamnaja-kultúra népessége és az Anatóliában élt újkőkori népesség genetikai örökségének arányát mutatja a Kárpát-medence kora és középső bronzkorában. A felhasznált referencia minták a következő tanulmányokból származnak: Allentoft et al. 2015; Mathieson et al. 2018; Olalde et al. 2018; Žegarac et al. 2021; Lazaridis et al. 2022; Patterson et al. 2022; Gerber et al. 2023.

Fig. 7.: *Supervised* ADMIXTURE analysis ($K=3$) for the Early to Middle Bronze Age Carpathian basin, consisting of three predefined origin components, the Central European Mesolithic hunter-gatherer, the population of the Jamnaya culture recorded from the Samara region (Russia, South Ural region) and the Neolithic population living in Anatolia. The reference samples used come from the following studies: Allentoft et al. 2015; Mathieson et al. 2018; Olalde et al. 2018; Žegarac et al. 2021; Lazaridis et al. 2022; Patterson et al. 2022; Gerber et al. 2023.

Izotóp vizsgálatok

Szén- és nitrogénizotóp-összetétel

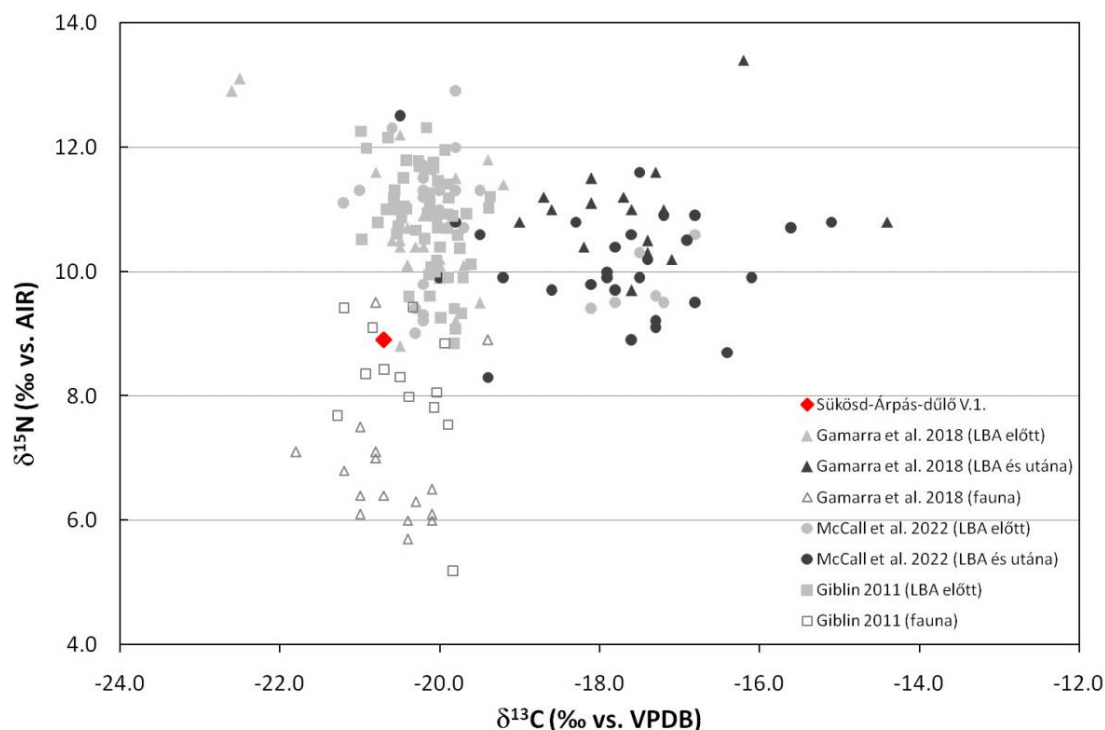
(Major István)

A csontszövet szerves kollagén frakcióját felépítő szén és nitrogén elemek stabilizotóp-arányainak ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$) változásait egyre szélesebb körben vizsgálják, mégpedig az egyén táplálkozására vonatkozó általános következtetések miatt. A kollagén szénének vizsgálatából ($\delta^{13}\text{C}$ értékben kifejezve) általában az elfogyasztott növény C3-as, C4-es, vagy CAM típusú fotoszintetikus szén megkötési módjára, esetenként a vízi eredetű táplálék jellegére lehet következtetni. A Kárpát-medencében évezredek óta uralkodó mérsékelt, kontinentális éghajlat a C3-as növények evolúciójának kedvezett, de a történeti népességmozgások következtében a száraz, meleg, szubtrópusi éghajlathoz alkalmazkodó C4-es típusú növények, úgymint a köles, a cirok vagy a kukorica is előbb-utóbb megjelentek. A nitrogén stabilizotóp-arány ($\delta^{15}\text{N}$ értékben kifejezve) a táplálékláncban elfoglalt szintről, illetve szintén a vízi eredetű táplálék hatásáról tanúskodik. Értékét rendkívül sok környezeti (talajfejltség, felvehető nitrogéntartalmú anyagok, talajnedvesség, stb.) és fiziológiai (különböző stressz faktorok, éhezés, szomjazás stb.) tényező befolyásolhatja, amiket a

táplálkozás rekonstrukció esetén figyelembe kell venni.

Bár öt darab minta (1., 3., 5., 8. sír) került kiválasztásra (**1. táblázat**), de négy darab minta nem tartalmazott elegendő kollagént, így csak az 1. sírből vett minta szolgáltatott információt ezekhez a vizsgálatokhoz.

A süködsi 1. sír csontmaradványaiból származó kollagén atomi C/N aránya 3,1, ami megfelel a szakirodalomban elfogadottnak (Ambrose 1986), $\delta^{13}\text{C}$ és $\delta^{15}\text{N}$ értékei pedig rendre -20,7‰-nek és 8,9‰-nek adódott. Mivel a stabilizotópos vizsgálatok csupán egy mintára terjedtek ki, ezért komolyabb statisztikai elemzéseket nem lehetett végezni; bár az értelmezés miatt feltűntettük még a Magyarország területén korábban mért, kora neolitikumtól egészen a vaskorig terjedő minták hasonló értékeit is (**8. ábra**). Az eddigi publikációkból látszik, hogy a szén izotóp szempontjából a középső és késő bronzkor határán egyértelmű változás történt, ugyanis ekkora tehető a köles, mint C4 fotoszintetikus utat követő növény megjelenése a Kárpát-medencében (Filipović et al. 2020). Mivel a köles $\delta^{13}\text{C}$ értéke 12–14‰ körül van fajtától függően, ezért a fogyasztók -18‰-nél nagyobb $\delta^{13}\text{C}$ értéke valamilyen C4 típusú növény (ebben az időszakban tipikusan köles) fogyasztására utal (Gamarra et al. 2018; McCall et al. 2022).



8. ábra: A Sükösd-Árpás-dűlő V. 1. sír $\delta^{13}\text{C}$ és $\delta^{15}\text{N}$ értékei összehasonlítva a Magyarország területéről ismert kora neolitikumi-vaskori adatokkal (Giblin 2011; Gamarra et al. 2018; McCall et al. 2022).

Fig. 8.: $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ values of Sükösd-Árpás-dűlő V grave No. 1 in comparison with published data on Early Neolithic to Iron Age samples from Hungary (Giblin 2011; Gamarra et al. 2018; McCall et al. 2022).

A korábbi régészeti kutatások a köles megjelenését a Kárpát-medencében még a neolitikum időszakára helyezték, de a feltárásokon talált kölesszemek közvetlen datálása mindig késő bronzkori időszakot adott, bizonyítva ezzel a rétegek közötti keveredés fennállását (Gyulai 2010; Filatova 2022). A rézkorban, illetve a kora és középső bronzkorban élt egyének szénizotópos értékei is azt mutatják, hogy még nem számolhatunk a köles $\delta^{13}\text{C}$ értéket befolyásoló hatásával (Giblin 2011). A **8. ábrán** bemutatott késő bronzkor előtti időszakra vonatkozó $\delta^{13}\text{C}$ értékek tartománya -22,6‰-tól és -16,8‰-ig tart. A sükösd -20,7‰-es érték a tartomány alsó határához közel helyezkedik el. Vagyis, bár régészetiileg a lelet a középső és késő bronzkor átmeneti időszakához tartozik, a $\delta^{13}\text{C}$ értéke egyértelműen a középső bronzkori, és az azt megelőző időszakok táplálkozási szokásait tükrözi a köles fogyasztásának minimális lehetőségével és a C3-as növényekkel való domináns táplálkozással. Elmondható, hogy a sükösd $\delta^{15}\text{N}$ érték is inkább az összegyűjtött adatok tartományának az alsó szakaszában helyezkedik el. Ennek értelmezésénél az állati minták hiánya miatt csupán irodalmi adatokra hagyatkozhatunk. A tápláléklánc alját jelentő növények értékei a legkisebbek, majd 3–5‰ dúsulást feltételezve, az emberek általában a 7–13‰-es tartományba esnek (DeNiro & Epstein 1978). Ez a táplálkozásuktól függ, a tartomány alsó része a növényi fehérje fogyasztásának túlsúlyát jelenti, a közepe a kiegyenlített táplálkozásra, míg a felső harmada inkább a hús eredetű fehérje túlsúlyára utal. Ha a Gamarra és munkatársai (2018) cikkében megjelent fauna adatokat, illetve azoknak az emberekhez való viszonyát vesszük alapul, akkor is maximum a vegyes táplálkozást, esetleg több növényi táplálék fogyasztását tételezhetjük fel. A Julia Giblin (2011) munkájában található adatokat figyelembe véve viszont egyértelműen növényi fehérje alapú táplálkozás rajzolódik ki, az állati fehérje szinte teljes mértékű mellőzésével egyetemben. A szén, illetve nitrogén stabilizotóp-eredményeket, valamint a nitrogénre vonatkozó két elképzelést összegezve elmondható, hogy a sükösd női egyén kevesebb állati fehérjét fogyasztott, étrendjének nagy részét növényi, azon belül is a C3-as eredetű táplálék tette ki.

Fogzománc stroncium-, ólom- és oxigénizotóp-összetétele

(Horváth Anikó)

A természetben a stronciumnak négy természetes izotópja fordul elő, a ^{88}Sr , ^{87}Sr , ^{86}Sr és ^{84}Sr , természetes gyakoriságuk rendre a következő 82,53%, 7,04%, 9,87% és 0,56%. A $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ izotóparány egyaránt lehet indikátora a kőzetek korának és geokémiai eredetének is. Alapközet típustól függően a $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ izotóparány 0,705–0,730 közötti tartományba esik a Kárpát-

medencében (Depaermentier et al. 2020, 2021). A stroncium és a rubídium ugyan a nyomelemek közé tartoznak, de viszonylag gyakoriak a kőzetekben és a talajalkotó ásványokban (helyettesíteni tudják a kalciumot és a káliumot). A biológiai ciklusba belépve, a stroncium-izotóp-összetétel nem csak a növényekben őrződik meg, hanem azon élő szervezetekben is, melyek ezeket fogyasztják. A vázszövetekben a kalcium helyére beépülve, mintegy egyedi ujjlenyomatként, a fogakban és csontokban, lehetővé teszi a népességmozgások rekonstruálását, valamint különbséget tehetünk helyi és nem helyi születésű egyének között. Ugyanakkor a helyszíntől függetlenül a hasonló kőzeteknek hasonló lesz a $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ izotóp-összetétele, így a vizsgálat egy adott helyszín azonosítására kevésbé alkalmas.

A stroncium- mellett az ólomizotóp-aránya is felhasználható a földrajzi eredet meghatározásában. Egy terület ólomizotóp-aránya a kőzetek kezdeti U, Th koncentrációjának és keletkezési korának a függvénye. Különböző területek között jelentős különbségek léphetnek fel ólomizotóp-arányukat tekintve, így az ólomizotóp-arány alkalmas lehet a származási hely meghatározására is.

A Sükösd–Árpás-dűlő V. késő bronzkori 1. sírból egy női egyén fogzománcát vizsgáltuk oxigén- ($\delta^{18}\text{O}_{\text{foszfát}}$), ólom- ($^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$; $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$; $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$; $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$) és stroncium- ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) izotóp-összetételét tekintve. A kapott eredményeket a **4. táblázat** tartalmazza. A Sükösd–Árpás-dűlő V. 3., 5., 8., 13. és 28. késő bronzkori sírból négy fog és egy égett csont mintát vizsgáltunk stroncium- ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) izotóp-összetétele szerint. A vizsgálati eredményeket az **5. táblázat** tartalmazza.

4. táblázat: Sükösd–Árpás-dűlő V. lelőhely 1. sírjából származó nő fogzománcának izotópos elemzési eredményei

Table 4.: Results of the isotopic analysis of the tooth enamel from the Sükösd–Árpás-dűlő V grave No. 1

Izotóparány / Isotopic ratio	Sükösd–Árpás dűlő V. 1. sír (fogzománc / tooth enamel)
$\delta^{18}\text{O}_{\text{foszfát}}$	14,7 ± 0,3‰
$\delta^{18}\text{O}_{\text{víz}}$	-12,98 ± 1,9‰*
$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	38,91027 ± 0,00063
$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2,07325 ± 0,00042
$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	0,83462 ± 0,00001
$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	18,76772 ± 0,00384
$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	0,709433 ± 0,000027

*az átszámoláshoz a következő összefüggést használtuk fel:

$\delta^{18}\text{O}_{\text{víz}} = 1.54(\pm 0.09) \times \delta^{18}\text{O}_{\text{foszfát}} - 33.72(\pm 1.51)$
($R^2 = 0.87$; $p[\text{H}; R^2 = 0] = 2 \times 10^{-19}$) Daux et al. 2008

A $\delta^{18}\text{O}_{\text{foszfát}}$ értékét átszámoljuk $\delta^{18}\text{O}_{\text{víz}}$ értékre, mely a helyi ivóvíz értéket adja meg. Ezt összehasonlítva a Gerling által számított értékekkel (Gerling et al. 2015), melyek -9,15– -7,15‰ közé esnek, azt kapjuk, hogy a sükösd-i nő $\delta^{18}\text{O}_{\text{víz}}$ értéke a lokális szignál felé esik.

Az ólomizotóp-arány mérés eredményeit nem tudjuk mihez viszonyítani, mivel hasonló méréseket még régészeti fog mintákon nem végeztek Magyarországon. A vizsgált fogzománc 22 ng/g ólmot tartalmaz, izotóparányait a **4. táblázat** ismerteti.

A Sükösd–Árpás-dűlő V.1. késő bronzkori sírból származó nő stroncium- és oxigénizotóp-arány eredményeit a közeli (60 km-re fekvő) tompai feltárásból származó bronzkori ló fog- és csontanyagával (Bozi & Szabó 2022), mint háttér-mintával vetettük össze. A **9. ábrából** jól látszik, hogy a sükösd-i nő stroncium- és oxigénizotóp-összetétele közel áll a tompai leletanyag izotóp-összetételéhez, így helyinek mondható.

A Sükösd–Árpás-dűlő V. 3., 5., 8., 13. és 28. sírjából származó egyének négy fogzománc és

egy égett csont (*pars petrosa*) mintájának $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ izotópos eredményeit az **5. táblázat** és a **10. ábra** szemlélteti, utóbbin a tompai háttér és Sükösd–Árpás-dűlő V. 1. sírjából származó nő $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ vizsgálati eredményei is szerepelnek.

5. táblázat: Sükösd–Árpás-dűlő V. lelőhely 3., 5., 8., 13. és 28. sírjaiból származó egyének négy fogzománc és egy égett csont (*pars petrosa*) mintájának $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ izotópos elemzési eredményei

Table 5.: Results of $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ isotopic analysis of four tooth enamels and one burned bone (*pars petrosa*) of individuals from Sükösd–Árpás-dűlő V graves No. 3, 5, 8, 13 and 28.

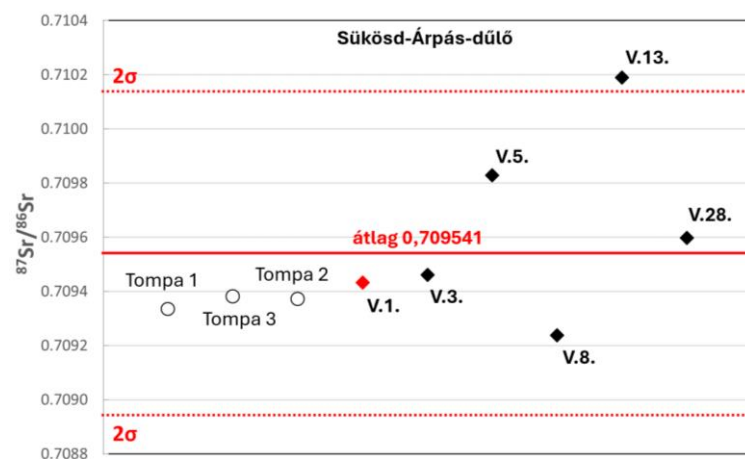
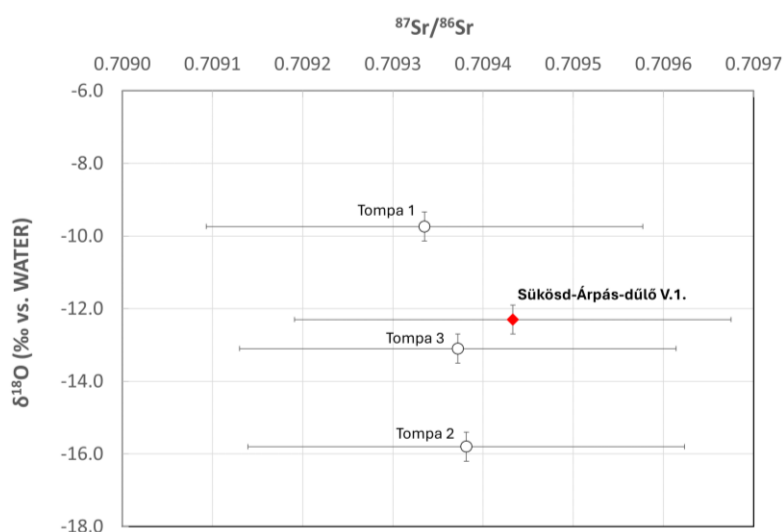
Sírszám / Grave No.	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	$\pm 1\sigma$
3. sír (fog)	0,709461	0,000017
5. sír (fog)	0,709828	0,000018
8. sír (fog)	0,709238	0,000017
13. sír (fog)	0,710190	0,000018
28. sír (égett csont, pars petrosa)	0,709598	0,000017

9. ábra:

Sükösd–Árpás-dűlő V. 1. sírből származó nő fogzománca és Tompa lh.-ről származó bronzkori ló fog- és csontanyag stroncium- és oxigénizotóp-arányának összehasonlítása (Bozi & Szabó 2022 alapján)

Fig. 9.:

Comparison of strontium and oxygen isotope ratios measured on human tooth from grave No. 1 at Sükösd–Árpás-dűlő V and on horse tooth and bone at Tompa archaeological site (Bozi & Szabó 2022).



10. ábra:

Sükösd–Árpás-dűlő V. 1., 3., 5., 8., 13. és 28. sírok egyéneinek fog- és csontmintáiból, illetve Tompa lh. ló fog- és csontanyagából (Bozi & Szabó 2022) mért $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ izotóparányok összehasonlítása.

Fig. 10.:

Comparison of $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ isotope ratios measured on individuals from graves No. 1, 3, 5, 8, 13 and 28 of Sükösd–Árpás-dűlő V with the background samples (horse tooth and bone) from Tompa (Bozi & Szabó 2022)

6. táblázat: Leíró statisztika a kiugró $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ eredmények kimutatására Sükösd–Árpás-dűlő V. lelőhely sírjai és a tompai összehasonlító minták esetében (Bozi & Szabó 2022 alapján)

Table 6.: Descriptive statistics to show outlier $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ results on graves from Sükösd–Árpás-dűlő V site and the comparative samples from Tompa (Bozi & Szabó 2022)

Minta/ Lab ID	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Z érték / Z value	Szignifikáns kiugrás / Significant outlier
Tompa1	0,709369	0,58166026	
Tompa2	0,709381	0,54110551	
Tompa3	0,709372	0,57152158	
Sükösd–Árpás-dűlő V., 1. sír	0,709433	0,36536826	
Sükösd–Árpás-dűlő V., 3. sír	0,709461	0,27074051	
Sükösd–Árpás-dűlő V., 5. sír	0,709828	0,96955894	
Sükösd–Árpás-dűlő V., 8. sír	0,709238	1,02438296	
Sükösd–Árpás-dűlő V., 13. sír	0,710190	2,19296058	Legtávolabb esik a többitől, de nem jelentősen kiugró adat ($P > 0.05$).
Sükösd–Árpás-dűlő V., 28. sír	0,709598	0,19225956	

Kritériumok: Átlag: 0,70954111 / SD: 0,0002959 / Mintaszám: 9 / Detektált kiugró érték: nincs / Szignifikancia szint: 0,05 / Kritikus Z érték: 2,2150045583

Grubbs-tesztet futtatva végig a $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ eredményeken (**6. táblázat**) megerősítést nyer, hogy a Sükösd–Árpás-dűlő V. 1., 3., 5., 8., 13. és 28. sírjából származó egyének helyi születésűek lehettek. A 13. sírből származó egyénnél figyelhető meg enyhe eltérés, de nem képvisel jelentősen kiugró értéket (Z érték).

Radiokarbon kormeghatározás

(Major István)

Kormeghatározás céljából hat darab mintát (1., 3., 5., 8., 13., 28. sírokból) vizsgáltunk (**1. táblázat**), amiből négy darab az ismételt mintavétel ellenére

sikertelen lett, mivel a kinyert kollagén tartalom 1% alatt volt, ami alkalmatlan volt további elemzésre. A két sikeres vizsgálat eredménye a **7. táblázatban** látható.

A 1. sírből származó csont kalibrált kora Kr. e. 1540 és 1430, míg a 28. sírből előkerült hamu kora Kr. e. 1420 és 1120 közé tehető. A megadott eredményeket -25‰-es $\delta^{13}\text{C}$ értékre korrigáltuk, ahol figyelembe vettük az ismeretlen mintára mért $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ izotóp frakcionációt ezrelékes egységben (‰). A $\delta^{13}\text{C}$ érték a legtöbb szerves anyag esetében -25‰.

7. táblázat: Az AMS radiokarbon vizsgálatok mérési eredményei Sükösd–Árpás-dűlő V. vizsgált sírjaira.

Table 7.: Results of AMS radiocarbon measurements on examined graves from Sükösd–Árpás-dűlő V site.

AMS ^{14}C mérés kód / Lab ID	HEKAL minta kód / HEKAL ID	Sírszám / Grave No.	Minta típusa / Sample type	Konvencionális ^{14}C kor / Conventional ^{14}C age (év/year BP) ($\pm 1\sigma$)	Kalibrált naptári kor / Calibrated calendar age (kal AD/BC) (2σ)
DeA-33514	I/2871/17	1. sír (pót fogminta)*	fog	3234 ± 26	BC 1540 – 1430
DeA-42306	I/3406/5	28. sír	hamvasztott csont	$3031 \pm 52^{**}$	BC 1420 – 1120

*: Első preparálásra nagyon kicsi kollagén tartalom, rossz minőséggel. További, ismételt kémiai kezelés után már megfelelő mennyiségű és minőségű kollagént sikerült kinyeri egy fog pótmintából.

**Mivel a hamu nem tipikus minta ^{14}C mérésre, ezért ezen minta mérési hibája kétszeresre lett növelve.

A radiokarbon kor „before present” év egységeken van megadva, ahol viszonyításként az ~1950-re vonatkozó természetes szintet veszik alapul. Ezt nevezik konvencionális radiokarbon kornak. Kalibrált naptári kor meghatározásához a kapott konvencionális radiokarbon kor eredményeket hasonlítják össze ismert korú faévgűrűk mérése alapján meghatározott kalibrációs adatokkal. Az adatok kalibrálását a Calib 8.1.0 (<http://calib.org/calib/>) program és az IntCal2020 északi félgömb radiokarbon kalibrációs görbéje (Reimer et al. 2020) segítségével végeztük el.

A 1. sírból származó fogminta kalibrált kora (Kr. e. 15. század) a halomsíros kultúrához köthető. A 28. sírből előkerült hamvasztott csontminta kalibrált kora a hamvasztásos sírt a csontváznál későbbi időszakra keltezi.

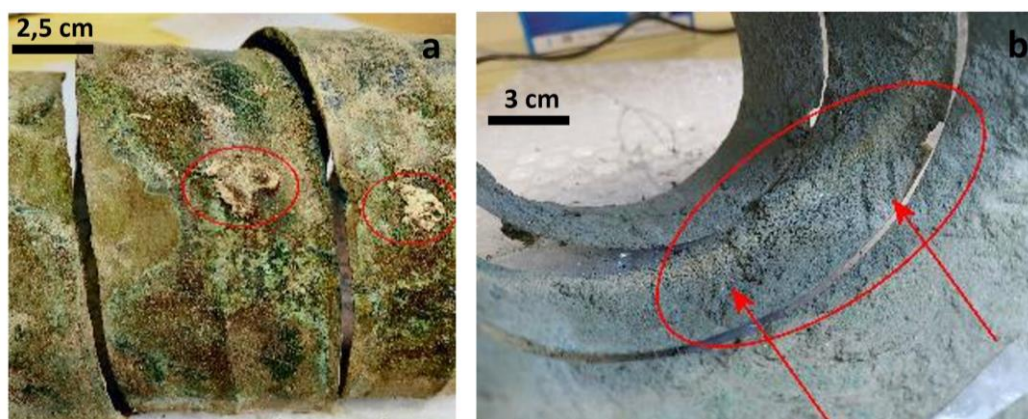
Textil lenyomatok vizsgálata

(Sipos Enikő)

Az 1. sír bronz lábtekerceit azért vizsgáltuk, hogy a feltűnően gazdag ékszerekkel együtt esetleg az itt eltemetett nő viselete is rekonstruálható legyen. Ennek érdekében szerves anyagok jelenlétének kimutatására törekedtünk. A minták vizsgálata során néhány igen apró, (5–10 mm-es) textiltöredéket (**11-12/a–c ábra**) és néhány 0,5–1 cm hosszúságú bél vagy bőr fonalfoszlányt (**12/d–h ábra**) sikerült kimutatni. A fémtárgyak környezetében a fém korróziótermékébe beágyazódva, ún. pseudomorf állapotban, a textil lenyomata általában megmarad. Megmaradásukat elősegíti, hogy a fémsók, az ezüst, a réz vagy ezek ötvöző anyagainak korróziótermékei bizonyos mértékig konzerváló hatásúak, mivel a mikro-organizmusok számára mérgezők. Ugyanakkor elősegítik a cellulóz és a fehérje hidrolízisét és oxidációját, ezáltal a textilek lebomlását (Janaway 1985, 30). A tapasztalat azt mutatja, hogy a

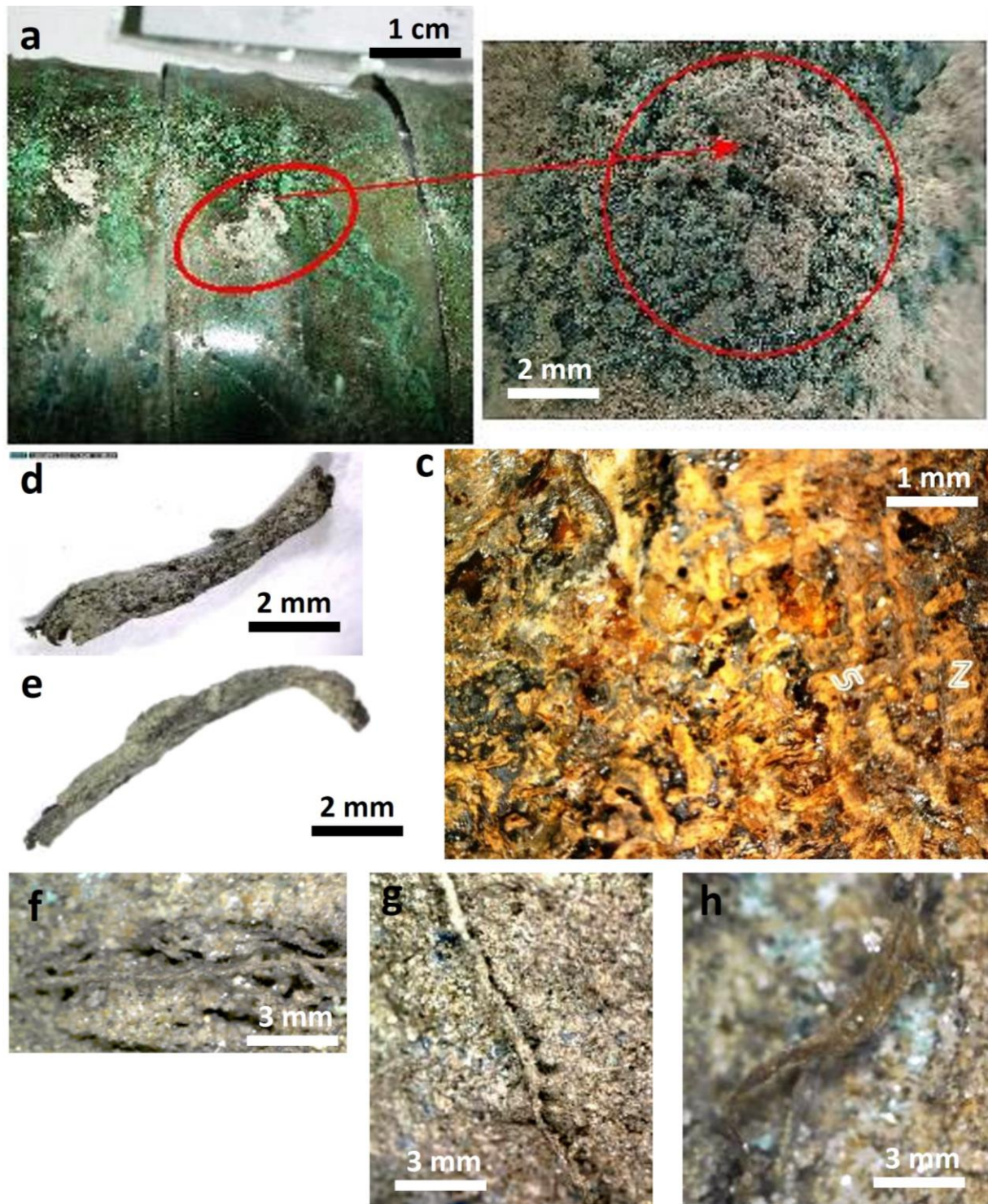
régészeti ásatásokon előkerülő textilek többnyire csak igen speciális körülmények között maradnak meg. A mérsékelt éghajlatú Európában a szerves anyagok (fa, bőr, fő vagy gyapjú, azaz mindenféle étel vagy ruházat) hamar bomlani kezdenek, amint a földbe kerülnek. A textilipar és ruhatörténet tanulmányozása ezért különösen nagy kihívást jelent. Európában kevés olyan hely található, ahol ilyen anyagok megőrződtek (Grömer 2016). Megmaradásuk vagy lebomlásuk rendkívül komplex folyamat, melyet a közönséges kopáson, szakadáson, deformálódáson kívül a tárgy és környezete közt lejátszódó fizikai, kémiai és biológiai tényezők kölcsönhatása és az éghajlat határoz meg (Brothwell 1988, 97). Jelentős szerepet játszanak a talajban különböző mennyiségben jelenlévő szerves anyagok, ásványi sók, a levegő és a talajvíz, a túl száraz vagy túl nedves környezet, valamint a talaj kémiai állapota. A régészeti textilek állapotát befolyásolják még a temetkezési szokások, az ásatás körülményei és a környezet állandó változásai is.

Esetünkben a szerves anyagok degradálódását az évszakok hőmérséklet- és nedvesség viszonyainak állandó változása, a laza, oxigéntől átjárt talaj-szerkezet, a talajvíz, valamint a mezőgazdasági területen a talaj javításához alkalmazott vegyszerek (szerves és műtrágyából) jelenléte együttesen idézhette elő. Utóbbiakból erősen lúgos kémhatású ammónia képződik, amely az állati eredetű szálak anyagokra káros, de a degradált cellulózt is tovább károsítja, szerkezetében kémiai változásokat okoz. A szerves anyagok károsodásának, teljes lebomlásának ez is oka lehetett. A területen végzett talajvédelmi vizsgálatok homokos, iszapos, agyagos rétegek váltakozását állapították meg. A vizsgálatok 8,02–8,17 pH-értékű, erősen lúgos, laza szerkezetű, meszes (29,1–32,4% CaCO_3) talajt határoztak meg (Korláth 2021).



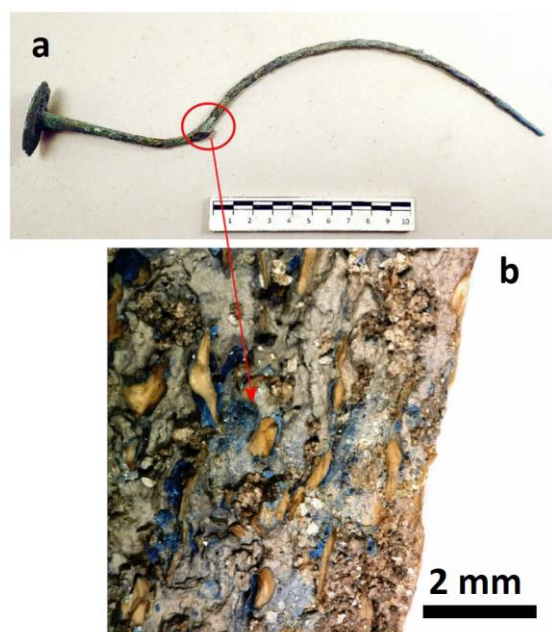
11. ábra: A bal lábtekercs Sükösd–Árpás-dűlő V. lelőhely 1. sírjából: (a) lehetséges textiltöredékek a külső felületen és (b) meggyűrődött szövet lenyomata a belső felületen. A begyűrődések 1,2–1,8 mm hosszúak.

Fig. 11.: The left ankle from grave No. 1 of Sükösd–Árpás-dűlő V site: (a) possible textile fragments on the outer surface and (b) an impression of crumpled fabric of 1.2–1.8 mm on the inner surface of the left ankle.



12. ábra: A jobb lábtekeres Sükösd-Árpás-dűlő V. lelőhely 1. sírjából: (a–b) fémsókkal átitatott textil maradvány (8–10 mm széles amorf formájú) a külső felületen, (c) vászon-kötésnek látszó „S” és „Z” sodratú fonalakból álló, fémsókkal átitatott textilmaradvány a belső felületen, (d–h) bél vagy bőr fonal maradványok a belső felületről, melyek 9 és 20 mm hosszúak, és 1–1,5 mm szélesek.

Fig. 12.: The right ankle from grave No. 1 of Sükösd-Árpás-dűlő V site: (a–b) textile residue soaked with metal salts (8–10 mm) on the outer surface, (c) textile residue, made of "S" and "Z" twisted yarns looking like a linen weave, and impregnated with metal salts on the inner surface, (d–h) gut or leather yarn remnants (9 to 20 mm long, 1–1.5 mm wide) on the inner surface



13. ábra: Korong fejű sarlós tű (2. melléklet) Sükösd–Árpás-dűlő V. lelőhely 1. sírjából, a bal váll mellől: (a) a tű, (b) textil szövet fonalai között kék színű (azurit?) maradványokkal

Fig. 13.: Sickle-shaped needle with disc head (No. 2) from grave No. 1 of Sükösd–Árpás-dűlő V, at the left shoulder: (a) the needle, (b) blue remnants (azurite?) between the threads of textile fabric

Az 1. sírba temetett elhunyt viseletére ékszereinek elhelyezkedése és európai analógiák alapján következtethetünk. Feltételezhető, hogy lábszárközépig érő, derékban ráncolt szoknyát viselhetett, amelyet egy darab, csőszerű formára alakíthattak ki textilből (Bergerbrant 2007). Anyaga szövokereten készíthetett, így csupán a dereka ráncolásánál volt szükség varrásra. Aljának oldalára tutulusokat varrhattak. Egyszerű szabású felsőruhát és valamilyen köpeny félét viselhetett, amit a két vállon a sarlós tőkkel rögzítettek (13. ábra). A felső rész elejét a nyakában lévő tutulusok díszítették (részletesen: Pásztor et al. 2022). A lábtekercs belsejében megfigyelt, vászon-kötésnek látszó „S” és „Z” sodratú fonalakból álló, fém sókkal átitatott textilmaradványok alapján valószínű, hogy a lábakon a tekercs alatt vászonból lévő lábszárvédő lehetett, vagy a lábakat textildarabbal (kapcszerűséggel) fedték (Bergerbrant 2007; Grömer 2016).

A színes rézvegyületek közül a talajban, legnagyobb mennyiségben karbonátok alakulnak ki. A szép kékeszöld színéről szabad szemmel is megkülönböztethető bázisos réz karbonát, a malachit $[\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3]$, és a ritkábban előforduló kékesebb színű, szintén bázikus jellegű azurit $[\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2]$. A két réz-karbonát összefüggő kristályos réteget alkot a bronz felületén (13. ábra).

Talajminták és a bögre tartalmának vizsgálata

Sírokból vett talajminták

(Merkl Máté Róbert, Hajduné Darabos Gabriella)

A 87 db zacskó mintából (sírok szerinti megoszlás: **1. táblázat**) összesen 18737 db makro maradványt válogattunk ki, ebből régészeti korhoz köthető növényi maradvány teljes mennyisége 1024 darab. Az objektumok közül kilencben volt régészeti korú növényi maradvánnyal, ebből öt objektum anyaga volt határozható. Az 1. sírban egy darab szenült libatop (*Chenopodium* sp.) magtöredékét találtuk meg. A libatopfélék gyomnövények, de magjukat táplálékforrásként is felhasználhatták a régészeti korokban (Gyulai 2010). Az 5. sír koporsó-maradványai között három darab szenült fatöredék volt határozható, amelyeket tölgynek (*Quercus* sp.) dokumentáltunk, hasonlóan a 7. sírből és a 28. sír urna betöltéséből származó famaradványokhoz. A 3. sírből előkerülő anthrakológiai anyagot alma-termésűek (*Pomoideae*) alcsaládjába tartozónak határoztuk meg.

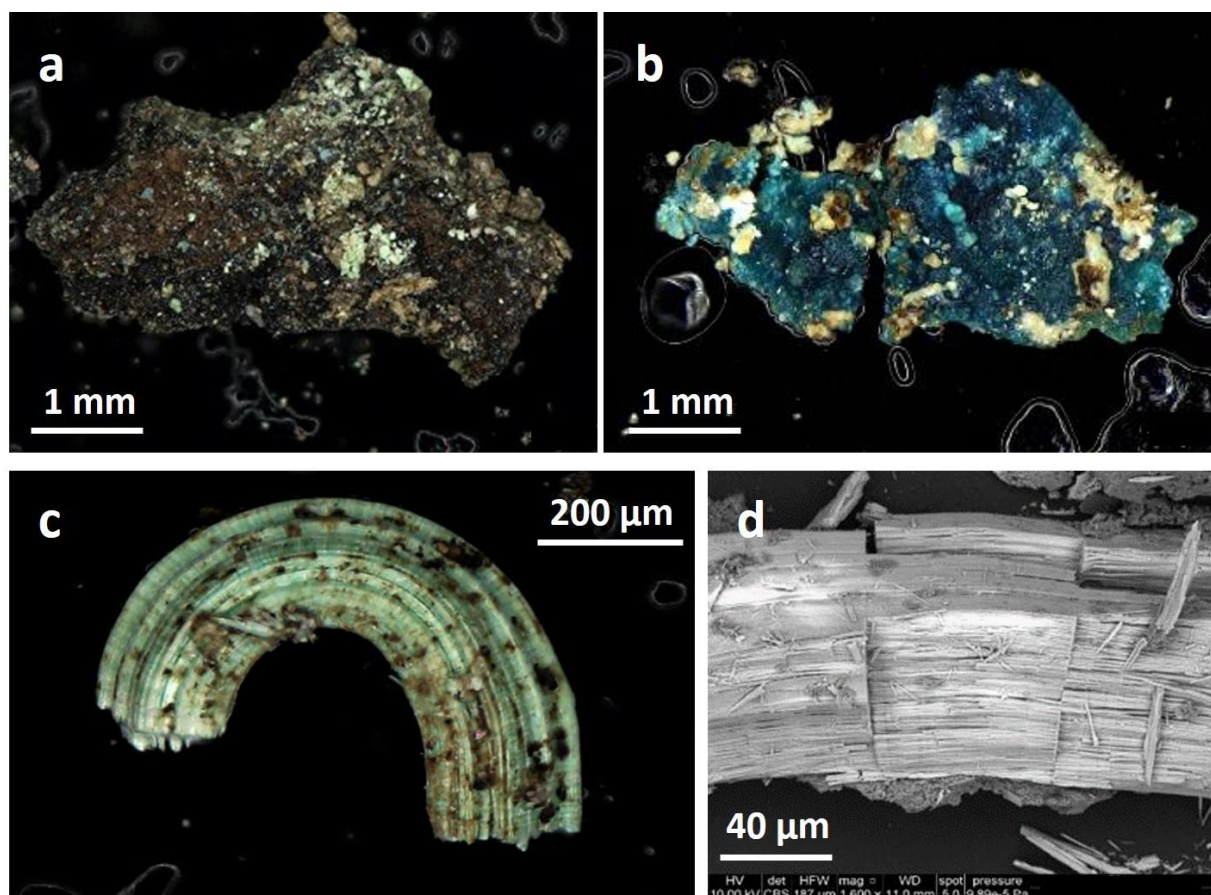
A dokumentálható maradványok száma kevés volt ahhoz, hogy Sükösd bronzkori környezetére következtetéseket tudjunk levonni.

Az 1. sír mellékleteihez kötődő üledékminták vizsgálata

(Sándorné Kovács Judit, Károly Istvánné, Szoldán Zsolt)

Az 1. sír 45. edénymellékletének, egy kerámia bögre eredeti tartalmának meghatározásához a bögre belsejéből és az edényfal teljes metszetéből vettünk mintákat. A sztereomikroszkópos, FTIR és SEM-EDS vizsgálat kvarc-földpát szemcséket cementáló, szerves anyagban gazdag mátrixú törmelék azonosított (**1. melléklet**), azonban a szerves anyag pontosabb meghatározására alkalmas mintát nem lehetett kinyerni.

Az 1. sír lábtekercei alá vélhetően elhelyezett tárgy azonosításához a lábtekercs alatti sötétebb színű talajrétegekből származó, összesen négy darab mintát vizsgáltunk meg (**2. melléklet**). A 37/a jelű, a „lábtekercsnél jobb” megnevezésű minta szürke színű, porszerű, összességében kb. 1 cm³ térfogatú anyagmaradvány, ennek a mintának fő tömegét kvarcsejcsék alkotják. A másik három darab, 37. jelű minta olyan talajszerű törmelék, amelyekben különböző átmérőjű rögök találhatók. A minták sztereomikroszkópos átvizsgálása során azok mindegyikében találtunk sötétbarna-fekete színű aggregátumokat, különböző méretű, kék színű finomszemcsés kristályhalmazokat, valamint világoszöld színű, szálak szerkezetű, többnyire hajlott-ívelt morfológiájú kévekötegeket (**14/a–d ábra**).



14. ábra: Sükösd–Árpás-dűlő V. lelőhely 1. sírjának jobb láb lábtekerse (37. melléklet) alól vett talajminták aggregátumainak mikroszkópos képei: (a) fekete-sötétbarna színű, malachit-azurit és talajeredetű ásványos szennyezésekből álló szemcse, (b) kék színű, finomszemcsés kristályhalmaz (c) világoszöld színű, szálás szerkezetű, feltehetően malachit anyagú kévek (a-c: sztereomikroszkópos multifókusz felvételek), (d) a 'c' ábrán látható kéve közpső harmadának visszaszórtelektron-képe (BSE).

Fig. 14.: Microscopic images of aggregates from the soil samples from under the right anklet (No. 37) of grave No. 1 of Sükösd–Árpás-dűlő V site: (a) black-dark brown coloured grain composed of malachite-azurite and soil-related mineral impurities, (b) a blue-coloured, fine-grained crystal cluster, (c) light green colored, fibrous structure sheaves, presumably made of malachite (a-c: stereomicroscopic multifocal images), (d) back-scattered electron image (BSE) of the sheaves presented in figure 'c' (the middle third of the object).

A felsorolt anyagmaradványokat vizsgáltuk részletesen, optikai mikroszkópos, FTIR-spektroszkópos és SEM-EDS módszerekkel.

A lábtekerse alatti talajban talált sötétbarna-fekete színű aggregátumok egy jellegzetes példányának (14/a ábra) felületén zöld és kék színű finomszemcsés halmazok találhatók, melyek a vizsgálatok alapján malachit-azurit kristályhalmazok. Hasonló eredményre vezetett a kék színű, finomszemcsés anyagú bekérgezések egyik példányának vizsgálata (14/b ábra), aminek kémiai összetétele SEM-EDS módszerrel főként O, C és Cu keverékének adódott, továbbá kis mennyiségben kimutatható volt Mg, Al, Si és Ca is. A félmennyiségi módszerrel mért elemarányok alapján a minta fő tömegét azurit $[\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2]$ alkotja (az elemi összetételek tekintetében lásd a

3. mellékletet). A világoszöld színű, szálás szerkezetű, többnyire hajlott-ívelt morfológiájú kévek kötegei közül egy kiválasztott darab (14/c–d ábra) összetétele a FTIR-spektrum alapján malachitnak azonosítható (4. melléklet). Elemösszetétele (elsősorban C, Cu és O, alárendelten Si, Ca, Fe, Al, Mg, P és K) és a félmennyiségi SEM-EDS módszerrel mért elemarányok megerősítik az FTIR-spektroszkópiai vizsgálatok (5. melléklet) eredményét. Mindkét vizsgálat alapján a minta fő tömegét malachit $[\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3]$ alkotja. A zöld és kék színű felületi szennyeződéstől megtisztított, sötétbarna-fekete színű szemcséről készült FTIR-spektrum karakterisztikus elnyelési sávokat nem tartalmaz, így az infravörös spektroszkópia segítségével az anyag kémiai összetételére vonatkozóan információt nem nyertünk.

8. táblázat: Sükösd–Árpás-dűlő V. lelőhely 1. sírjából vizsgált csiga- és kagylóleletek meghatározása**Table 8.:** Determination of the snail and bivalvia specimens selected from grave No. 1 of Sükösd–Árpás-dűlő V

Zacskószám / Package No.	Nemzetség/Anyag / Genus	Faj / Species	Darab / Piece	Állapot / Condition	Kor/korszak / Epoch/Age
51. jelzésű	Congeria	balatonica	1	fosszilis	Miocén/pannóniai
51. jelzésű 2.	Ostrea	-	1	fosszilis	Miocén/pannóniai
50. jelzésű	Ostrea	-	1	fosszilis	Miocén/pannóniai
49. jelzésű	Hexaplex	trunculus	1	egykorú	holocén
48. jelzésű	Hexaplex	trunculus	1	egykorú	holocén
46. jelzésű	Hexaplex	trunculus	1	egykorú	holocén
5/C kagyló	Lymnocardium	cf. dumicici	1	fosszilis	Miocén/pannóniai
5/A kagyló	Lymnocardium	cf. dumicici	1	fosszilis	Miocén/pannóniai
4. kagyló	Lymnocardium	cf. dumicici	1	fosszilis	Miocén/pannóniai

Az elemanalitikai vizsgálatok alapján a sötétbarna-fekete szemcsék anyaga főként könnyű elemekben (P, N, S) gazdag szerves anyag, amit talajásványok, valamint másodlagos rézásványok is „szennyeznek”. Az elemösszetétel vizsgálatok eredménye – elsősorban azok nagy C, O és N elem tartalma alapján – az a régészeti feltételezés, miszerint a lábszár alá esetleg állati eredetű (pl. állatbőr, gyapjú) készítmény volt terítve, nem kizárható.

Csiga- és kagylóhéj sírmellékletek vizsgálata

(Sümei Pál)

A temető 1. sírjában feltárt csiga- és kagylóhéj leletek vizsgálata során azonosított taxonokat a **8. táblázat** összesíti.

Az 51. jelzésű kagyló egy fosszilis *Congeria balatonica* Partsch, 1836 héjtöredéke, amely azonban már vasásvány pszeudomorfózává alakult át (**15/1. ábra**). Az 51. jelzésű 2. kagyló és 50. jelzésű kagyló *Ostrea* sp. kagylók fosszilis héjai (**15/2–3. ábra**). A 4. jelzésű, a halott mellkasáról előkerült kagyló (**15/7–8. ábra**), illetve az 5/A és C jelzésű kagylóhéjak (**15/9–10. és 15/11–12. ábra**) *Lymnocardium* cf. *dumicici* Gorjanovič-Kramberger, 1899 taxonhoz tartozó egyedekként azonosíthatók. A héj vasas pszeudomorfóza formájában maradt fenn, de felszínét az eredeti héj *ostracum* (kagylóhéj prizmás rétege) alkotja. A *Congeria balatonica* és *Lymnocardium* cf. *dumicici* ilyen megtartású kőbelei és vasas kitöltésű pszeudomorfózái, illetve az osztriga (*Ostrea*) héjak rendkívül jellemzőek a Mecsek keleti peremén Pécs-Nagyárpád, Pécs-Hird, Pécsvárad-Csokoládépuszta, Pécsvárad környezetében a felszínen található miocén kor végi, pannóniai korszakban felhalmozódott üledékekre (Kleb 1973; Magyar & Szónoky 2010, Magyar et al. 1999, Geary et al.

2010, Sztanó et al. 2013, Katona et al. 2015, Sebe et al. 2015, Magyar et al. 2017). Így a sükösi régészeti lelőhelyre mind a *Congeria balatonica* és *Lymnocardium* cf. *dumicici*, mind az *Ostrea* (osztriga) fosszilis héjmaradványai regionális (100 km = 1 heti járóföldön belülről lévő) anyagként kerülhettek a Mecsek keleti előteréből (Sümei 2009).

A 4. jelzésű (**15/7–8. ábra**), illetve az 5/A és C jelzésű (**15/9–10. és 15/11–12. ábra**) *Lymnocardium* fosszilis héjak búbját megcsiszolták, és ennek nyomán kialakított lyukon keresztül függeszthették fel, teljesen hasonlóan, mint ahogyan azt a badeni kultúra budakalászi temetőjében található, szintén fosszilis miocén kori *Anadara* kagylóhéjánál már megismerhettük (Sümei 2010). Sajnos a búb lecsiszolása miatt elvesztek azok a bélyegek, amely nyomán a kagylók fajtát pontosan meg tudtuk volna határozni. Így csak *confer* (bizonytalan) jelzővel tudtuk azonosítani egyéb makroszkópos jellemzők alapján a *Lymnocardium* cf. *dumicici* Gorjanovič-Kramberger, 1899 fosszilis kagyló taxont.

A 46., 48., 49. jelzésű csigamaradványok a *Hexaplex trunculus* Linnaeus, 1758 (korábbi nevén *Murex trunculus*, magyar nevén sávos bíborcsiga) fajba tartoznak (**15/4–6. ábra**), megtartási állapotuk alapján egykorúak a régészeti lelőhellyel. A faj mai és holocén földrajzi elterjedése a Földközi-tenger, a 7500 éve kialakult Fekete-tenger, és a még a jégkori glaciális során is létező Adriai-tenger. Így 100 kilométeren (1 heti járóföldön) kívüli területről származik, távolsági (cserekereskedelmi) anyagként kerülhetett a lelőhelyre. Az előkerült héjak jól beilleszthetők a rendkívül változatos színű és formavilágú *Hexaplex trunculus* (Linnaeus, 1758) morfológiai sorozatába.



15/1–12.ábra: Sükösd–Árpás-dűlő V. lelőhely 1. sírjából előkerült csiga- és kagylóhéj leletek (leírás a következő oldalon)

Fig. 15/1–12.: Snail and bivalvia finds from grave No. 1 of Sükösd–Árpás-dűlő V site (descriptions on next page)

15/1–12. ábra: Sükösd–Árpás-dűlő V. lelőhely 1. sírjából előkerült csiga- és kagylóhéj leletek

1. *Congeria balatonica* Partsch, 1836 fosszilis késő-pannóniai korú héjmaradványa (51. jelzésű héjmaradvány)
2. *Ostrea* (osztriga) fosszilis héjmaradványa (50. jelzésű fosszília)
3. *Ostrea* (osztriga) fosszilis héjmaradványa (51. jelzésű 2. fosszília)
4. *Hexaplex trunculus* (Linnaeus, 1758) holocén, a régészeti lelőhellyel egyidős héjmaradványa, ékszernek átalakítva (46. jelzésű héjmaradvány)
5. *Hexaplex trunculus* (Linnaeus, 1758) holocén, a régészeti lelőhellyel egyidős héjmaradványa, ékszernek átalakítva (48. jelzésű héjmaradvány)
6. *Hexaplex trunculus* (Linnaeus, 1758) holocén, a régészeti lelőhellyel egyidős héjmaradványa, ékszernek átalakítva (49. jelzésű héjmaradvány)
- 7-8. Lecsiszolt búbbal kialakított, fosszilis *Lymnocardium* cf. *dumicici* Gorjanović-Kramberger, 1899 héjból készült temetkezési ékszer (medál) melléklet (4. jelzésű melléklet)
- 9-10. Lecsiszolt búbbal kialakított, fosszilis *Lymnocardium* cf. *dumicici* héjból készült temetkezési ékszer (medál) melléklet (5A jelzésű melléklet)
- 11-12. Lecsiszolt búbbal kialakított, fosszilis *Lymnocardium* cf. *dumicici* héjból készült temetkezési ékszer (medál) melléklet (5C jelzésű melléklet)

Fig. 15/1–12.: Snail and bivalvia finds from grave No. 1 of Sükösd–Árpás-dűlő V site

1. *Congeria balatonica* Partsch, 1836 fossil Late Pannonian shell remains (shell remains marked 51)
2. Fossil shell remains of *Ostrea* (oyster) (fossil number 50)
3. Fossil shell remains of *Ostrea* (oyster) (fossil 2 with number 51)
4. Shell remains of *Hexaplex trunculus* (Linnaeus, 1758) Holocene, contemporaneous with the archaeological site, transformed into jewellery (shell remains marked 46)
5. Shell remains of *Hexaplex trunculus* (Linnaeus, 1758) Holocene, contemporaneous with the archaeological site, transformed into jewellery (shell remains marked 48)
6. Shell remains of *Hexaplex trunculus* (Linnaeus, 1758) Holocene, contemporaneous with the archaeological site, transformed into jewellery (shell remains marked 49)
- 7-8. Fossil *Lymnocardium* cf., formed with a polished apex. *dumicici* Gorjanović-Kramberger, 1899 burial jewellery (pendant) made of shell attachment (marked 4)
- 9-10. Fossil *Lymnocardium* cf., formed with a polished apex. funeral jewellery (pendant) made of *dumicica* shell attachment (marked 5A)
- 11-12. Fossil *Lymnocardium* cf., formed with a polished apex. funeral jewellery (pendant) made of *dumicica* shell attachment (marked 5C)

Míg a 48. és 49. jelzésű csigaházak természetes módon sérültek, addig a 46. jelzésű zacskóban található sávos bíborcsiga héja mesterségesen lett alakítva, és a ház bordák közötti részeit kitörték a negyedik (legszelebb) kanyarulatnál (15/4. ábra). Így a házat fel lehetett szíjjal függeszteni, vagy temetkezési mellékletként lehetett vele a halottat feldíszíteni. Távolsági kereskedelmi áruként presztíz, vagy hatalmi státuszjelző értéke lehetett. A bronzkori minoszi Krétán, illetve a levantei partvidéken a neolitikumtól kezdődően fontos kagylóékszer alapanyagot alkotott ez a faj, amelynek elterjedése alapján kereskedelme is ebben az időszakban alakult ki (Callender 1998; Nigro et al. 2018). Kárpát-medencei megjelenése intenzív kereskedelmi kapcsolatot jelezhet az Adriatikummal, az Égeikummal és/vagy a Pontikummal (Fekete-tenger vidéke).

A *Hexaplex trunculus* csigafajt kékeslila (tirénkék) színű textilfesték előállítására használták fel a Földközi-tenger keleti medencéjében (Kréta, Ciprus, Fönícia) a bronzkortól kezdődően (Reese 1987; Marin-Aguilera et al. 2018). Az intenzív bíborcsiga gyűjtögetést az ógörög időkben, a Kr. e. 4. században élt Arisztotelész is megfigyelte és leírta Kr. e. 343-ban az Állatok története című

munkájában említi Lesbosz szigeténél, a Pyrrha-lagúna (ma Kalloni-öböl) tengerbiológiai leírásánál (Arisztotelész 350 BC; Heinaman 2007; Marin-Aguilera et al. 2018). idősebb Plinius ugyancsak leírta a bíborcsiga kézzel és kosárral történt ókori intenzív gyűjtését és e ragadozó csiga begyűjtéséhez használt víz alatti csapda állítását és a csapdából való kiszedését a Földközi-tenger állatvilágának ismertetésénél (Plinius 77 AD Naturalis Historia, IX, 195). Nem zárható ki, hogy a prehisztorikus időkben is hasonló módon gyűjtötték be azokat az egyedeket is, amelyek maradványait vizsgáltuk.

A sükösdői lelőhelyről egy nem túl gazdag csiga- és kagylóanyag került elő. Viszont mindegyik anyag kiváló egykori környezeti és forrásanyag értékkel rendelkezik. A kagylók és csigák jelentős része a Mecsek hegység keleti előterében, a miocén kor végén, a késő pannóniai üledékképződés során, a tengerparton felhalmozódott, litorális övezetben élhettek. A regionális származású anyagok mellett biztosan távolsági – Földközi-tenger és tágabb vidékével való – cserekereskedelmet jeleznek a *Hexaplex trunculus* (sávos bíborcsiga) héjak, amelyek a megtartásuk alapján egyidősek a régészeti lelőhellyel. A fossziliák temetkezési

mellékletekre jellemzőek (Kurzawska et al. 2020) és presztízs tárgyaknak számítottak a bronzkorban. Ezen jellegüket csak felerősítették az ékszerré, medállá alakítással.

A tojás alakú kőtárgy anyagvizsgálati eredményei

(Szilágyi Veronika, Szakmány György, Illés Levente, Kovács Zoltán, T. Biró Katalin)

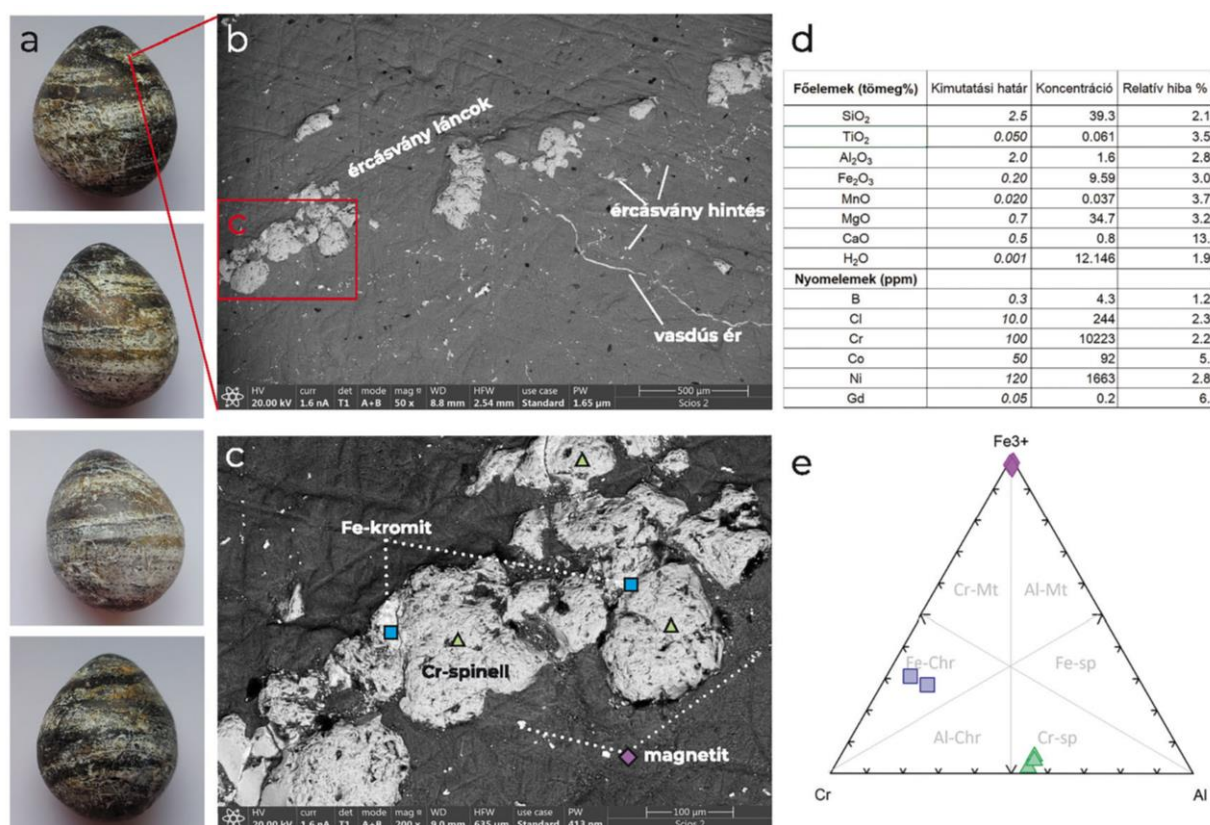
A Sükösd–Árpás-dűlő V. 1. sír, 47. melléklete egy 51 x 37 x 38 mm méretű, szabályos tojás alakú kölelet (**16/a ábra**). A tárgyat alkotó kőzet nagy sűrűségű. Másodlagosan barna mállási elszíneződést mutat. Uralkodóan 0,5–1 mm-es, fekete nyúlt és fehér, tömegesen előforduló kristályokból áll, amelyek erősen irányított, durva sávós szövetet képeznek (**16/a ábra**). A kőzet korrigált MS értéke nagy, $24,23 \times 10^{-3}$ SI. A PGAA mérés szerint a minta nagy Mg- és Si-tartalmú (MgO , $\text{SiO}_2 > 30$ tömeg%) Cr-dús kőzetből készült (**16/d ábra**). A tojás alakú kőtárgy elektronmikroszkópos mérése alapján a Mg-dús mikrokristályos alapanyag serpentin-ásványok szövetéből áll (**16/b ábra**). Ebben a nagyon finomszemcsés alapanyagban nagykristályos ércásványok fordulnak elő kristályláncok, erek és hintés formájában. A szabálytalan alakú, láncokba rendeződő ércásványok 100–300 μm -es krómspinell és 50–80 μm -es vas-krómit, amely ásványok eredeti formájukban őrződtek meg (**16/c, e ábra**; **6. melléklet**). A serpentinásványok közötti hintést 10–20 μm -es magnetit alkotja. A max. 20 μm -es ereket szintén vas-oxid tölti ki. A szöveti megjelenés és az ásványos összetétel alapján a nyersanyag metamorf, ércdús ultrabázisos kőzet, serpentin. Az eredeti felszínen végzett SEM-EDS vizsgálat ugyan nem teszi egyértelművé, de a kőzettípus képződésének ismeretében valószínűsíthető, hogy a vas-krómit a szemcsék belsejében, a krómspinell pedig a szemcsék szegélyén található, míg a magnetit apró szemcsék formájában feltehetően a legvégső kristályosodási termék volt.

Az eredeti kőzet felszínének visszaszórtelektronképein jól megfigyelhetők az eszközmegmunkáláshasználat során képződött barázdák (**16/b–c ábra**).

A serpentin vizsgálatát viszonylag jól lehatárolható, korlátozott számú elsődleges lelőhelyen előforduló kőzettípus. Kőszköz nyersanyag szempontjából részletes vizsgálatok eddig nem történtek. Az azonban megállapítható, hogy a források elkülönítésében a spinellek kémiai összetétele, zónássága a legmeghatározóbb (Pegán 2023). A Kárpát-medence környezetében északon a Szudéták és az Északnyugati-Kárpátok, nyugaton a Keleti-Alpok, míg délen a Dinaridák szerbiai részén, a Vardar Ofiolit Övben található a felszínen serpen-

tinit (Hovorka & Illasová 1995; Bazylev et al. 2009; Robertson et al. 2009; Szakmány 2009; Přichystal 2013; Bernardini et al. 2011 in Pegán 2023).

A Szudéták és a Keleti-Alpok serpentin előfordulásaiból bizonyítottan származnak serpentin anyagú kőszközök (Majerowicz et al. 2000; Skoczylas et al. 2000; Bernardini et al. 2011; Frýbová et al. 2018). A Nyugati-Alpok területén számos kiterjedt serpentin test található, amelyeket – a nagy távolság miatt – első közelítésben nem veszünk számításba. A Keleti-Alpokban csak tektonikai ablakokban bukkan a felszínre serpentin (legközelebbiek a Penninikum anyagát feltáró Borostyánkői és Vashegyi tektonikai ablakok), amelyre jellemző az uralkodóan harzburgitos összetétel, hálószerű, egymásba átnövő vagy összefogazódó szövet, a sok relikvált ásvány (olivin, Cr-diopszid, ortopiroxén vagy az utáni basztit) és spinell (magnetit) (Bernardini et al. 2011 és hivatkozásai). A Kárpát-medencétől északnyugatra, a Szudéták területén található serpentinre (régészeti szempontból legfontosabb lelőhelye a Gogolów-Jordanów Masszívum; Frýbová et al. 2018 és hivatkozásai) jellemző a hálószerű mikroszerkezet (helyenként vannak, másol nincsenek relikváltok; olivin, piroxén), sok az opak ásvánnyal kitöltött pseudomorfoza, illetve a nagyméretű, homogén (magnetit) vagy karéjos/ujjlenyomatszerűen zónás elsődleges (Al-krómit/Cr-spinell mag, Fe-krómit átmeneti zóna, Cr-magnetit/Al-magnetit szegély) és homogén másodlagos spinell (magnetit), ritkán másodlagos amfibol (antofillit, tremolit, pargasit) vagy karbonátok is előfordulnak. A délre található Vardar övben nagy kiterjedésű serpentin található metamorfizálódott ofiolit-összetételű tagjaként (Robertson et al. 2009; Chiari et al. 2011; Vasković & Matović 2010 és hivatkozásai), elsősorban lherzolitos összetételű, gyakori relikvált (olivin, orto- és klinopiroxén, spinell) és metamorf ásványokkal (Ca-amfibol, klorit). Szlovákia déli részén a Keleti-Alpokéhoz hasonló szövetű és ásványos összetételű serpentin testek találhatók, azonban ezek gyengébb minőségűek és kevés, kisméretű testek formájában bukkannak a felszínre (Hovorka & Illasová 1993). Emellett még erősen tektonizált (nyírt, repedezett), ezért kőszközök készítésére alkalmatlan serpentin előfordulnak a horvátországi Medvednyicában (Šimunić & Pamić 1989). Az elsődleges források mellett a tojás alakú kőtárgy „egyedi jellege” miatt számításba kell vennünk a másodlagos, azaz folyóvízi (vagy konglomerátumhoz kötődő) kavics eredetét is, amely a bronzkori kőszköz készítésnek tipikus nyersanyaga (Farkas 2013) és a Duna közeli település esetében logikus megoldásnak tűnik.



16. ábra: Sükösd–Árpás-dűlő V. lelőhely 1. sír 47. mellékletének, a tojás alakú kőtárgynak (a) makroszkópos szöveti megjelenése, (b–c) visszaszórtelektron-képei, (d) teljes kőzet kémiai összetétele a PGAA mérés alapján és (e) spinell ásványainak összetétele (Stevens 1944)

Fig. 16.: The stone egg, artefact No. 47 from grave No. 1 of Sükösd–Árpás-dűlő V site: (a) macroscopic appearance, (b–c) back-scattered electron images (d) bulk rock chemical composition by PGAA and (e) composition of spinel minerals (Stevens 1944)

A süködsdi szerpentinit tojás azonban nem tipikus szerpentinit, sávossága, a megszokott zöld színtől eltérő fehér-fekete színe nem jellemző a klasszikus szerpentinit lelőhelyek anyagára, de a dunai kavicsanyag szerpentinitjeire sem (Józsa Sándor szóbeli közlése 2023). A jelen kutatásban alkalmazott roncsolásmentes módszerekkel egyelőre a kőzet-típus meghatározása volt pontosítható, alapadatokat közöltünk a szerpentiniteknek a jövőben valószínűleg lelőhely szintű azonosításához. A pontos forrásterület megállapításához várhatóan az oxidásványok részletes vizsgálata fog segítséget nyújtani. Mivel a szakirodalomban ehhez csak részleges információk (pl. Szudétákra, Keleti-Alpokra) állnak rendelkezésre, így a megoldáshoz a jövőben a szerpentinit lelőhelyekről gyűjtött minták ez irányú vizsgálatával juthatunk közelebb. A felsorolt forrásterületek közül földrajzi közelsége és a kulturális kapcsolatok miatt (ld. fentebb az archeogenetikai vizsgálatok eredményeit) a legvalószínűbb a déli, szerbiai. Erre analógia a korábbi, késő neolitikumi Vinča-kultúra dél-magyarországi területeken tapasztalható hatása (kőeszköz használat, Antonović et al. 2005). Ugyanakkor a nagyon különleges tojás alak, és a

szokatlan, sávossá megjelenésű szerpentinit anyag alapján nem kizárható a távoli import sem.

Összegzés

A Sükösd–Árpás-dűlő V. lelőhelyen feltárt sírok a halomsíros kultúra helyi közösségének egyik temetőjéhez tartoztak. A vegyes rítusú temető nagy része az idők folyamán elpusztult. A sírok csont anyaga több esetben olyan rossz állapotban volt, hogy nem tette lehetővé sem az antropológiai, sem a genetikai vizsgálatok eredményes elvégzését. Az 1. sz. sír jelentett csak kivételt, ahol az elhunyt nemét, korát és több tulajdonságát sikerült megállapítani. ¹⁴C-es dátumértéket a többszörös mintavétel ellenére is csak az 1. (csontvázas) és a 28. (hamvasztásos) sírra sikerült nyerni.

A csontvázas sírok, a régészeti leletek és a radiokarbon keltezés révén nyert abszolút kor alapján egyaránt a halomsíros kultúra Kr. e. 15. századi emlékei közé sorolhatók. A Jánoshidán feltárt, hasonló korú temetőből a közelmúltban közölt radiokarbon adatok alapján a süködsdi 1. sír, és minden bizonnyal a további

csontvázas sírokba temetett egyének is a halomsíros kultúra idősebb fázisába sorolhatók (Csányi 2019). A hamvasztásos sír a Kr. e. 1420–1120 dátum és a sír bronzkése alapján valamivel későbbi időszak emléke.

A biorégészeti vizsgálatokból (Bánffy 2013; Anders 2016) megismert eredmények arra a fontos kérdésre is választ adhatnak, hogy az 1. sírban nyugvó 20–25 éves nő a korábban feltételezett ún. halomsíros vándorlással a Kárpát-medencétől nyugatra fekvő régióból (Mozsolics 1957; Bóna 1958; Kovács 1966; Csányi 2019) érkezhetett-e Sükösd térségébe, ahol eltemették. Az izotópos adatok és a DNS vizsgálatok eredményei egyaránt azt jelzik, hogy az 1. sírba temetett nő nem tekinthető bevándorlónak, hanem a Kárpát-medence délkeleti térségében élő korábbi közösségek leszármazottja. Életmódja, ahogyan a gabonában gazdag táplálkozás jelzi, a középső bronzkori közösségekre általánosan jellemző, nem figyelhető meg a késő bronzkor kezdetén megjelenő köles fogyasztás. Mindez a korábbi kutatás azon megállapításait támasztja alá, amelyek szerint a mai Magyarországon a késő bronzkor kezdetét jelentő halomsíros kultúra csoportjainak emlékműanyagában a középső bronzkori közösségek hatása fontos szerepet játszott (Kovács 1966; Csányi 2019). E megállapítás elsősorban a kerámiakészítésben megfigyelhető technikák és stílusok, valamint a temetkezési szokások (nyújtott és zsugorított csontvázas rítus, továbbá hamvasztás) sokszínűségén alapult. Elsősorban a nyújtott csontvázas fektetést tekintették a bevándorlókra jellemző rítus elemnek, így a sükösi lelőhely biorégészeti vizsgálatai ebből a szempontból is érdekes adatokkal szolgálnak (Csányi 2019; Pásztor et al. 2022). A halomsíros kultúra nemzetközi kutatásának új megközelítései is a lokális jelenségekre hívják fel a figyelmet a „pán-európai” jellemzők mellett (Makarowicz 2017).

A bronzkori nő viseletére csak ékszereinek elhelyezkedése utal. Az európai analógiáknak megfelelően alján tutulusokkal díszített szoknya és nyakán tutulusokkal díszített felsőrész, sarlós tűkkel rögzített köpeny (Bergerbrant 2007; Grömer 2016; Pásztor et al. 2022), illetve a lábtokercsek alatt viselt vászon lábszárvédő (kapca) feltételezhető.

A kerámia bögre tartalmának vizsgálata nem vezetett eredményre, így a halott mellé útravalóul bocsátott táplálékról nem nyertünk adatokat. Nem volt azonban kizárható a holttest alá helyezett, feltételezésünk szerint állati bőr vagy gyapjúból készült anyag jelenléte a sírban. Jaeger et al. (2023) vizsgálatai igazolták, hogy a bronzkori nő nyaklánc balt borostyágyöngyökből készült. A sírban előforduló csiga- és kagylóhéj leletek és viseleti elemek/ékszerek egyik része a régióban (Mecsek hegység keleti előterében) előforduló nyersanyagból származtak, míg másik része biztosan

távolsági kereskedelem révén került a lelőhelyre, feltételezhetően a Földközi-tenger és távolabbi vidékéről való. A szerpentinit anyagú tojás alakú kőtárgy nyersanyag eredete jelenleg nem meghatározható. Valószínűleg déli (szerbiai?) származású, azonban egyedi és különleges formája, illetve a lelőhely Duna menti elhelyezkedése miatt nem kizárható a vízi úton még távolabbi import sem. Az 1. sír mellékleteinek vizsgálata tehát egyaránt jelzi a regionális és a távolsági – mind északi (Baltikum), mind déli (Mediterráneum) – nyersanyagokból készített tárgyak használatát a halomsíros kultúra sükösi közösségében. A réz és ón eredetének megállapításával a kapcsolatrendszerhez további adalékkal szolgáló fémvizsgálatokat egy későbbi tanulmányban tesszük közzé.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk a HUN-REN Bölcsészettudományi Kutatóközpont Régészeti Intézet Lendület Mobilitás Kutatócsoport támogatásáért.

A kutatás megvalósításához a Magyar Génusz program 650132/21 sz. projektje nyújtott támogatást.

A tojás alakú kőtárgy vizsgálatának anyagi keretét az NKFIH K-131814 számú kutatási projektje biztosította (témavezető: Kasztovszky Zsolt).

Az embertani kutatás az NKFIH (FK128013, témavezető: Hajdu Tamás), a Magyar Tudományos Akadémia Bolyai János Kutatási Ösztöndíja és a Kulturális és Innovációs Minisztérium ÚNKP-23-5 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

Major Istvánt az Európai Unió és Magyarország támogatta az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásában a GINOP-2.3.4-15-2020-00007 azonosítószámú “INTERACT” pályázatban. A kutatást a Magyar Tudományos Akadémia Bolyai János Kutatási Ösztöndíja (BO/00710/23/10) támogatta.

A szerzők tudományos közreműködése

Pásztor Emília Kutatásvezetés, Adatkezelés, Formai elemzés, Pályázás, Kísérletvezetés, Módszertan, Kísérleti munkák, Ellenőrzés, Vizualizáció, Eredeti kézirat, Javított kézirat. **Szilágyi Veronika** Kísérletvezetés (kőanyagvizsgálat), Vizualizáció, Eredeti kézirat, Javított kézirat. **Gerber Dániel** Eredeti kézirat. **Gémes Anett** Kísérletvezetés (antropológiai vizsgálat), Vizualizáció, Eredeti kézirat. **Hajdu Tamás** Kísérletvezetés (antropológiai vizsgálat), Vizualizáció, Eredeti kézirat. **Hajduné Darabos Gabriella** Kísérletvezetés (archeobotanikai vizsgálat), Eredeti kézirat. **Heltai Botond** Kísérletvezetés (archeogenetikai vizsgálat), Eredeti kézirat. **Horváth Anikó** Kísérletvezetés (stroncium, ólom és oxigénizotóp vizs-

gálat), Vizualizáció, Eredeti kézirat. **Illés Levente** Kísérleti munkák (kőanyagvizsgálat). **Kovács Zoltán** Kísérletvezetés (kőanyagvizsgálat), Eredeti kézirat. **Károly Istvánné** Kísérletvezetés (talajvizsgálat), Vizualizáció, Eredeti kézirat. **Kulsár Gabriella** Kutatásvezetés, Ellenőrzés, Eredeti kézirat. **Major István** Kísérletvezetés (szén- és nitrogénizotóp vizsgálat, radiokarbon vizsgálat), Vizualizáció, Eredeti kézirat. **Merkel Máté Róbert** Kísérletvezetés (archeobotanikai vizsgálat), Eredeti kézirat. **Sándorné Kovács Judit** Kísérletvezetés (talajvizsgálat), Vizualizáció, Eredeti kézirat. **Sipos Enikő** Kísérletvezetés (textilvizsgálat), Vizualizáció, Eredeti kézirat. **Sümege Pál** Kísérletvezetés (malakológiai vizsgálat), Vizualizáció, Eredeti kézirat. **Székely György** Kísérletvezetés (kőanyagvizsgálat), Eredeti kézirat. **Szécsényi-Nagy Anna** Kísérletvezetés (archeogenetikai vizsgálat), Vizualizáció, Eredeti kézirat. **Szoldán Zsolt** Kísérletvezetés (talajvizsgálat), Vizualizáció, Eredeti kézirat. **T. Biró Katalin** Kísérletvezetés (kőanyagvizsgálat). **Kiss Viktória** Kutatásvezetés, Adatkezelés, Formai elemzés, Pályázat, Kísérletvezetés, Módszertan, Ellenőrzés, Vizualizáció, Eredeti kézirat, Javított kézirat.

Felhasznált irodalom

ALLENTOF, M.E., SIKORA, M., SJÖGREN, K.-G., RASMUSSEN, S., RASMUSSEN, M., STENDERUP, J., DAMGAARD, P.B., SCHROEDER, H., AHLSTRÖM, T., VINNER, L., MALASPINAS, A.-S., MARGARYAN, A., HIGHAM, T., CHIVALL, D., LYNNEURUP, N., HARVIG, L., BARON, J., CASA, P.D., DĄBROWSKI, P., DUFFY, P.R., EBEL, A.V., EPIMAKHOV, A., FREI, K., FURMANEK, M., GRALAK, T., GROMOV, A., GRONKIEWICZ, S., GRUPE, G., HAJDU, T., JARYSZ, R., KHARTANOVICH, V., KHOKHLOV, A., KISS, V., KOLÁŘ, J., KRIŠKA, A., LASAK, I., LONGHI, C., MCGLYNN, G., MERKEVICIUS, A., MERKYTE, I., METSPALU, M., MKRTCHYAN, R., MOISEYEV, V., PAJA, L., PÁLFI, G., POKUTTA, D., POSPIESZNY, Ł., PRICE, T.D., SAAG, L., SABLIN, M., SHISHLINA, N., SMRČKA, V., SOENOV, V.I., SZEVEÉNYI, V., TÓTH, G., TRIFANOVA, S.V., VARUL, L., VICZE, M., YEPISKOPOSYAN, L., ZHITENEV, V., ORLANDO, L., SICHERITZ-PONTÉN, T., BRUNAK, S., NIELSEN, R., KRISTIANSEN, K. & WILLERSLEV, E. (2015): Population genomics of Bronze Age Eurasia. *Nature* **522** 167–172. <https://doi.org/10.1038/nature14507>

AMBROSE, S. (1986): Stable Carbon and Nitrogen Isotope Analysis of Human and Animal Diet in Africa. *Journal of Human Evolution* **15/8** 707–731.

ANDERS, A. (2016): Újkőkori nőtörténet – bioszociális régészet Polgáron. *Tisicum* **25** 15–24.

ANTONOVIC, D., RESIMIC-SARIC, K. & CVETKOVIĆ, V. (2005): Stone raw materials in the Vinča Culture: petrographic analysis of the assemblage from Vinča and Belovode: *Starinar* **LV** 53–66.

ARISZTOTELÉSZ, S. (343 BC): Peri tá zōahistoriai [Περὶ τὰ ζῷα ιστορίαι]. [The History of Animals.] olosae (1619. évi kiadás), Typis Raymundi Colomerij, 1–8.

https://classics.mit.edu/Aristotle/history_anim.html

BABOS K. (1994): *Faanyagismeret és fajajmeghatározás restaurátoroknak*. Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest. 153 pp.

BÁNYFY, E. (2013): Német-magyar bioarcheológiai kutatási program az MTA BTK Régészeti Intézetben. *Magyar Régészet* **2013 Nyár** 1–6.

BAZYLEV, B.A., POPEVIC, A., KARAMATA, S., KONONKOVA, N.N., SIMAKIN, S.G., OLUJIC, J., VUJNOVIC, L. & MEMOVIC, E. (2009): Mantle peridotites from the Dinaridic ophiolite belt and the Vardar zone western belt, central Balkan: A petrological comparison. *Lithos* **108/1-4** 37–71.

<https://doi.org/10.1016/j.lithos.2008.09.011>

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* **XX/1** 51–66.

BERGERBRANT, S. (2007): Bronze Age Identities: Costume, Conflict and Contact in Northern Europe 1600–1300 BC. *Stockholm Studies in Archaeology* **43** 1–232.

BERNARDINI, F., EICHERT, D., LENAZ, D., DE MIN, A., TUNIZ, C., VELUŠEK, A., & KOKELJ, E. M. (2011): Synchrotron FTIR micro-spectroscopy applied to the study of polished serpentinite artefacts: a non-destructive analytical approach. *Archaeometry* **53/4** 753–764.

<https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2010.00580.x>

BERNERT, Zs., ÉVINGER, S., HAJDU, T. (2008): Adatok a gyermekek életkor becsléséhez a Kárpát-medencei történeti népességek gyermekhalottainak csontméretei alapján. (New data on the biological age estimation of children using bone measurements based on historical populations from the Carpathian Basin). *Anthropologiai Közlemények* **49** 43–50.

BÓNA, I. (1958): Chronologie der Hortfunde vom Koszider-Typus. *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae* **9** 228–263.

BOZI, R. & SZABÓ, G. (2022): The beginnings of the use of equids as work animals in the Bronze Age Carpathian Basin. *Antaeus* **38** 107–142.

- 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>
- BROTHWELL, D.R. (1963): *Digging up bones*. British Museum. London, 194 pp.
- BROTHWELL, D.R. (1988): *The Bog Man and the Archaeology of People*. British Museum Publications Ltd., London, 136 pp.
- BUIKSTRA, J. szerk. (2019). *Ortner's Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains*. 3. kiad. Academic Press, London, 839 pp.
- CALLENDER, G. (1998). Minoans and the Sea: Trade and Aesthetics in the Aegean. *Ancient History Resources for Teachers* **28/1** 1–14.
- CAPPERS, R.T.J., BEKKER, R.M. & JANS, J.E.A. (2012): Digitaal ezaden atlas van Nederland. *Groningen Archaeological Studies* **4**. Barkhuis, 502 pp.
- CIARI, M., DJERIĆ, N., GARFAGNOLI, F., HRVATOVIĆ, H., KRSTIĆ, M., LEVI, N., MALASOMA, A., MARRONI, M., MENNA, F., NIRTA, G., PANDOLFI, L., PRINCIPI, G., SACCANI, E., STOJADINOVIĆ, U. & TRIVIĆ, B. (2011): The geology of the Zlatibor-Maljenarea (Western Serbia): a geotraverse across the ophiolites of the Dinaric-Hellenic collisional belt. *Ofoliti* **36/2** 139–166. <https://doi.org/10.4454/ofoliti.v36i2.399>
- CHOCHOL, J. (1961): Anthropologische Analyse menschlicher Brandreste aus den Lausitzer Gräberfeldern in Ustí nad Labem Strekov II und in Zirkovice, Bezirk Cheb. In: PLESL, E., ed., *Lužická kultura v severozápadních částech. Die Lausitzer Kultur in Westböhmen. Monumenta Archaeologica* **8** Praha: eskoslovenské akademie věd 273–290.
- CSÁKY, V., GERBER, D., KONCZ, I., CSIKY, G., MENDE, B.G., SZEIFERT, B., EGYED, B., PAMJAV, H., MARCSIK, A., MOLNÁR, E., PÁLFI, G., GULYÁS, A., KOVACSÓCZY, B., LEZSÁK, G.M., LŐRINCZY, G., SZÉCSÉNYI-NAGY, A. & VIDA, T., (2020): Genetic insights into the social organisation of the Avar period elite in the 7th century AD Carpathian Basin. *Scientific Reports* **10** 948. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-57378-8>
- CSÁNYI M. (2019): Kik voltak ők és honnan jöttek? Abszolút időrendi adatokból leszűrhető következtetések a jánoshidai késő bronzkori temetőben. *Tisicum* **27** 47–64.
- DABNEY, J., KNAPP, M., GLOCKE, I., GANSAUGE, M.-T., WEIHMANN, A., NICKEL, B., VALDIOSERA, C., GARCIA, N., PAABO, S., ARSUAGA, J.-L. & MEYER, M. (2013): Complete mitochondrial genome sequence of a Middle Pleistocene cave bear reconstructed from ultrashort DNA fragments. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **110** 15758–15763. <https://doi.org/10.1073/pnas.1314445110>
- DAUX, V., LÉCUYER, C., HÉRAN, M.A., AMIOT, R., SIMON, L., FOUREL, F., MARTINEAU, F., LYNNERUP, N., REYCHLER, H., ESCARGUEL, G. (2008): Oxygen isotope fractionation between human phosphate and water revisited. *Journal of Human Evolution* **55** 1138–1147. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2008.06.006>
- DENIRO, M. J. & EPSTEIN, S. (1978): Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta* **42** 495–506.
- DEPAERMENTIER, M.L.C., KEMPF, M., BÁNFFY, E., ALT, K.W. (2020): Tracing mobility patterns through the 6th-5th millennia BC in the Carpathian Basin with strontium and oxygen stable isotope analyses. *Plos One* **15/12** e0242745. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242745>
- DEPAERMENTIER, M.L.C., KEMPF, M., BÁNFFY, E., ALT, K.W. (2021): Modelling a scale-based strontium isotope baseline for Hungary. *Journal of Archaeological Science* **135** 105489. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2021.105489>
- EGRY I. (2004): Halomsíros temető Győr-Ménfőcsanak-Bevásárlóközpont területén. – Cemetery of Tumulus culture in the territory of the Shopping center of Győr-Ménfőcsanak. In: *ΜΟΜΟΣ III. Óskoros Kutatók III. Összejövetelének konferenciakötete. Halottkultusz és temetkezés. Szombathely-Bozsok, 2002. október 7-9. Szombathely 2004*, 121–138.
- ÉRY, K., KRALOVÁNSZKY, A. & NEMESKÉRI, J. (1963). Történeti népeségek rekonstrukciójának reprezentációja. *Anthropologiai Közlemények* **7** 41–90.
- FARKAS, A. (2013): A vatyai bronzkori kultúra köeszközeinek archeometriai vizsgálata. *Közöletlen doktori értekezés*, Debreceni Egyetem, 111 pp.
- FILATOVA, S. (2022): The crop spectra of the Hungarian Bronze Age before and after the introduction of millet. In: KIRLEIS, W., DAL CORSO, M. & FILIPOVIĆ, eds., *Millet and what else? The wider context of the adoption of millet cultivation in Europe. Scales of Transformation in Prehistoric and Archaic Societies*. Sidestone Press, Leiden, 39–68. <https://doi.org/10.59641/o7235ra>
- FILIPOVIĆ, D., MEADOWS, J., CORSO, M.D. KIRLEIS, W., ALSLEBEN, A., AKERET, Ö.,

- BITTMANN, F., BOSI, G., CIUTĂ, B., DRESLEROVÁ, D., EFFENBERGER, H., GYULAI, F., HEISS, A.G., HELLMUND, M., JAHNS, S., JAKOBITSCH, T., KAPCIA, M., KLOOß, S., KOHLER-SCHNEIDER, M., KROLL, H., MAKAROWICZ, P., MARINOVA, E., MÁRKLE, T., MEDOVIĆ, A., MERCURI, A.M., MUELLER-BIENIEK, A., NISBET, R., PASHKEVICH, G., PEREGO, R., POKORNÝ, P., POSPIESZNY, L., PRZYBYŁA, M., REED, K., RENNWANZ, J., STIKA, H.-P., STOBBE, A., TOLAR, T., WASYLIKOWA, K., WIETHOLD, J. & ZERL, T. (2020): New AMS ¹⁴C dates track the arrival and spread of broomcorn millet cultivation and agricultural change in prehistoric Europe. *Scientific Reports* **10**, 13698. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-70495-z>
- FRÝBOVÁ, P., GADAS, P., PŘICHYSTAL, A., VŠIANSKÝ, D., HADACZ, R. & HLAUSA, P. (2018): The provenance of serpentinite tools in the Corded Ware culture of Moravia (Czech Republic). *Geological Quarterly* **62/3** 563–578. <https://doi.org/10.7306/gq.1437>
- FU, Q., MITTNIK, A., JOHNSON, P.L.F., BOS, K., LARI, M., BOLLONGINO, R., SUN, C., GIEMSCH, L., SCHMITZ, R., BURGER, J., RONCHITELLI, A.M., MARTINI, F., CREMONESI, R.G., SVOBODA, J., BAUER, P., CARAMELLI, D., CASTELLANO, S., REICH, D., PÄÄBO, S. & KRAUSE, J. (2013): A Revised Timescale for Human Evolution Based on Ancient Mitochondrial Genomes. *Current Biology* **23** 553–559. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.02.044>
- GAMARRA, B., HOWCROFT, R., MCCALL, A., DANI, J., HAJDU, Zs., NAGY, E. Gy., D. SZABÓ, L., DOMBORÓCZKI, L., PAP, I., RACZKY, P., MARCSIK, A., K. ZOFFMANN, Zs., HAJDU, T., N. M. FEENEY, R. & PINHASI, R. (2018): 5000 years of dietary variations of prehistoric farmers in the Great Hungarian Plain. *PLoS ONE* **13/5** e0197214. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197214>
- GEARY, D. H., HUNT, G., MAGYAR, I., & SCHREIBER, H. (2010): The paradox of gradualism: phyletic evolution in two lineages of lymnecardiid bivalves (Lake Pannon, Central Europe). *Paleobiology* **36/4** 592–614. <https://doi.org/10.1666/08065.1>
- GENCSI, L., & VANCSURA, R. 1997. *Dendrológia. Erdészeti növénytan II. Mezőgazda Kiadó, Budapest*, 728 pp.
- GERBER, D., SZEIFERT, B., SZÉKELY, O., EGYED, B., GYURIS, B., GIBLIN, J.I., HORVÁTH, A., KÖHLER, K., KULCSÁR, G., KUSTÁR, Á., MAJOR, I., MOLNÁR, M., PALCSU, L., SZEVEÉNYI, V., FÁBIÁN, S., MENDE, B., BONDÁR, M., ARI, E., KISS, V. & SZÉCSÉNYI-NAGY, A. (2023): Interdisciplinary Analyses of Bronze Age Communities from Western Hungary Reveal Complex Population Histories. *Molecular Biology and Evolution* **40**, 9 msad182. <https://doi.org/10.1093/molbev/msad182>
- GERLING, C. (2015): Prehistoric Mobility and Diet in the West Eurasian Steppes 3500 to 300 BC. An Isotopic Approach. *Topoi. Berlin Studies of the Ancient World / Topoi. Berliner Studier der Alten Welt* **25**. Berlin – Boston, 402 pp. <https://doi.org/10.1515/9783110311211>
- GIBLIN, J.I. (2011): Isotope analysis on the Great Hungarian Plain: an exploration of mobility and subsistence. *PhD Dissertation*. The Ohio State University, Columbus, 336 pp. http://rave.ohiolink.edu/etdc/view?acc_num=osu1306863726
- GREGUSS, P. (1959): *Holzanatomie der Europäischen Laubhölzer und Sträucher*. Akadémia Kiadó, Budapest, 330 pp.
- GRÖMER, K. (2016): *The Art of Prehistoric Textile Making*. Naturhistorisches Museum Wien. 533 pp.
- GYULAI, F. (2010). *Archaeobotany in Hungary. Seed, fruit, food and beverages remains in the Carpathian Basin: an archaeobotanical investigation of plant cultivation and ecology from the Neolithic until the Late Middle Ages*. Archaeolingua Kiadó, Budapest, 478 pp.
- HAAK, W., LAZARIDIS, I., PATTERSON, N., ROHLAND, N., MALLICK, S., LLAMAS, B., BRANDT, G., NORDENFELT, S., HARNEY, E., STEWARDSON, K., FU, Q., MITTNIK, A., BÁNFFY, E., ECONOMOU, C., FRANCKEN, M., FRIEDERICH, S., PENA, R.G., HALLGREN, F., KHARTANOVICH, V., KHOKHLOV, A., KUNST, M., KUZNETSOV, P., MELLER, H., MOCHALOV, O., MOISEYEV, V., NICKLISCH, N., PICHLER, S.L., RISCH, R., ROJO GUERRA, M.A., ROTH, C., SZÉCSÉNYI-NAGY, A., WAHL, J., MEYER, M., KRAUSE, J., BROWN, D., ANTHONY, D., COOPER, A., ALT, K.W. & REICH, D. (2015): Massive migration from the steppe was a source for Indo-European languages in Europe. *Nature* **522** 207–211. <https://doi.org/10.1038/nature14317>
- HEINAMAN, R. (2007): Actuality, Potentiality and De Anima II.5. *Phronesis* **52/2** 139–187. <https://doi.org/10.1163/156852807X180063>
- HOVORKA, D. & ILLÁSOVÁ, L. (1995): Antigorite serpentinite: rare raw material of Neolithic polished stone industry from Slovakia. *Archeologické rozhledy* **47/3** 357–362.
- JAEGER, M., KULCSÁR, G., MELIS, E., STRÓZYK, M., PISZORA, P., CSUVÁR-ANDRÁSI, R., GUBA, SZ., CSÁNYI, M., PAP,

E., PÁSZTOR, E., SZATHMÁRI, I., PATAY, R. & KISS, V. (2023): Baltic Amber in Hungarian Bronze Age. New Data and Current Stage of Research. *Sprawozdania Archeologiczne* **75/2** 137–186. <https://doi.org/10.23858/SA75.2023.2.3500>

JANAWAY, R.C. (1985): Dust to dust: The preservation of textile materials in metal artefact corrosion products with reference to inhumation graves. *Science and Archaeology* **27** 29–34.

JANKOVITS, K. (2021): A bronze hoard from Pusztasárákánytó (Mosdós-Pusztasárákánytó) and a burial assemblage from Rákai (County Somogy) in the collection of the Piarist Museum in Budapest. *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae* **72** 1–20. <https://doi.org/10.1556/072.2021.00001>

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>

KASZTOVSZKY, Zs., MARÓTI, B., SZENTMIKLÓSI, L. & GMÉLING, K. (2022): Applicability of prompt-gamma activation analysis to determine elemental compositions of silicate-based cultural heritage objects and their raw materials. *Journal of Cultural Heritage* **55** 356–368. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2022.04.011>

KATONA, L., MAGYAR, I., BERTA, T., VARGA, A., & SZTANÓ, O. (2015): Pannóniai puhatestű fauna a Fűzfői-öböl környékének két feltárásából. *Földtani Közlemény* **145/2** 127–150.

KLEB, B. (1973): A mecseki pannon földtana. *Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **53/3** 749–891.

KORLÁTH, Zs. (2021): Türr István Múzeum rekultivációs talajvédelmi terve. *Közöletlen kézirat*. Türr István Múzeum, Baja.

KOVÁCS, T. (1966): A halomsíros kultúra leletei az Észak-Alföldön (Die Funde der Hügelgräberkultur). *Archaeologiai Értesítő* **93** 159–199.

KURZAWSKA, A., SOBKOWIAK-TABAKA, I. & JAKUBOWSKI, G. (2020). Miocene shells in Late Neolithic and Early Bronze Age burials in Poland. *Geoarchaeology* **35/6** 952–973. <https://doi.org/10.1002/gea.21809>

LAZARIDIS, I., ALPASLAN-ROODENBERG, S., ACAR, A., AÇIKKOL, A., AGELARAKIS, A., AGHIKYAN, L., AKYÜZ, U., ANDREEVA, D., ANDRIJAŠEVIĆ, G., ANTONOVIĆ, D., ARMIT, I., ATMACA, A., AVETISYAN, P., AYTEK, A.İ., BACVAROV, K., BADALYAN, R., BAKARDZHIEV, S., BALEN, J., BEJKO, L., BERNARDOS, R., BERTSATOS, A., BIBER, H.,

BILIR, A., BODRUŽIĆ, M., BONOGOFKY, M., BONSALE, C., BORIĆ, D., BOROVINIĆ, N., BRAVO MORANTE, G., BUTTINGER, K., CALLAN, K., CANDILIO, F., CARIĆ, M., CHERONET, O., CHOHAZDZHIEV, S., CHOVALOPOULOU, M.-E., CHRYSSOULAKI, S., CIOBANU, I., ČONDIĆ, N., CONSTANTINESCU, M., CRISTIANI, E., CULLETON, B.J., CURTIS, E., DAVIS, J., DEMCENCO, T.I., DERGACHEV, V., DERIN, Z., DESKAJ, S., DEVEJYAN, S., DJORDJEVIĆ, V., DUFFETT CARLSON, K.S., ECCLES, L.R., ELENSKI, N., ENGIN, A., ERDOĞAN, N., ERIRPAZARCI, S., FERNANDES, D.M., FERRY, M., FREILICH, S., FRÎNCULEASA, A., GALATY, M.L., GAMARRA, B., GASPARYAN, B., GAYDARSKA, B., GENÇ, E., GÜLTEKIN, T., GÜNDÜZ, S., HAJDU, T., HEYD, V., HOBOSYAN, S., HOVHANNISYAN, N., ILIEV, I., ILIEV, L., ILIEV, S., İVGİN, İ., JANKOVIĆ, I., JOVANOVA, L., KARKANAS, P., KAVAZKINDİĞILI, B., HILAL KAYA, E., KEATING, D., KENNETT, D.J., KESICI, S.D., KHUDAVERDYAN, A., KISS, K., KILIÇ, S., KLOSTERMANN, P., BOCA NEGRA VALDES, S.K., KOVAČEVIĆ, S., KRENZ-NIEDELA, M., KRZNARIĆ ŠKRIVANKO, M., KURTI, R., KUZMAN, P., LAWSON, A.M., LAZAR, C., LESHTAKOV, K., LEVY, T.E., LIRITZIS, I., LORENTZ, K.O., ŁUKASIK, S., MAH, M., MALLICK, S., MANDL, K., MARTIROSYAN-OLSHANSKY, K., MATTHEWS, R., MATTHEWS, W., MCSWEENEY, K., MELIKYAN, V., MICCO, A., MICHEL, M., MILAŠINOVIĆ, L., MITTNIK, A., MONGE, J.M., NEKHRIZOV, G., NICHOLLS, G., NIKITIN, A.G., NIKOLOV, V., NOVAK, M., OLALDE, I., OPPENHEIMER, J., OSTERHOLTZ, A., ÖZDEMİR, C., TOYKAN ÖZDOĞAN, K., ÖZTÜRK, N., PAPADIMITRIOU, N., PPAKONSTANTINO, N., PPAATHANASIOU, A., PARAMAN, L., PASKARY, E.G., PATTERSON, N., PETRAKIEV, I., PETROSYAN, L., PETROVA, V., PHILIPPA-TOUCHAIS, A., PILIPOSYAN, A., POCUCA KUZMAN, N., POTREBICA, H., PREDA-BĂLĂNICĂ, B., PREMUŽIĆ, Z., PRICE, T.D., QIU, L., RADOVIĆ, S., AZIZ, K.R., RAJIĆ ŠIKANJIĆ, P., RASHEED RAHEEM, K., RAZUMOV, S., RICHARDSON, A., ROODENBERG, J., RUKA, R., RUSSEVA, V., ŞAHİN, M., ŞARBAK, A., SAVAŞ, E., SCHATTKE, C., SCHEPARTZ, L., SELÇUK, T., SEVİM-EROL, A., SHAMOON-POUR, M., SHEPHARD, H.M., SIDERIS, A., SIMALCSIK, A., SIMONYAN, H., SINIK, V., SIRAK, K., SIRBU, G., ŠLAUS, M., SOFICARU, A., SÖĞÜT, B., SOŁTYSIAK, A., SÖNMEZ-SÖZER, Ç., STATHI, M., STESKAL, M., STEWARDSON, K., STOCKER, S., SUATA-ALPASLAN, F.,

- SUVOROV, A., SZÉCSÉNYI-NAGY, A., SZENICZEY, T., TELNOV, N., TEMOV, S., TODOROVA, N., TOTA, U., TOUCHAIS, G., TRIANTAPHYLLOU, S., TÜRKER, A., UGARKOVIĆ, M., VALCHEV, T., VELJANOVSKA, F., VIDEVSKI, Z., VIRAG, C., WAGNER, A., WALSH, S., WŁODARCZAK, P., WORKMAN, J.C., YARDUMIAN, A., YAROVY, E., YAVUZ, A.Y., YILMAZ, H., ZALZALA, F., ZETTL, A., ZHANG, Z., ÇAVUŞOĞLU, R., ROHLAND, N., PINHASI, R., REICH, R. & DAVTYAN, R. (2022): The genetic history of the Southern Arc: A bridge between West Asia and Europe. *Science* **377** 6609:eabm4247. <https://doi.org/10.1126/science.abm4247>
- LAZARIDIS, I., PATTERSON, N., MITTNIK, A., RENAUD, G., MALLICK, S., KIRSANOW, K., SUDMANT, P.H., SCHRAIBER, J.G., CASTELLANO, S., LIPSON, M., BERGER, B., ECONOMOU, C., BOLLONGINO, R., FU, Q., BOS, K.I., NORDENFELT, S., LI, H., DE FILIPPO, C., PRÜFER, K., SAWYER, S., POSTH, C., HAAK, W., HALLGREN, F., FORNANDER, E., ROHLAND, N., DELSATE, D., FRANCKEN, M., GUINET, J.-M., WAHL, J., AYODO, G., BABIKER, H.A., BAILLIET, G., BALANOVSKA, E., BALANOVSKY, O., BARRANTES, R., BEDOYA, G., BEN-AMI, H., BENE, J., BERRADA, F., BRAVI, C.M., BRISIGHELLI, F., BUSBY, G.B.J., CALI, F., CHURNOSOV, M., COLE, D.E.C., CORACH, D., DAMBA, L., VAN DRIEM, G., DRYOMOV, S., DUGOUJON, J.-M., FEDOROVA, S.A., GALLEGU ROMERO, I., GUBINA, M., HAMMER, M., HENN, B.M., HERVIG, T., HODOGLUGIL, U., JHA, A.R., KARACHANAK-YANKOVA, S., KHUSAINOVA, R., KHUSNUTDINOVA, E., KITTLES, R., KIVISILD, T., KLITZ, W., KUINSKAS, V., KUSHNIAREVICH, A., LAREDJ, L., LITVINOV, S., LOUKIDIS, T., MAHLEY, R.W., MELEGH, B., METSPALU, E., MOLINA, J., MOUNTAIN, J., NÄKKÄLÄJÄRVI, K., NESHEVA, D., NYAMBO, T., OSIPOVA, L., PARIK, J., PLATONOV, F., POSUKH, O., ROMANO, V., ROTHHAMMER, F., RUDAN, I., RUIZBAKIEV, R., SAHAKYAN, H., SAJANTILA, A., SALAS, A., STARIKOVSKAYA, E.B., TAREKEGN, A., TONCHEVA, D., TURDIKULOVA, S., UKTVERYTE, I., UTEVSKA, O., VASQUEZ, R., VILLENA, M., VOEVODA, M., WINKLER, C.A., YEPISKOPSYAN, L., ZALLOUA, P., ZEMUNIK, T., COOPER, A., CAPELLI, C., THOMAS, M.G., RUIZ-LINARES, A., TISHKOFF, S.A., SINGH, L., THANGARAJ, K., VILLEMS, R., COMAS, D., SUKERNIK, R., METSPALU, M., MEYER, M., EICHLER, E.E., BURGER, J., SLATKIN, M., PÄÄBO, S., KELSO, J., REICH, D. & KRAUSE, J. (2014): Ancient human genomes suggest three ancestral populations for present-day Europeans. *Nature* **513** 409–413. <https://doi.org/10.1038/nature13673>
- MAGYAR, I. & SZÓNOKY, M. (2001): Hird, Drávakavics Kft homokbánya. In: PÁLFY, J. szerk., *4. Őslénytani Vándorgyűlés összefoglalói és kirándulásvezetője*. Magyarhoni Földtani Társulat kiadványa, Budapest, 40–42.
- MAGYAR, I., GEARY, D.H., & MÜLLER, P. (1999): Paleogeographic evolution of the Late Miocene Lake Pannon in Central Europe. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **147** 151–167. [https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(98\)00155-2](https://doi.org/10.1016/S0031-0182(98)00155-2)
- MAGYAR, I., SZTANÓ, O., CSILLAG, G., KERCSMÁR, Zs., KATONA, L., LANTOS, Z. BARTHA, I.Z., & FODOR, L. (2017): A Gerecse pannóniai puhatestűi és lelőhelyeik: rétegtan, öskörnyezet és fejlődéstörténet. *Földtani Közlemény* **147/2** 149–176. <https://doi.org/10.23928/foldt.kozl.2017.147.2.149>
- MAJEROWICZ, A., WOJCIK, A., GUIA, P. & CHOLEWA, P. (2000): Comparative study of serpentinite textures and rock material of Neolithic artefacts from Lower Silesia (SW Poland). *Krystalinikum* **26** 111–117.
- MAJOR, I., FUTÓ, I., DANI, J., ORSOLYA CSERPÁK-LACZI, O., GASPARIK, M., TIMOTHY, A.J. & MOLNÁR, M. (2019): Assessment and development of bone preparation for radiocarbon dating at Hekal. *Radiocarbon* **61/5** 1551–1561. <http://dx.doi.org/10.1017/rdc.2019.60>
- MAKAROWICZ, P. (2017). The birth of a new world. Barrows, warriors, and metallurgists (1600–1200/1100 BC). In: Urbańczyk, P. ed., *The Past Societies. Polish lands from the first evidence of human presence to the Early Middle Ages* **3**, Institute of Archaeology and Ethnology, Polish Academy of Sciences, Warszawa, 127–186.
- MANN, R. W., HUNT, D. R. & LOZANOFF, S. (2016). *Photographic Regional Atlas of Non-Metric Traits and Anatomical Variants in the Human Skeleton*. Charles C. Thomas Publisher, Springfield. 716 pp.
- MARÍN-AGUILERA, B., IACONO, F., & GLEBA, M. (2018): Colouring the mediterranean: Production and consumption of purple-dyed textiles in pre-Roman times. *Journal of Mediterranean Archaeology* **31/2** 127–154. <https://doi.org/10.1558/jma.38080>
- MARTIN, R. & SALLER, K. (1957). *Lehrbuch der Anthropologie*, Vol. 1-2. Fischer Verlag, Stuttgart, 661 pp.
- MATHIESON, I., ALPASLAN-ROODENBERG, S., POSTH, C., SZÉCSÉNYI-NAGY, A., ROHLAND, N., MALLICK, S., OLALDE, I.,

- BROOMANDKHOSHBACHT, N., CANDILIO, F., CHERONET, O., FERNANDES, D., FERRY, M., GAMARRA, B., FORTES, G.G., HAAK, W., HARNEY, E., JONES, E., KEATING, D., KRAUSE-KYORA, B., KUCUKKALIPCI, I., MICHEL, M., MITTNIK, A., NÄGELE, K., NOVAK, M., OPPENHEIMER, J., PATTERSON, N., PFRENGLE, S., SIRAK, K., STEWARDSON, K., VAI, S., ALEXANDROV, S., ALT, K.W., ANDREESCU, R., ANTONOVIĆ, D., ASH, A., ATANASSOVA, N., BACVAROV, K., GUSZTÁV, M.B., BOCHERENS, H., BOLUS, M., BORONEANȚ, A., BOYADZHIEV, Y., BUDNIK, A., BURMAZ, J., CHOHAZDZHEV, S., CONARD, N.J., COTTIAUX, R., ČUKA, M., CUPILLARD, C., DRUCKER, D.G., ELENSKI, N., FRANCKEN, M., GALABOVA, B., GANETSOVSKI, G., GÉLY, B., HAJDU, T., HANDZHYISKA, V., HARVATI, K., HIGHAM, T., ILIEV, S., JANKOVIĆ, I., KARAVANIĆ, I., KENNETT, D.J., KOMŠO, D., KOZAK, A., LABUDA, D., LARI, M., LAZAR, C., LEPPEK, M., LESHTAKOV, K., VETRO, D.L., LOS, D., LOZANOV, I., MALINA, M., MARTINI, F., MCSWEENEY, K., MELLER, H., MENĐUŠIĆ, M., MIREA, P., MOISEYEV, V., PETROVA, V., PRICE, T.D., SIMALCSIK, A., SINEO, L., ŠLAUS, M., SLAVCHEV, V., STANEV, P., STAROVIĆ, A., SZENICZEY, T., TALAMO, S., TESCHLER-NICOLA, M., THEVENET, C., VALCHEV, I., VALENTIN, F., VASILYEV, S., VELJANOVSKA, F., VENELINOVA, S., VESELOVSKAYA, E., VIOLA, B., VIRAG, C., ZANINOVIĆ, J., ZÄUNER, S., STOCKHAMMER, P.W., CATALANO, G., KRAUß, R., CAMELLI, D., ZARIŇA, G., GAYDARSKA, B., LILLIE, M., NIKITIN, A.G., POTEKHINA, I., PAPATHANASIOU, A., BORIĆ, D., BONSALL, C., KRAUSE, J., PINHASI, R. & REICH, D. (2018): The genomichistory of southeastern Europe. *Nature* 555 197–203. <https://doi.org/10.1038/nature25778>
- MATHIESON, I., LAZARIDIS, I., ROHLAND, N., MALLICK, S., PATTERSON, N., ALPASLAN Roodenberg, S., HARNEY, E., STEWARDSON, K., FERNANDES, D., NOVAK, M., SIRAK, K., GAMBA, C., JONES, E.R., LLAMAS, B., DRYOMOV, S., PICKRELL, J., ARSUAGA, J.L., DE CASTRO, J.M.B., CARBONELL, E., GERRITSEN, F., KHOKHLOV, A., KUZNETSOV, P., LOZANO, M., MELLER, H., MOCHALOV, O., MOISEYEV, V., ROJO GUERRA, M.A., Roodenberg, J., VERGES, J.M., KRAUSE, J., COOPER, A., ALT, K.W., BROWN, D., ANTHONY, D., LALUEZA-FOX, C., HAAK, W., PINHASI, R. & REICH, D. (2015): Eight thousand years of natural selection in Europe (pre-print). *Genetics* 016477v2. <https://doi.org/10.1101/016477>
- MCCALL, A., GAMARRA, B., CARLSON, K.S.D., BERNERT, Zs., CSÉKI, A., CSengeri, P., DOMBORÓCZKI, L., ENDRŐDI, A., HELLEBRANDT, M., HORVÁTH, A., KIRÁLY, Á., KISS, K., KOÓS, J., KOVÁCS, P., KÖHLER, K., SZOLNOKI, L., K. ZOFFMANN, Zs., SIRAK, S., SZENICZEY, T., DANI, J., HAJDU, T. & PINHASI, R. (2022): Stable carbon and nitrogen isotopes identify nuanced dietary changes from the Bronze and Iron Ages on the Great Hungarian Plain. *Scientific Reports* 12 16982. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-21138-y>
- MEINDL, R. S. & LOVEJOY, C. O. (1985). Ectocranial suture closure: a revised method for the determination of skeletal age at death. *American Journal of Physical Anthropology* 68 57–66. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330680106>
- MOLNÁR M, RINYU L, JANOVICS R, MAJOR I, VERES M. (2012): Introduction of the new AMS C-14 laboratory in Debrecen. *Archeometriai Műhely* 9/3 147–160.
- MOZSOLICS, A. (1957): Archäologische Beiträge zur Geschichte der Grossen Wanderung. *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 8 119–156.
- MOZSOLICS, A. (1967): *Bronzefunde des Karpatenbeckens. Depotfundhorizonte von Hajdúsámson und Kosziderpadlás*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 280 pp.
- NEMESKÉRI, J. & HARSÁNYI, L. (1968): Hamvasztott csontvázletek vizsgálatának kérdései. *Anthropologiai Közlemények* 12 99–116.
- NIGRO, L., MONTANARI, D., MURA, F., YASINE, J. & RINALDI, T. (2018): A hoard of Nilotic nacreous shells from Egypt to Jericho (Early Bronze II, 3000–2800 BCE): Their finding, content and historical archaeological implications. *Palestine Exploration Quarterly*, 150/2 110–125. <https://doi.org/10.1080/00310328.2018.1425957>
- NIKITA, E. (2017). *Osteoarcheology. A Guide to the Macroscopic Study of Human Skeletal Remains*. Academic Press, London, San Diego, Cambridge, Oxford, 462 pp.
- OLALDE, I., BRACE, S., ALLENTOFT, M.E., ARMIT, I., KRISTIANSEN, K., BOOTH, T., ROHLAND, N., MALLICK, S., SZÉCSÉNYI-NAGY, A., MITTNIK, A., ALTENA, E., LIPSON, M., LAZARIDIS, I., HARPER, T.K., PATTERSON, N., BROOMANDKHOSHBACHT, N., DIEKMANN, Y., FALTYSKOVA, Z., FERNANDES, D., FERRY, M., HARNEY, E., DE KNIJFF, P., MICHEL, M., OPPENHEIMER, J., STEWARDSON, K., BARCLAY, A., ALT, K.W., LIESAU, C., RÍOS, P., BLASCO, C., MIGUEL, J.V., GARCÍA, R.M., FERNÁNDEZ, A.A., BÁNFFY, E., BERNABÓ-BREA, M., BILLOIN,

D., BONSALE, C., BONSALE, L., ALLEN, T., BÜSTER, L., CARVER, S., NAVARRO, L.C., CRAIG, O.E., COOK, G.T., CUNLIFFE, B., DENAIRE, A., DINWIDDY, K.E., DODWELL, N., ERNÉE, M., EVANS, C., KUCHARÍK, M., FARRÉ, J.F., FOWLER, C., GAZENBEEK, M., PENA, R.G., HABER-URIARTE, M., HADUCH, E., HEY, G., JOWETT, N., KNOWLES, T., MASSY, K., PFRENGLE, S., LEFRANC, P., LEMERCIER, O., LEFEBVRE, A., MARTÍNEZ, C.H., OLMO, V.G., RAMÍREZ, A.B., MAURANDI, J.L., MAJÓ, T., MCKINLEY, J.I., MCSWEENEY, K., MENDE, B.G., MODI, A., KULCSÁR, G., KISS, V., CZENE, A., PATAY, R., ENDRÓDI, A., KÖHLER, K., HAJDU, T., SZENICZEY, T., DANI, J., BERNERT, Z., HOOLE, M., CHERONET, O., KEATING, D., VELEMÍNSKÝ, P., DOBEŠ, M., CANDILIO, F., BROWN, F., FERNÁNDEZ, R.F., HERRERO-CORRAL, A.-M., TUSA, S., CARNIERI, E., LENTINI, L., VALENTI, A., ZANINI, A., WADDINGTON, C., DELIBES, G., GUERRADOCE, E., NEIL, B., BRITAIN, M., LUKE, M., MORTIMER, R., DESIDERI, J., BESSE, M., BRÜCKEN, G., FURMANEK, M., HAŁUSZKO, A., MACKIEWICZ, M., RAPIŃSKI, A., LEACH, S., SORIANO, I., LILLIOS, K.T., CARDOSO, J.L., PEARSON, M.P., WŁODARCZAK, P., PRICE, T.D., PRIETO, P., REY, P.-J., RISCH, R., ROJO GUERRA, M.A., SCHMITT, A., SERRALONGUE, J., SILVA, A.M., SMRČKA, V., VERGNAUD, L., ZILHÃO, J., CARAMELLI, D., HIGHAM, T., THOMAS, M.G., KENNETT, D.J., FOKKENS, H., HEYD, V., SHERIDAN, A., SJÖGREN, K.-G., STOCKHAMMER, P.W., KRAUSE, J., PINHASI, R., HAAK, W., BARNES, I., LALUEZA-FOX, C. & REICH, D. (2018): The Beaker phenomenon and the genomic transformation of northwest Europe. *Nature* 555 190–196. <https://doi.org/10.1038/nature25738>

PAPAC, L., ERNÉE, M., DOBEŠ, M., LANGOVÁ, M., ROHLACH, A.B., ARON, F., NEUMANN, G.U., SPYROU, M.A., ROHLAND, N., VELEMÍNSKÝ, P., KUNA, M., BRZOBOHATÁ, H., CULLETON, B., DANÉČEK, D., DANIELISOVÁ, A., DOBISÍKOVÁ, M., HLOŽEK, J., KENNETT, D.J., KLEMENTOVÁ, J., KOSTKA, M., KRIŠTUF, P., KUCHARÍK, M., HLAVOVÁ, J.K., LIMBURSKÝ, P., MALYKOVÁ, D., MATTIELLO, L., PECINOVSKÁ, M., PETRIŠČÁKOVÁ, K., PRŮCHOVÁ, E., STRÁNSKÁ, P., SMEJTEK, L., ŠPAČEK, J., ŠUMBEROVÁ, R., ŠVEJCAR, O., TREFNÝ, M., VÁVRA, M., KOLÁŘ, J., HEYD, V., KRAUSE, J., PINHASI, R., REICH, D., SCHIFFELS, S. & HAAK, W. (2021): Dynamic changes in genomic and social structures in third millennium BCE central Europe. *Science Advances* 7, eabi6941. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abi6941>

PATTERSON, N., ISAKOV, M., BOOTH, T., BÜSTER, L., FISCHER, C.-E., OLALDE, I., RINGBAUER, H., AKBARI, A., CHERONET, O., BLEASDALE, M., ADAMSKI, N., ALTENA, E., BERNARDOS, R., BRACE, S., BROOMANDKHOSHBACHT, N., CALLAN, K., CANDILIO, F., CULLETON, B., CURTIS, E., DEMETZ, L., CARLSON, K.S.D., EDWARDS, C.J., FERNANDES, D.M., FOODY, M.G.B., FREILICH, S., GOODCHILD, H., KEARNS, A., LAWSON, A.M., LAZARIDIS, I., MAH, M., MALLICK, S., MANDL, K., MICCO, A., MICHEL, M., MORANTE, G.B., OPPENHEIMER, J., ÖZDOĞAN, K.T., QIU, L., SCHATKE, C., STEWARDSON, K., WORKMAN, J.N., ZALZALA, F., ZHANG, Z., AGUSTÍ, B., ALLEN, T., ALMÁSSY, K., AMKREUTZ, L., ASH, A., BAILLIF-DUCROS, C., BARCLAY, A., BARTOSIEWICZ, L., BAXTER, K., BERNERT, Z., BLÁŽEK, J., BODRUŽIČ, M., BOISSINOT, P., BONSALE, C., BRADLEY, P., BRITAIN, M., BROOKES, A., BROWN, F., BROWN, L., BRUNNING, R., BUDD, C., BURMAZ, J., CANET, S., CARNICERO-CÁCERES, S., ČAUŠEVIČ-BULLY, M., CHAMBERLAIN, A., CHAUVIN, S., CLOUGH, S., ČONDIĆ, N., COPPA, A., CRAIG, O., ČREŠNAR, M., CUMMINGS, V., CZIFRA, S., DANIELISOVÁ, A., DANIELS, R., DAVIES, A., DE JERSEY, P., DEACON, J., DEMINGER, C., DITCHFIELD, P.W., DIZDAR, M., DOBEŠ, M., DOBISÍKOVÁ, M., DOMBORÓCZKI, L., DRINKALL, G., ĐUKIĆ, A., ERNÉE, M., EVANS, C., EVANS, J., FERNÁNDEZ-GÖTZ, M., FILIPOVIĆ, S., FITZPATRICK, A., FOKKENS, H., FOWLER, C., FOX, A., GALLINA, Z., GAMBLE, M., GONZÁLEZ MORALES, M.R., GONZÁLEZ-RABANAL, B., GREEN, A., GYENESEI, K., HABERMEHL, D., HAJDU, T., HAMILTON, D., HARRIS, J., HAYDEN, C., HENDRIKS, J., HERNU, B., HEY, G., HORŇÁK, M., ILON, G., ISTVÁNOVITS, E., JONES, A.M., KAVUR, M.B., KAZEK, K., KENYON, R.A., KHEISHEH, A., KISS, V., KLEIJNE, J., KNIGHT, M., KOOTKER, L.M., KOVÁCS, P.F., KOZUBOVÁ, A., KULCSÁR, G., KULCSÁR, V., LE PENNEC, C., LEGGE, M., LEIVERS, M., LOE, L., LÓPEZ-COSTAS, O., LORD, T., LOS, D., LYALL, J., MARÍN-ARROYO, A.B., MASON, P., MATOŠEVIĆ, D., MAXTED, A., MCINTYRE, L., MCKINLEY, J., MCSWEENEY, K., MEIJLINK, B., MENDE, B.G., MENĐUŠIĆ, M., METLIČKA, M., MEYER, S., MIHOVILIĆ, K., MILASINOVIC, L., MINNITT, S., MOORE, J., MORLEY, G., MULLAN, G., MUSILOVÁ, M., NEIL, B., NICHOLLS, R., NOVAK, M., PALA, M., PAPWORTH, M., PARESIS, C., PATTEN, R., PERKIĆ, D., PESTI, K., PETIT, A., PETRIŠČÁKOVÁ, K., PICHON, C., PICKARD,

- C., PILLING, Z., PRICE, T.D., RADOVIĆ, S., REDFERN, R., RESUTÍK, B., RHODES, D.T., RICHARDS, M.B., ROBERTS, A., ROEFSTRA, J., SANKOT, P., ŠEFČÁKOVÁ, A., SHERIDAN, A., SKAE, S., ŠMOLÍKOVÁ, M., SOMOGYI, K., SOMOGYVÁRI, Á., STEPHENS, M., SZABÓ, G., SZÉCSÉNYI-NAGY, A., SZENICZEY, T., TABOR, J., TANKÓ, K., MARIA, C.T., TERRY, R., TERŽAN, B., TESCHLER-NICOLA, M., TORRES-MARTÍNEZ, J.F., TRAPP, J., TURLE, R., UJVÁRI, F., VAN DER HEIDEN, M., VELEMINSKY, P., VESELKA, B., VYTLAČIL, Z., WADDINGTON, C., WARE, P., WILKINSON, P., WILSON, L., WISEMAN, R., YOUNG, E., ZANINOVIĆ, J., ŽITŇAN, A., LALUEZA-FOX, C., DE KNIJFF, P., BARNES, I., HALKON, P., THOMAS, M.G., KENNETT, D.J., CUNLIFFE, B., LILLIE, M., ROHLAND, N., PINHASI, R., ARMIT, I. & REICH, D. (2022): Large-scale migration into Britain during the Middle to Late Bronze Age. *Nature* **601** 588–594. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-04287-4>
- PATTERSON, N., PRICE, A.L., POLLACK, S., GALINSKY, K., CHANG, C., GUSEV, S., NOVEMBRE, J., BOURSNEILL, M., HANNA, M. & YU, A. (2017): EIGENSOFT. <https://www.hsph.harvard.edu/alkes-price/software/>
- PÁSZTOR, E., PAP, E. & CS. ANDRÁSI, R. (2022): A halomsíros kultúra különleges női sírja Sükösd határában. *Archaeologiai Értesítő* **147/1** 85–104. <http://dx.doi.org/10.1556/0208.2022.00027>
- PEGÁN, E. (2023): Felszíni szerpentin előfordulások és közettani-geokémiai jellegeik a Kárpát-medence környezetében. BSc diplomamunka, ELTE TTK FFI Közetan-Geokémiai Tanszék, Budapest, 50 pp.
- PLINIUS, C. (77 AD). *Naturalis Historia* IX. kötet. [Természettörténet.] Kriterion Könyvkiadó, Bukarest, 1973, 203 pp.
- PRICHYSTAL, A. (2013): *Lithic raw materials in prehistoric times of eastern Central Europe*. Masaryk University, Brno, 351 pp.
- REESE, D.S. (1987): Palaeolithic shells and Bronze Age purple-dye production in the Mediterranean Basin. *Annual of the British School at Athens* **82** 201–206.
- REIMER P., AUSTIN W., BARD E., BAYLISS A., BLACKWELL P., BRONKRAMSEY C. et al. (2020): The IntCal20 Northern Hemisphere Radiocarbon Age Calibration Curve (0–55 cal kBP). *Radiocarbon* **62/4** 725–757. <http://dx.doi.org/10.1017/RDC.2020.41>
- RÉVAY Zs. (2009): Determining elemental composition using prompt gamma activation analysis. *Analytical Chemistry* **81** 6851–6859. <http://dx.doi.org/10.1021/ac9011705>
- ROBERTSON, A., KARAMATA, S. & ŠARIĆ, K. (2009): Overview of ophiolites and related units in the Late Palaeozoic–Early Cenozoic magmatic and tectonic development of Tethys in the northern part of the Balkan region. *Lithos* **108/1–4** 1–36. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2008.09.007>
- ROHLAND, N., GLOCKE, I., AXIMU-PETRI, A. & MEYER, M. (2018): Extraction of highly degraded DNA from ancient bones, teeth and sediments for high-throughput sequencing. *Nature Protocols* **13** 2447–2461. <https://doi.org/10.1038/s41596-018-0050-5>
- ROHLAND, N., MALLICK, S., MAH, M., MAIER, R., PATTERSON, N. & REICH, D. (2022): Three assays for in-solution enrichment of ancient human DNA at more than a million SNPs. *Genome Research* **32** 2068–2078. <https://doi.org/10.1101/gr.276728.122>
- SCHERMANN, S. (1967): *Magismeret I-II*. Akadémia Kiadó, Budapest, 1069 pp.
- SCHINZ, H., BAENSCH, W., FRIEDL, E., & UEHLINGER, E. (1952): Ossifikationstabelle In: SCHINZ, H. Hrg., *Lehrbuch der Röntgen-Diagnostik*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 244–245. <https://doi.org/10.2106/00004623-195234010-00040>
- SCHOUR, J. & MASSLER, M. (1941): The development of the human dentition. *The Journal of the American Dental Association* **28** 1153–1160.
- SCHWEINGRUBER, F. H. (1978): *Microscopic Wood Anatomy*. Birmensdorf: Swiss Federal Institute of Forestry Research, 226 pp.
- SEBE, K., CSILLAG, G., DULAI, A., GASPARIK, M., MAGYAR, I., SELMECZI, I., SZABÓ, M., SZTANÓ, O., & SZUROMI-KORECZ, A. (2015): Neogene stratigraphy in the Mecsek region. In: BARTHA, I. R., KRIVÁN, Á., MAGYAR, I., & SEBE, K. eds., *Neogene of the Paratethyan Region. 6th Workshop on the Neogene of Central and South-Eastern Europe*. An RCMNS Interim Colloquium. Programme, Abstracts, Field Trip Guidebook, Budapest, 102–124.
- SKOCZYLAS, J., JOCHEMCZYK, L., FOLTYN, E. & FOLTYN, E. (2000): Neolithic serpentinite tools of west-central Poland and Upper Silesia. *Krystalinikum* **26** 157–166.
- SMITH, B. H. (1984). Patterns of molarwear in hunter-gatherers and agriculturalists. *American Journal of Physical Anthropology* **63/1** 39–56.
- STEVENS, R. E. (1944): Composition of some chromites of the western hemisphere. *American Mineralogist: Journal of Earth and Planetary Materials* **29/1–2** 1–34.

STLOUKAL, M. & HANÁKOVÁ, H. (1978). Die Lange der Langsknochen altslawischer Bevölkerungen unter besonderer Berücksichtigung von Wachstumsfragen. *Homo* **29** 53–69.

ŠUMIĆ, A. & PAMIĆ, J. (1989): Ultramafitne stijene kod Gronjeg Orešjana sjeveroistočnim obroncima Medvednice. *Geoloski vjesnik* **42** 93–101.

SÜMEGI, P. (2009): Óskori kultúrák ékszereinek elemzése – lokális és távolsági anyagok a csiga- és kagylóékszerek között. In: ILON G. ed., *ΜΟΜΟΣ VI. Nyersanyag és kereskedelem*. Savaria Múzeum kiadványa, Szombathely, 335–347.

SÜMEGI, P. (2010): The archaeozoological analysis of the beads and Mollusc from the Late Copper Age Baden cemetery at Budakalász. In: BONDÁR, M., RACZKY, P. eds., *The Copper Age cemetery of Budakalász*. Pytheas Press, Budapest, 409–437.

SZAKMÁNY, Gy. (2009): Magyarországi csiszolt kőszerszerek nyersanyag típusai az eddigi archeometriai kutatások eredményei alapján. *Archeometriai Műhely* **VI/1** 11–29.

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., 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., ed., *Proceedings of the 37th International Symposium on Archaeometry*, 12th–16th May 2008, Siena, Italy, Springer, Berlin Heidelberg, pp. 311–319.

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>

SZENTMIKLÓSI, L., RÉVAY, Zs., ÖSTÖR, J. & MARÓTI, B. (2023): Improved analytical workflow for prompt gamma activation analysis. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* **333** 3325–3333. <https://doi.org/10.1007/s10967-023-09071-4>

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 kőszerszerek előzetes archeometriai vizsgálati eredményei. *Archeometriai Műhely* **XVIII/3** 237–260.
<https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2021-018>

SZTANÓ, O., MAGYAR, I., SZÓNOKY, M., LANTOS, M., MÜLLER, P., LENKEY, L., KATONA, L., & CSILLAG, G. (2013): A Tihanyi Formáció a Balaton környékén: típusszelvény, képződési körülmények, rétegtani jellemzés. *Földtani Közöny* **143/1** 73–98.

UBELAKER, D.H. (1989): *Human Skeletal Remains, Excavation, Analysis, Interpretation*. Taraxacum, Washington, 172 pp.

UBELAKER, D.H. (2009). The forensic evaluation of burned skeletal remains: a synthesis. *Forensic Science International* **183/1-3** 1–5.
<https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2008.09.019>

VASKOVIĆ, N. & MATOVIĆ, V. (2010): Ophiolites of the Vardar Zone and the Dinarides: Central and West Serbia. *Acta Mineralogica-Petrographica, Field Guide Series* **24**, IMA2010 FieldTripGuide RS1, University of Szeged, Szeged, p. 55.

WAHL, J. (1982): Leichenbranduntersuchungen. Ein Überblick über die Bearbeitungs- und Aussagemöglichkeiten von Brandgräbern. *Prähistorische Zeitschrift* **57** 11–25.

WALDRON, T. (2009). *Paleopathology. Cambridge Manuals in Archeology*. Cambridge University Press, Cambridge, 279 pp.

WILLIAMS-THORPE, O., JONES, M.C., WEBB, C. & RIGBY, I.J. (2000): Magnetic susceptibility thickness corrections for small artefacts and comments on the effects of 'background' materials. *Archaeometry* **42/1** 101–108.
<https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2000.tb00868.x>

ŽEGARAC, A., WINKELBACH, L., BLÖCHER, J., DIEKMANN, Y., KREČKOVIĆ GAVRILOVIĆ, M., PORČIĆ, M., STOJKOVIĆ, B., MILAŠINOVIĆ, L., SCHREIBER, M., WEGMANN, D., VEERAMAH, K.R., STEFANOVIĆ, S. & BURGER, J. (2021): Ancient genomes provide insights into family structure and the heredity of social status in the early Bronze Age of southeastern Europe. *Scientific Reports* **11** 10072. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-89090-x>

