



HAL
open science

Kárpát-medencei nyersanyagokból készült kőeszközök felületi elváltozásainak kvalitatív és kvantitatív elemzése

Antony Borel, Raphaël Deltombe, Julie Marteau, Philippe Moreau, Maxence Bigerelle, György Lengyel, Zsolt Mester

► To cite this version:

Antony Borel, Raphaël Deltombe, Julie Marteau, Philippe Moreau, Maxence Bigerelle, et al.. Kárpát-medencei nyersanyagokból készült kőeszközök felületi elváltozásainak kvalitatív és kvantitatív elemzése. *Magyar Régészet*, 2021, 10 (3), pp.1-12. 10.36245/mr.2021.3.4 . hal-03621116

HAL Id: hal-03621116

<https://hal.science/hal-03621116>

Submitted on 25 Apr 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License

KÁRPÁT-MEDENCEI NYERSANYAGOKBÓL KÉSZÜLT KŐESZKÖZÖK FELÜLETI ELVÁLTOZÁSAINAK KVALITATÍV ÉS KVANTITATÍV ELEMZÉSE

ANTONY BOREL,^{1,2} RAPHAËL DELTOMBE,³ JULIE MARTEAU,⁴ PHILIPPE MOREAU,^{3,5} MAXENCE BIGERELLE,^{3,5}
LENGYEL GYÖRGY,⁶ MESTER ZSOLT^{2,1}

Magyar Régészet 10. évf. (2021), 3. szám, pp. 1–12. <https://doi.org/10.36245/mr.2021.3.4>

Az őskori régészeti kőeszközökön végzett nyomelemzés célja, hogy jellemezzük a felületi elváltozásait, s ezen keresztül meghatározzuk az eszközök funkcióit és leírjuk az egykori emberek technikával kapcsolatos viselkedését. A módszer megbízhatósága és megismételhetősége körül vannak viták, s a nyomelemzők számára a legfőbb nehézséget az jelenti, hogy számszerűsíthető és megismételhető elemzéseket és értelmezéseket javasoljanak a tafonómiai (természetes eredetű) és az antropogén (az ember általi készítéssel és használatával összefüggő) nyomokra.

A nyomok olyan kísérleti referencia-gyűjteményének a létrehozását céloztuk meg, amely elsősorban azokra a közettípusokra összpontosít, amelyek rendszeresen előkerülnek a magyarországi régészeti lelőhelyeken. Ez a gyűjtemény lehetővé teszi majd, hogy jellemezzük a készítés, a használat és a tafonómiai folyamatok domborzati bélyegeit. Ezek (optikai mikroszkópos megfigyeléssel történő) kvalitatív és (konfokális mikroszkópos felületmérésekkel történő) kvantitatív elemzésén keresztül vizsgáljuk majd, hogy 1) milyen mértékű a felületi elváltozások változékonysága, 2) milyen vizsgálati protokoll teszi lehetővé a felületi domborzati bélyegek azonosítását és jellemzését, 3) mik a megfelelő méréstani beállítások, amelyek lehetővé teszik az elváltozási folyamatok megkülönböztetését egymástól.

Ebben a cikkben bemutatjuk annak az előkészítő kísérletnek az eredményeit, amelyben hat különböző nyersanyagból készült szilánkokkal munkáltunk meg csontot és nádat. Beigazolódtott, hogy mindegyik szilánkon azonosíthatók a használati nyomok. A nyomok referencia-gyűjteményének első képei mellett röviden bemutatjuk a projekt következő lépéseit is.

Kulcsszavak: őskor, használati nyom, kőtechnológia, felületelemzés, domborzati bélyeg, Kárpát-medence

BEVEZETÉS

Hogyan készültek az eszközök az őskorban? A különböző embercsoportok vagy éppen a különböző emberfajok eltérő technikákat alkalmaztak-e eszközeik készítéséhez? Használható volt-e minden kőszilánk, s vajon használták is őket? A szerszámokat közvetlenül kézbe fogták vagy pedig nyélbe foglalták? Vajon bőr, csont, növények vágására, kaparására, átlukasztására stb. szolgáltak-e? Ezek az őskori eszközökre vonatkozó kérdések alapvetőek ahhoz, hogy megérthessük az egykori emberek mindennapi életét, hogy leírassuk a környezethez való viszonyukat, és hogy azonosíthassuk a technikai alkalmazkodásukat.

Ezek a kérdések évtizedeken át komoly fejtörést okoztak a régészeknek, akik aztán kifejlesztettek egy tudományterületet, amely azoknak a módszereknek és technikáknak a kutatásával foglalkozik, amelyekkel az egykori emberek létrehozták és átalakították szerszámaikat: ez a tipo-technológiai megközelítés (pl. BORDES 1961; TIXIER 1963). Az őskőkori eszközkészítési technikák megértését célzó kísérleti vizsgálatokra is elég korán sor került (COUTIER 1929). Mégis csak az 1940-es években kezdődött rendszeres kutatás

¹ *Histoire Naturelle de l'Homme Préhistorique (HNHP), Muséum national d'Histoire naturelle, CNRS, UPVD, 1 Rue René Panhard, 75013 Paris, Franciaország.*

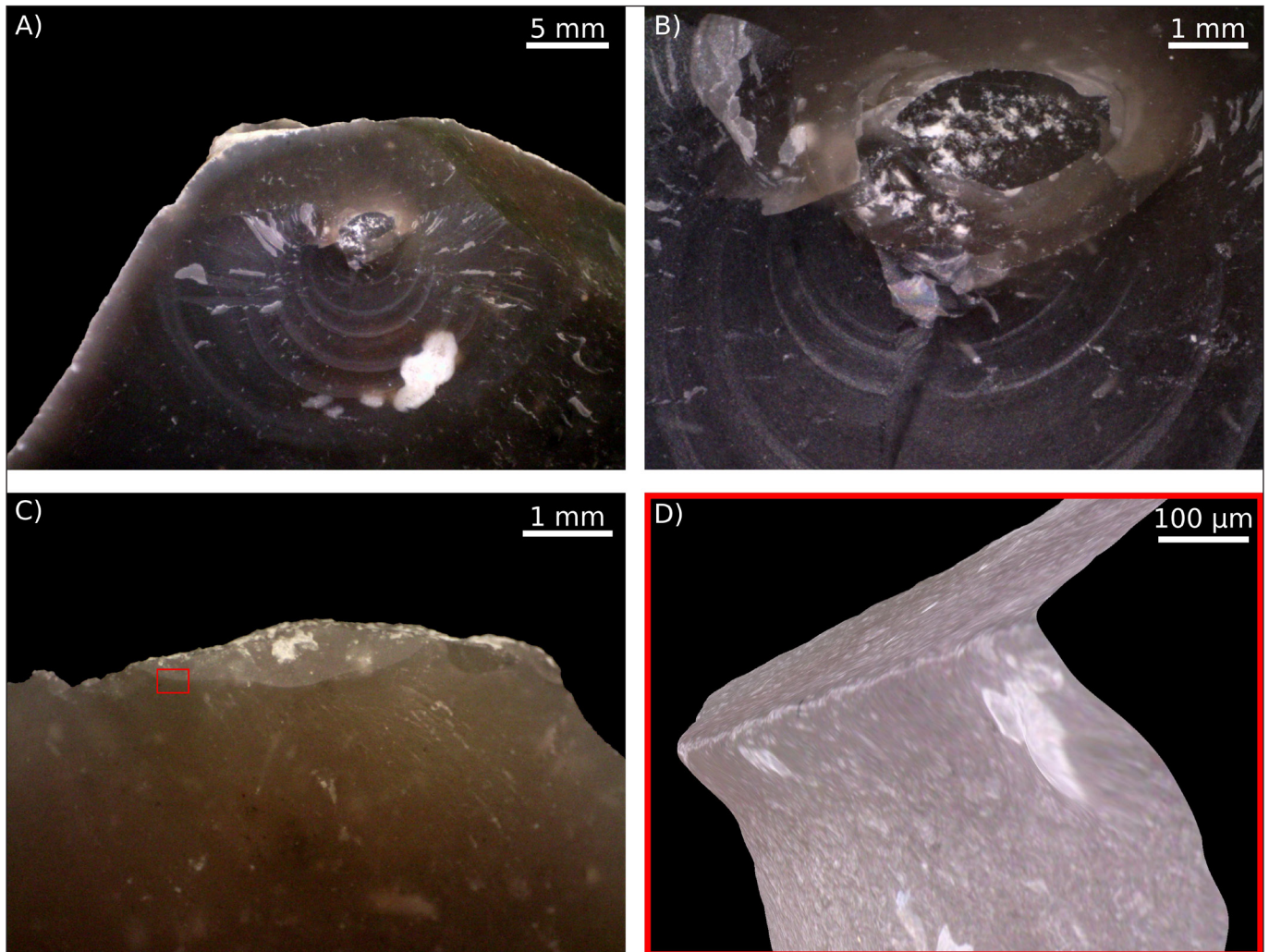
² *Eötvös Loránd Tudományegyetem BTK Régészettudományi Intézet, 1088 Budapest, Múzeum krt. 4/B.*

³ *Université Polytechnique Hauts-de-France, LAMIH, CNRS, UMR 8201, 59313 Valenciennes, Franciaország.*

⁴ *Laboratoire Roberval, Sorbonne Université, Université de Technologie de Compiègne, Centre de Recherches de Royallieu, 60203 Compiègne, Franciaország.*

⁵ *INSA Hauts-de-France, 59313 Valenciennes, Franciaország.*

⁶ *Miskolci Egyetem BTK Őstörténeti és Régészeti Tanszék, 3515 Miskolc-Egyetemváros.*

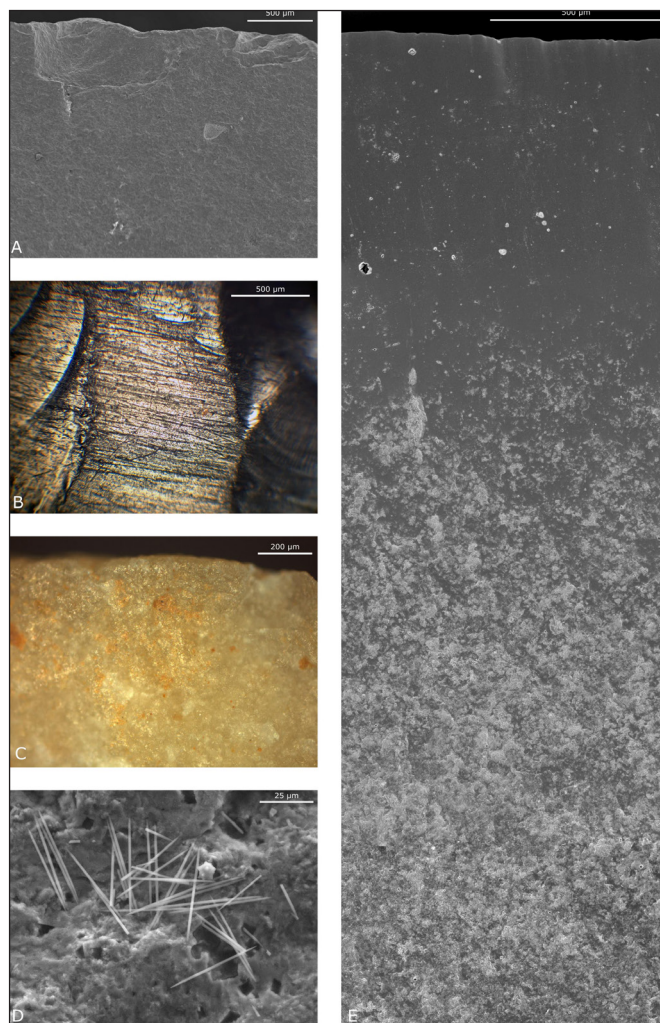


1. kép. Közvetlen ütés nyomai szilánkokon kőütő (A, B) és agancsütő (C, D) használata esetén. A C jelű fotón levő szilánk talonján látszanak az agancs anyagmaradványai. Ugyanott a piros négyzet jelzi a D jelű fotón bemutatott 3D modell helyét. A D jelű fotón a lépték azt a becsült értéket mutatja, amely (a Helicon Focus szoftverrel készült) modellhez felhasznált 2D képek léptékei alapján lett kiszámítva

azzal a céllal, hogy találjanak olyan kritériumokat, amelyek lehetővé teszik a régészeti kőeszközleletek készítési technikáinak azonosítását (BORDES 1947). Az 1960-as évektől kezdve több kutató végzett tudományos kísérleteket, amelyek hozzájárultak a különböző feldolgozási módok (debitázsok) rekonstruálásához. Mindazonáltal kevés figyelmet fordítottak arra, hogy rögzítsék a különböző pattintási technikák jellegzetes lenyomatait (lásd INIZAN et al. 1999). Személyes tapasztalatokra alapozva felvázoltak összefüggéseket egyes felületi jelenségek és egyes pattintási technikák között, ám más megfigyelések ezeket megkérdőjelezték (TIXIER 1982). Szilánkok (és pengék) előállítására irányuló kontrollált kísérletek során kimutatták, hogy vannak összefüggések az előállított termékek metrikus-morfológiai paramétereit és a pattintási művelet fizikai paramétereit, valamint a nyersanyag tulajdonságai között (DIBBLE & PELCIN 1995; DIBBLE 1997; ANDREFSKY 2008; EREN et al. 2014; LENGYEL & CHU 2016). Ugyanakkor nagyon ritkák az olyan tanulmányok, amelyek a különböző pattintási technikák által hagyott nyomokkal (*1. kép*) foglalkoznak (PELEGRIN, 2000; DRISCOLL & GARCÍA-ROJAS, 2014), azok pedig szinte teljesen hiányoznak, amelyek a nyomok számszerűsítésével vizsgálnák a változékonyságukat.

A tárgyakra (esetünkben a kőeszközökre) a felülete van leginkább kitéve a külső kontaktusoknak, s ezáltal közvetlenül érinti a környezetből érkező mindenféle fizikai és kémiai behatás. Legyenek bár tafonómiai vagy antropogén eredetűek ezek a behatások, a legtöbbjük megváltoztatja a felület domborzatát (BROWN et al. 2018). Így a kőeszközökön látható felületi domborzati bélyegek megfigyelése és jel-

lemzése megbízható támpontot szolgáltat azokra a folyamatokra nézve, amelyeken az eszközök átmenetek. Ezen az alapon született meg és fejlődött ki a traszológia (más néven funkcionális megközelítés vagy nyomelemzés). Ez a tudományterület a szerszámok használatának meghatározására és jellemzésére összpontosít (pl. SEMENOV 1964; KEELEY 1980), célul tűzve ki a funkciójuk beazonosítását a karcoldások, mikrosorbulások, legömbölyödések, mikrokopások és anyagmaradványok alapján (pl. BOREL et al. 2014; STEMPEL et al. 2015; lásd még BURRONI et al. 2002; 2. kép). Ennek a tudományterületnek a régészeti leletanyagokra való alkalmazása akkor kezdett nemzetközivé válni, amikor lefordították oroszról angolra SEMENOV alapvető művét (1964), amelyet úttörő kutatásairól írt. Azóta a nyomelemzés hatalmas fejlődésen ment keresztül, ám számos ellentmondás és vita is felmerült a módszer megbízhatóságára és megismételhetőségére vonatkozóan, s ezek még ma is érvényben vannak (ODELL & ODELL-VERECKEN 1980; NEWCOMER et al. 1986; MOSS 1987; BAMFORTH 1988; HURCOMBE 1988; ROTS et al. 2006; CHAN et al. 2020). Mára elfogadottá vált ugyan, hogy a nyomelemzés értékes támpontokat ad ahhoz, hogy jobban megértsük, hogyan és milyen kontextusban használták a múltbeli eszközöket, a (főként kvalitatív) elemzések és értelmezések nagymértékben függenek attól, hogy a megfigyelést végző szakember milyen tapasztalattal rendelkezik, hogyan ítéli meg a látottakat, valamint az ezekből fakadó részrehajlástól. Így hát a legtöbb vita abból a tényből fakad, hogy a nyomok azonosítása főként a régészeti és a kísérleti kőeszközök közötti vizuális analógiákon alapszik, és abból, hogy a mikronyomelemzők számára az egyik legfőbb feladat mai napig az, hogy számszerűsített elemzéseket és igazolható értelmezéseket nyújtsanak. Ezért lényegbevágó a tudományterület jövője szempontjából a kvantitatív módszerek kifejlesztése és/vagy alkalmazása, amelyek kiegészíthetik a továbbra is alapvetőnek számító kvalitatív megközelítést. Az első próbálkozások kvantitatív módszerek alkalmazására a nyomok azonosításában valójában nem új keletűek (pl. SEMENOV 1970; SEMENOV & SHCHELINSKY 1971; DUMONT 1982; TOMENCHUK 1983; 1988; GRACE et al. 1985; BEYRIES 1988). Mindazonáltal csak az utóbbi két évtized folyamán a felület-felvételezési technológiák (különösen az érintkezésmentes technológiák) jobb elterjedésének köszönhetően lendültek fel a nyomok (mikrokopások) számszerűsítésére irányuló törekvések és az ilyen módszertani fejlesztések. A változtatható fókuszú mikroszkópokkal és a különösen a (lézeres) konfokális mikroszkópokkal végzett vizsgálatok nagyon ígéretes eredményeket adtak, minthogy ez a két technológia képes volt kimutatni a felület egyenetlenségében meglévő eltéréseket a különböző kontaktanyagtól származó mikrokopások között (EVANS & DONAHUE 2008; EVANS & MACDONALD 2011; IBÁÑEZ et al. 2014; 2016; 2019; MACDONALD 2014; STEMPEL et al. 2018; ÁLVAREZ-FERNÁNDEZ et al. 2020; PICHON et al. 2021). Újabban pedig egyre több tanulmány vizsgálta kontrollált vagy éppen robotikus kísérletekben a különböző változók hatását a nyomok kialakulására (KEY et al. 2015; 2018; PFLEGING et al. 2015; 2019; QIU 2016; PFLEGING 2019; CALANDRA et al. 2020; RODRIGUEZ et al. 2021), és próbálták javítani az elemzések



2. kép. Nyomok típusai, amelyek alapján a régészeti kőeszközök funkcióját meg lehet határozni. A) mikrotörések vagy csorbulások; B) karcoldások; C) legömbölyödés; D) anyagmaradványok; E) mikrokopás

megismételhetőségén a felvételezési rendszerek paramétereinek tesztelésével (pl. CALANDRA et al. 2019b) vagy megfigyelési eljárások javasolásával (pl. CALANDRA et al. 2019a).

Mind a tipo-technológiai, mind a funkcionális megközelítés jól kidolgozott ahhoz, hogy alapvető megközelítés legyen, egyrészt a készítési technikák, másrészt a használati folyamatok meghatározásához, amelyek a kőeszközök keresztül mentek. Azonban, amint azt fentebb bemutattuk, mindkét megközelítés korlátokkal szembesül a pontosság és megismételhetőség terén. Ugyancsak híján vannak kiterjedt kísérleti referencia-gyűjteményeknek, amelyeknek a jól azonosított és számszerűsített paramétereire lehetőséget tennék a régészeti kőeszközök készítési technikáira és használatára vonatkozó jellemzési és osztályozási modellek felállítását. Ez különösen igaz azoknak a nyersanyagoknak az esetében, amelyeket a magyarországi régészeti lelőhelyeken talált kőeszközök készítéséhez használtak fel.

A PROJEKT CÉLKITŰZÉSEI

A jelenlegi projekt célja 1) egy nagy kísérleti referencia-gyűjtemény létrehozása olyan kőeszközökből, amelyek különböző technikákkal készültek, különböző tevékenységekre használták őket és különböző tafonómiai hatásoknak (azaz eltemetés utáni véletlenszerű vagy természetes folyamatoknak) voltak kitéve, valamint 2) leírni, megmérni és számszerűsíteni az ezek által a felületükön hagyott minden egyes domborzati bélyeget. Ezek után képesek leszünk 3) megbízható és megismételhető nyomosztályozási modelleket alkotni a felületátalakító folyamatoknak a felismeréséhez a magyarországi régészeti lelőhelyeken meglévő kőnyersanyagokra vonatkozóan.

Ezen adatok elemzésével vizsgálhatóvá válik, 1) milyen mértékű a felületi elváltozások változékonysága az egyes tesztelt tafonómiai és antropogén folyamatokon belül és közöttük, 2) mely megismételhető, reprodukálható és sztenderdizálható protokoll teszi lehetővé a készítési technikák, használati és tafonómiai folyamatok felületi domborzati bélyegeinek azonosítását és jellemzését és 3) mely mérési geometrikus sajátosságok, léptékek, felbontások és statisztikák alkalmasak arra, hogy megkülönböztessük egymástól az egyes készítési technikákat, használati és tafonómiai folyamatokat.

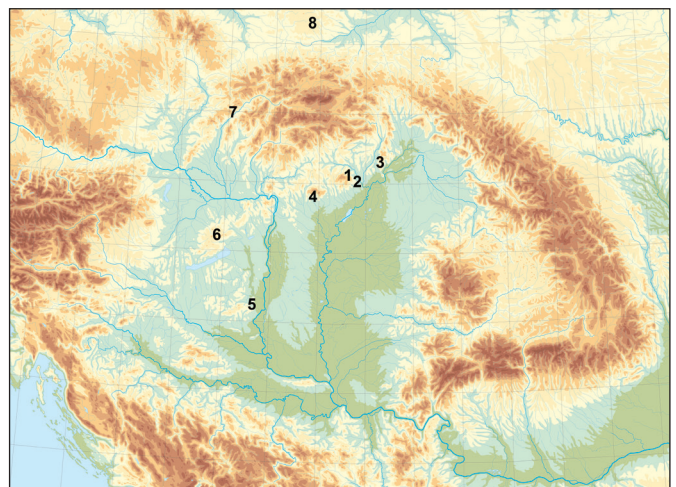
A projekt még az első fázisánál tart, így itt most a folyamatban lévő kísérletnek azokat az előzetes eredményeit mutatjuk be, amelyek célja felmérni, hogyan reagálnak a használatra a kiválasztott nyersanyagok, s vajon megfelelőek-e a kvalitatív és kvantitatív nyomelemzésre.

FELHASZNÁLT ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

A felületi domborzati bélyegek kétség kívül függenek a kőzetfajtától, amelyből a szerszám készült. Az őskor folyamán az emberek sokféle kőzetet használtak fel, ám ez a projekt nyolc kőnyersanyagra összpontosít Magyarországról és a környező területekről (3. kép), melyek rendszerint megtalálhatók Közép-Európa régészeti lelőhelyein (MESTER et al. 2012):

- radiolarit a Bakonyból és a Mecsekből, valamint a Nyugati-Kárpátokból Szlovákiából;
- limnoszilicit a Tokaji-hegységből, a Mátrából és a Bükkből;
- kvarcporfír (metariolit) Bükk-szentlászló környékéről;
- krakkói jura tüzkő Dél-Lengyelországból.

Az itt bemutatott próbakísérletben ezek a nyersanyagok szerepeltek a mátrai limnoszilicit, a bakoynyi és a kárpáti radiolaritok kivételével. Egyetlen kísérletező személy (A. B.) végezte az összes tevé-



3. kép. A kísérletekhez kiválasztott nyersanyagok származása: kvarcporfír (metariolit) (1) és limnoszilicit (2) a Bükk-hegységből; limnoszilicitek a Tokaji- (3) és a Mátra (4) hegységből; radiolarit a Mecsek (5) és a Bakony (6) hegységből illetve a Nyugati-Kárpátokból (7); krakkói jura tüzkő (8)

kenységet, amely magába foglalta 11 szilánk használatát száraz csont kaparására vagy bemetszésére egyenként 2000, 4000 vagy 16 000 húzással, illetve frissen vágott nád fűrészelését 3200 húzással (1. táblázat). Vizsgálat előtt a szilánkokat ultrahangos fürdőben 15 percen át tisztítottuk semleges kémhatású, foszfátmentes mosószerrel (5% Derquim® LM 02) tartalmazó vízben, majd folyóvízzel leöblítettük. A nyomok mikroszkópos dokumentálása Zeiss AxioScope.A1 optikai reflexiós mikroszkóppal történt, amely EC epiplan-neofluar 5× (numerikus apertúra [NA]: 0,13, munkatávolság [WD]: 15,8 mm), 10× (NA: 0,25, WD: 9,3 mm), 20× (NA: 0,5, WD: 2,1 mm) és 50× (NA: 0,8, WD: 0,58 mm) objektívekkel rendelkezett. Szükség esetén kiterjesztett mélységélességű képalkotást (*stacking*) készítettünk Helicon Focus 7.6.4 Pro alkalmazással, illetve panoráma képalkotást (*stitching*) Microsoft Image Composite Editor 2.0.3.0 alkalmazással.

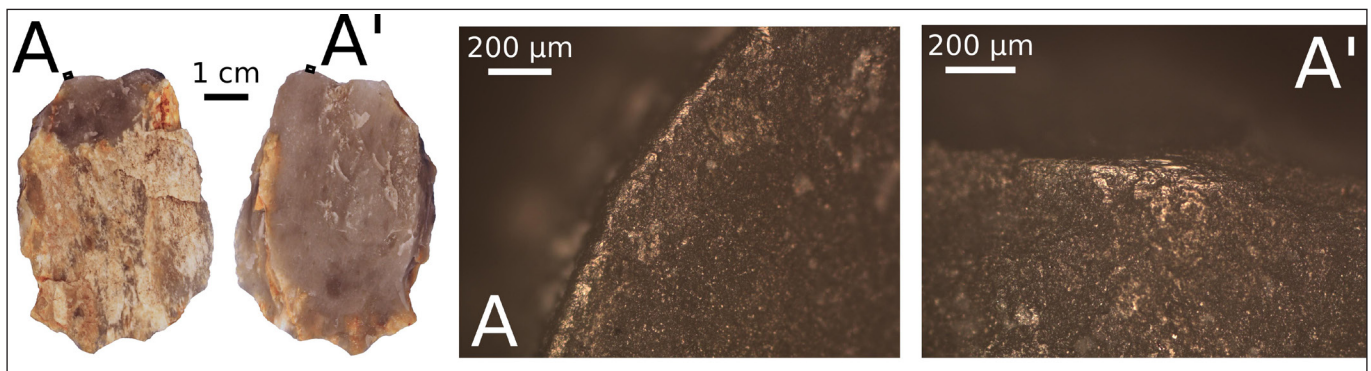
1. táblázat. A bemutatott projekt első lépése keretében elvégzett kísérletek

kísérleti eszköz azonosítója	nyersanyag	származása	megmunkált anyag	művelet	időtartam	húzások száma*
Wear2.0HU_01	limnoszilicit	Bükk hegység, HU	száraz csont	kaparás	2 h 33 min 20 s	16 000
Wear2.0HU_02	jura tűzkő	Krakkó, PL	friss nád	fűrészelés	31 min 17 s	3200
Wear2.0HU_03	limnoszilicit	Tokaji-hegység, HU	friss nád	fűrészelés	34 min 50 s	3200
Wear2.0HU_04	limnoszilicit	Tokaji-hegység, HU	friss nád	fűrészelés	31 min	3200
Wear2.0HU_05	limnoszilicit	Tokaji-hegység, HU	száraz csont	kaparás	29 min 43 s	4000
Wear2.0HU_06	limnoszilicit	Tokaji-hegység, HU	friss nád	fűrészelés	26 min 43 s	3200
Wear2.0HU_07	radiolarit	Mecsek hegység, HU	friss nád	fűrészelés	26 min 37 s	3200
Wear2.0HU_08	radiolarit	Mecsek hegység, HU	száraz csont	bemetszés	32 min 51 s	4000
Wear2.0HU_09	kvarcporfir	Bükkszentlászló, HU	száraz csont	bemetszés	30 min	2000
Wear2.0HU_10	limnoszilicit	Tokaji-hegység, HU	száraz csont	kaparás	2 h 25 min 57 s	16 000
Wear2.0HU_11	kvarcporfir	Bükkszentlászló, HU	friss nád	fűrészelés	35 min 35 s	3200

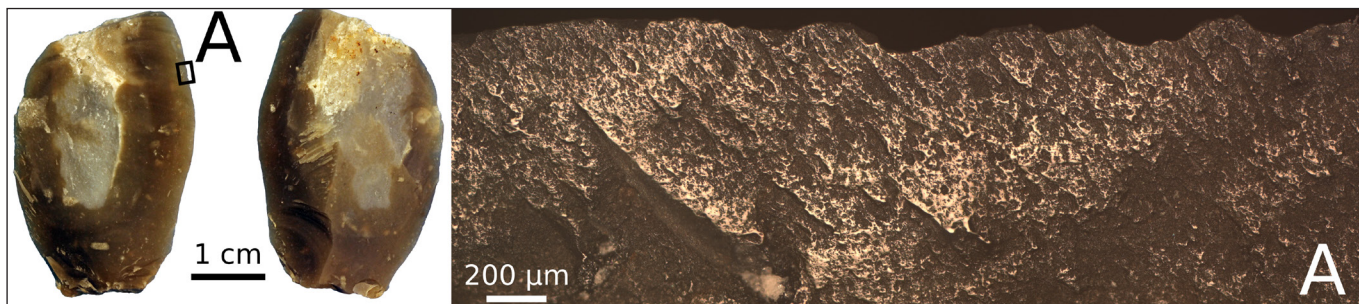
*Kaparás és fűrészelés esetén egy hátra és egy előre irányú mozdulat együttese felel meg egy húzásnak

EREDMÉNYEK

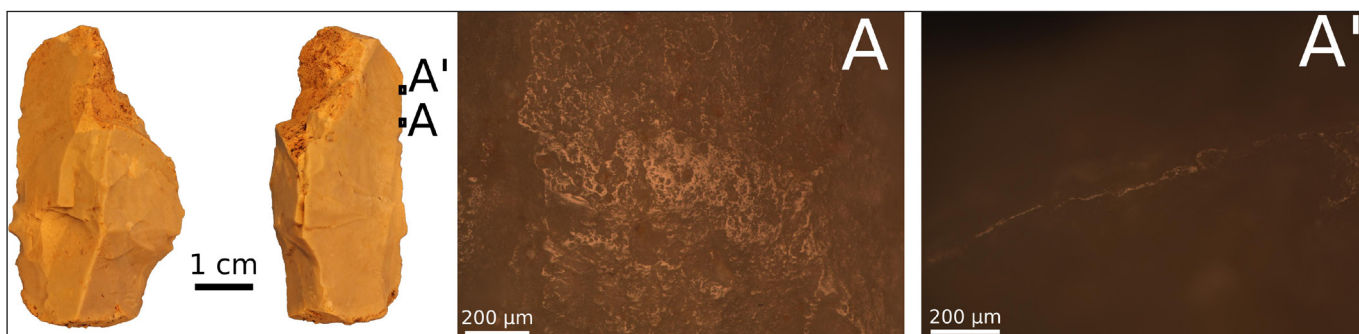
Az első eredmények beigazolták, hogy a csont és a nád megmunkálása észlelhető nyomokat (nevezetesen mikropaszt) hagy mindegyik tesztelt nyersanyagban (4–10. kép). Ugyanakkor úgy tűnik, a nád fűrészeléskor keletkező nyom lassabban fejlődik ki a kvarcporfiron. Valójában 3200 húzás után a mikropás pontoszerűen jól kifejezett, ám kevésbé kiterjedt a felületen a kvarcporfir esetében (4. kép), ha összevetjük például a jura tűzkövön (5. kép) vagy a mecseki radiolariton (6. kép) keletkezett nyomokkal.



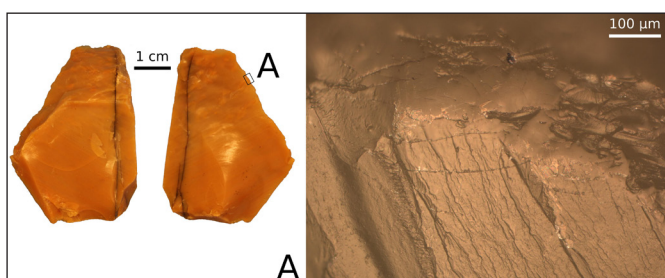
4. kép. Mikropás egy kvarcporfírból készített kísérleti kőeszközön (Wear2.0HU_11), amellyel nádat fűrészelték 35 percen át (3200 húzás)



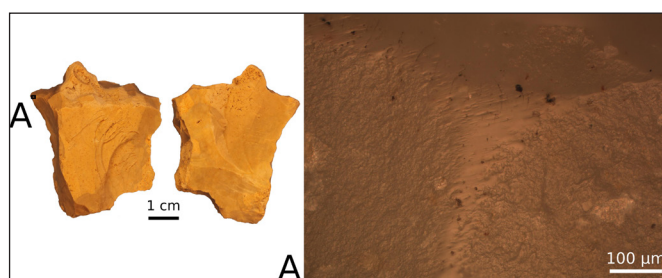
5. kép. Mikrokopás egy krakkói jura tűzkőből készített kísérleti kőeszközön (Wear2.0HU_02), amellyel nádat fűrészelték 31 percen át (3200 húzás)



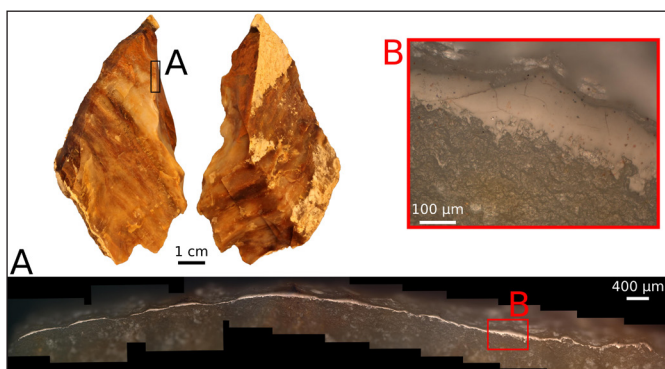
6. kép. Mikrokopás egy mecseki radiolaritból készített kísérleti kőeszközön (Wear2.0HU_07), amellyel nádat fűrészelték 26 percen át (3200 húzás)



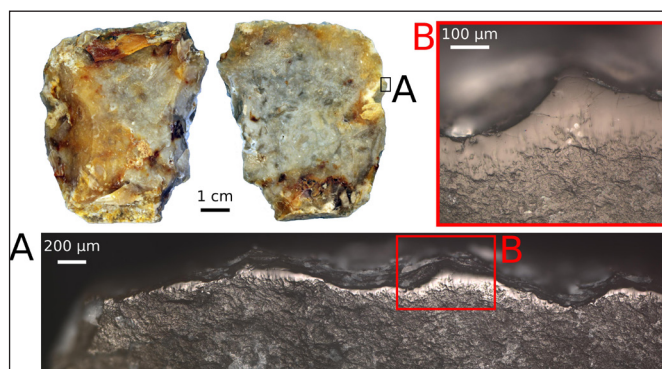
7. kép. Mikrokopás egy Tokaji-hegységi limnoszilitből készített kísérleti kőeszközön (Wear2.0HU_05), amellyel csontot kapartak 29 percen át (4000 húzás)



8. kép. Mikrokopás egy mecseki radiolaritból készített kísérleti kőeszközön (Wear2.0HU_08), amellyel csontot kapartak 32 percen át (4000 húzás)



9. kép. Mikrokopás egy bükki limnoszilitből készített kísérleti kőeszközön (Wear2.0HU_01), amellyel csontot kapartak 2 óra 33 percen át (16 000 húzás)



10. kép. Mikrokopás egy rátkai (Tokaji-hegység) limnoszilitből készített kísérleti kőeszközön (Wear2.0HU_10), amellyel csontot kapartak 2 óra 25 percen át (16 000 húzás)

A csontmegmunkáláskor a mikrokopás már 4000 húzás után egyenletesen simának mutatkozik mind a Tokaji-hegységből származó limnosziliten (7. kép), mind a mecseki radiolariton (8. kép).

16 000 húzás után a mikrokopás tisztán látható a használt élen a bükki limnoszilit (9. kép) és a Tokaji-hegységből származó (rátkai) limnoszilit esetében (10. kép). Ez a mikrokopás nagyon egyenletesen sima, és megközelítőleg 100 µm szélességben terjed ki az él mentén az eszközök felületére.

ELSŐ KÖVETKEZTETÉSEK ÉS PERSPEKTÍVÁK

Ezzel az első kísérlettel igazolni tudtuk, hogy a használati mikrokopások megfigyelhetők optikai mikroszkóppal mindegyik kiválasztott Kárpát-medencei nyersanyagban. Ismereteink szerint ezeknek a sajátos régióknak a nyersanyagai többnyire még soha nem voltak tesztelve nyomvizsgálat szempontjából.

Ennek az első kísérletnek a folytatásaként széleskörű kísérletek vannak folyamatban. A legtöbb tevékenység esetében nincs korlátozva a részt vevő személyek száma, de az egyének esetleges hatását az eredményekre ki fogjuk értékelni tribométerrel végzett ellenőrzött kísérletek segítségével. Szekvenciális kísérletek (OLLÉ & VERGÈS 2014) már történtek kétféle mozgás (fűrészelés és kaparás) és négyféle kontaktanyag (csont, agancs, fa és nád) alkalmazásával. Első lépésben ezen kontaktanyag-kategóriák közötti különbségeket szándékozunk számszerűsíteni, de a kategóriákon belüli változékonyságot is ki fogjuk értékelni. Nyilvánvaló, hogy például a frissen vágott és a száraz nád vagy a kiszáradt és az átnedvesedett agancs eltérő nyomokat produkál, s így a domborzati bélyegek is eltérnek.

Az itt bemutatott próbakísérlet azt is lehetővé tette, hogy teszteljük a különböző technológiákat, és kiválasszuk a legmegfelelőbbet a kőeszközök felületeinek a méréséhez. Ennek eredményeként lézer konfokális mikroszkópi eljárással fogjuk dokumentálni mindegyik felületet (pl. EVANS & MACDONALD 2011; STAMP et al. 2018). A használat előtt és után megmért felületek összevetésével tudjuk számszerűsíteni a domborzati bélyegek változékonyságát a mozgások és kontaktanyagok függvényében, valamint a bélyegek alakulását a használati ciklusokon keresztül (vagyis a húzások számának növelésével).

Kísérleti kőeszköz-előállítást is végzünk, amelynek keretében három kísérletet végző személy fog szilánkokat és pengéket létrehozni különböző pattintási technikákkal: közvetlen ütéssel kemény és lágy kőütővel, fa- és agancsütővel. Mindegyik előállított darabot részletesen megvizsgálunk makroszkóposan és kis nagyításban binokuláris mikroszkóppal. Egy részüket kiválasztjuk a megfigyelt pattintási stigmák változékonysága alapján, hogy megvizsgáljuk és megmérjük a felületi domborzati bélyegeiket is.

Annak érdekében, hogy elkerülhető legyen a készítési és használati tevékenységeknek a domborzati bélyegekre alapozott helytelen azonosítása, vizsgáljuk a természeti vagy véletlenszerű folyamatok hatására keletkező nyomokat is. Kétféle tafonómiai kísérletet fogunk végezni: a taposás és az üledék általi súrlódás hatását.

A készítésből, használatból és tafonómiai folyamatoktól származó, fent említett domborzati bélyegek leírása és megmérése, s ezen felül a változékonyságuk kiértékelése elsőként lehetővé teszi majd kontaktanyag-kategóriák megkülönböztetését. A projekt nyílt végű marad, így a folyamatosan hozzáadódó új kísérleti és felülettópográfiai adatok állandóan növelik a létrejövő modellek megbízhatóságát, s így később valószínűleg támpontot fog adni a kontaktanyag-típusok és tevékenységek sokkal pontosabb meghatározásához. Mind az új kísérleti referencia-gyűjtemény, mind a felületi méréseken alapuló statisztikai modellek új összehasonlító adatokat szolgáltatnak majd a Kárpát-medence lelőhelyein előkerült régészeti kőeszközök értelmezéséhez. A kísérleti referencia-gyűjtemény a budapesti Eötvös Loránd Tudományegyetem Régészettudományi Intézetének archeometriai laboratóriumában lesz elhelyezve és kezelve. A kezeléssel vagy például a tárolóanyagokkal való kontaktusból származó esetleges felülettópográfiai módosulásokat vagy változásokat a kőeszközökön rendszerességgel elvégzett ellenőrző mérésekkel fogjuk dokumentálni.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kísérletekben felhasznált nyersanyagok az NKFIÁ által támogatott „A könnyersanyag-forrásokkal való gazdálkodás változásai a középső paleolitikumtól a középső neolitikumig Észak-Magyarországon” (K 124334) projekt gyűjteményéből származtak. A bemutatott elemzések az NKFIÁ által támogatott „Kőeszközök felületi elváltozásainak kvalitatív és kvantitatív elemzése: digitális és fizikai referenciagyűjtemény létrehozása magyarországi könnyersanyagok készítési és használati nyomainak jellemzésére” (K 132857)

projekt keretében valósultak meg. A próbakísérletnél felhasznált mikroszkóp beszerzése az USZT KMOP-4.2.1/B-10-2011-0002: „Interdiszciplináris, innovatív kutatási irányok és az ipari kooperáció infrastrukturális háttérének fejlesztése valamint új oktatási technológiák bevezetése az ELTE-n” projekt keretében történt. Köszönettel tartozunk a GDR SurfTopo (CNRS GDR 2077) francia kutatócsoportnak a felületdomborzati vizsgálatokhoz nyújtott inspiráló kutatási környezetért. Hálánkat fejezzük ki Dósa Istvánnának és azoknak a vadászoknak és henteseknek is, akik a kísérleteinkben felhasznált csontokat, agancsokat és bőroket a rendelkezésünkre bocsátották.

IRODALOM

- Álvarez-Fernández, A., García-González, R., Márquez, B., Carretero, J. M. & Arsuaga, J. L. (2020). Butchering or wood? A LSCM analysis to distinguish use-wear on stone tools. *Journal of Archaeological Science: Reports* 31, 102377. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102377>
- Andrefsky, W. Jr. (2008). *Lithic Technology: Measures of production, use, and curation*. New York: Cambridge University Press.
- Bamforth, D.B. (1988). Investigating microwear polishes with blind tests: The institute results in context. *Journal of Archaeological Science* 15, 11–23. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(88\)90015-5](https://doi.org/10.1016/0305-4403(88)90015-5)
- Beyries, S. (1988). *Industries Lithiques: tracéologie et technologie*. Volume 1: *Aspects archéologiques*. Centre de Recherches Archéologiques du CNRS. ed. BAR International Series 411. Oxford: Archaeopress.
- Bordes, F. (1947). Etude comparative des différentes techniques de débitage et de la typologie du Paléolithique ancien et moyen. *L'Anthropologie* 51, 1–29.
- Bordes, F. (1961). *Typologie du Paléolithique ancien et moyen*. Institut de Préhistoire de l'Université de Bordeaux.
- Borel, A., Ollé, A., Vergès, J. M. & Sala, R. (2014). Scanning Electron and Optical Light Microscopy: two complementary approaches for the understanding and interpretation of usewear and residues on stone tools. *Journal of Archaeological Science* 48, 46–59. <https://doi.org/10/gd6cng>
- Brown, C. A., Hansen, H. N., Jiang, X. J., Blateyron, F., Berglund, J., Senin, N., Bartkowiak, T., Dixon, B., Le Goïc, G., Quinsat, Y., Stemp, W. J., Thompson, M. K., Ungar, P. S. & Zahouani, E. H. (2018). Multiscale analyses and characterizations of surface topographies. *CIRP Annals* 67, 839–862. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2018.06.001>
- Burroni, D., Donahue, R. E., Pollard, A. M. & Mussi, M. (2002). The surface alteration features of flint artefacts as a record of environmental processes. *Journal of Archaeological Science* 29, 1277–1287. <https://doi.org/10.1006/jasc.2001.0771>
- Calandra, I., Schunk, L., Rodriguez, A., Gneisinger, W., Pedergrana, A., Paixao, E., Pereira, T., Iovita, R. & Marreiros, J. (2019a). Back to the edge: relative coordinate system for use-wear analysis. *Archaeological and Anthropological Sciences*. <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00801-y>
- Calandra, I., Schunk, L., Bob, K., Gneisinger, W., Pedergrana, A., Paixao, E., Hildebrandt, A. & Marreiros, J. (2019b). The effect of numerical aperture on quantitative use-wear studies and its implication on reproducibility. *Scientific Reports* 9, 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-42713-w>

Antony Borel et al. • Kárpát-medencei nyersanyagokból készült kőeszközök felületi elváltozásainak elemzése

Calandra, I., Gneisinger, W. & Marreiros, J. (2020). A versatile mechanized setup for controlled experiments in archeology. *STAR: Science & Technology of Archaeological Research* 6 (1), 30–40. <https://doi.org/10.1080/20548923.2020.1757899>

Chan, B., Gibaja, J. F., García-Díaz, V., Hoggard, C. S., Mazzucco, N., Rowland, J. T. & Gijn, A. V. (2020). Towards an understanding of retouch flakes: A use-wear blind test on knapped stone microdebitage. *PLOS ONE* 15, e0243101. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0243101>

Coutier, L. (1929). Expériences de taille pour rechercher les anciennes techniques paléolithiques. *Bulletin de la Société préhistorique française* 26, 172–174.

Dibble, H. L. (1997). Platform variability and flake morphology: A comparison of experimental and archaeological data and implications for interpreting Prehistoric lithic technological strategies. *Lithic Technology* 22, 150–170. <https://doi.org/10.1080/01977261.1997.11754540>

Dibble, H. L. & Pelcin, A. (1995). The effect of hammer mass and velocity on flake mass. *Journal of Archaeological Science* 22, 429–439. <https://doi.org/10.1006/jasc.1995.0042>

Driscoll, K. & García-Rojas, M. (2014). Their lips are sealed: identifying hard stone, soft stone, and antler hammer direct percussion in Palaeolithic prismatic blade production. *Journal of Archaeological Science* 47, 134–141. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.04.008>

Dumont, J. (1982). The quantification of microwear traces: A new use for interferometry. *World Archaeology* 14, 206–217.

Eren, M. I., Roos, C. I., Story, B. A., Cramon-Taubadel, N. von & Lycett, S. J. (2014). The role of raw material differences in stone tool shape variation: an experimental assessment. *Journal of Archaeological Science* 49, 472–487. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.05.034>

Evans, A. A. & Donahue, R. E. (2008). Laser scanning confocal microscopy: a potential technique for the study of lithic microwear. *Journal of Archaeological Science* 35, 2223–2230. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2008.02.006>

Evans, A. A. & Macdonald, D. (2011). Using metrology in early prehistoric stone tool research: further work and a brief instrument comparison. *Scanning* 33, 294–303. <https://doi.org/10.1002/sca.20272>

Grace, R., Graham, I. D. G. & Newcomer, M. H. (1985). The quantification of microwear polishes. *World Archaeology* 17, 112–120.

Hurcombe, L. (1988). Some criticisms and suggestions in response to Newcomer et al. (1986). *Journal of Archaeological Science* 15, 1–10. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(88\)90014-3](https://doi.org/10.1016/0305-4403(88)90014-3)

Ibáñez, J. J., González-Urquijo, J. E. & Gibaja, J. (2014). Discriminating wild vs. domestic cereal harvesting micropolish through laser confocal microscopy. *Journal of Archaeological Science, Lithic Microwear Method: Standardisation, Calibration and Innovation* 48, 96–103. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.10.012>

Ibáñez, J. J., Anderson, P. C., González-Urquijo, J. & Gibaja, J. (2016). Cereal cultivation and domestication as shown by microtexture analysis of sickle gloss through confocal microscopy. *Journal of Archaeological Science* 73, 62–81. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2016.07.011>

Antony Borel et al. • Kárpát-medencei nyersanyagokból készült kőeszközök felületi elváltozásainak elemzése

- Ibáñez, J. J., Lazuen, T. & González-Urquijo, J. (2019). Identifying experimental tool use through confocal microscopy. *Journal of Archaeological Method and Theory* 26, 1176–1215. <https://doi.org/10.1007/s10816-018-9408-9>
- Inizan, M.-L., Reduron-Ballinger, M., Roche, H. & Tixier, J. (eds) (1999). *Technology and Terminology of Knapped Stone*. Préhistoire de la pierre taillée. Nanterre: CREP.
- Keeley, L. H. (1980). *Experimental Determination of Stone Tool Uses: A microwear analysis*. Chicago: University of Chicago Press.
- Key, A., Fisch, M. R. & Eren, M. I. (2018). Early stage blunting causes rapid reductions in stone tool performance. *Journal of Archaeological Science* 91, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2018.01.003>
- Key, A. J. M., Stemp, W. J., Morozov, M., Proffitt, T. & Torre, I. de la (2015). Is loading a significantly influential factor in the development of lithic microwear? an experimental test using LSCM on basalt from Olduvai Gorge. *Journal of Archaeological Method and Theory* 22, 1193–1214. <https://doi.org/10.1007/s10816-014-9224-9>
- Lengyel, G. & Chu, W. (2016). Long thin blade production and Late Gravettian hunter-gatherer mobility in Eastern Central Europe. *Quaternary International, The Lithic Issues of the Gravettian* 406, 166–173. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.01.020>
- Macdonald, D. A. (2014). The application of focus variation microscopy for lithic use-wear quantification. *Journal of Archaeological Science, Lithic Microwear Method: Standardisation, Calibration and Innovation* 48, 26–33. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.10.003>
- Mester, Z., Faragó, N. & Lengyel, G. (2012). The lithic raw material sources and interregional human contacts in the northern Carpathian regions: a research program. *Anthropologie* 50, 275–293.
- Moss, E. H. (1987). A review of “Investigating microwear polishes with blind tests.” *Journal of Archaeological Science* 14, 473–481. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(87\)90033-1](https://doi.org/10.1016/0305-4403(87)90033-1)
- Newcomer, M., Grace, R. & Unger-Hamilton, R. (1986). Investigating microwear polishes with blind tests. *Journal of Archaeological Science* 13, 203–217. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(86\)90059-2](https://doi.org/10.1016/0305-4403(86)90059-2)
- Odell, G. H. & Odell-Vereecken, F. (1980). Verifying the reliability of lithic use-wear assessments by “blind tests”: the low-power approach. *Journal of Field Archaeology* 7, 87–120. <https://doi.org/10.2307/529584>
- Ollé, A. & Vergès, J. M. (2014). The use of sequential experiments and SEM in documenting stone tool microwear. *Journal of Archaeological Science* 48, 60–72. <https://doi.org/10/gd6c46>
- Pelegrin, J. (2000). Les techniques de débitage laminaire au Tardiglaciaire: critères de diagnose et quelques réflexions. In: *L'Europe Centrale et Septentrionale Au Tardiglaciaire. Actes de La Table-Ronde de Nemours, 13–16 Mai 1997, Mémoires Du Musée de Préhistoire d'Île de France* (pp. 73–86). Nemours: APRAIF.
- Pfleging, J. (2019). On the Foundations of Robotic Use-wear Analysis: Improving Archaeological Methods for Artefact Characterization with Robotics Technology. PhD Thesis. ETH Zurich.

Antony Borel et al. • Kárpát-medencei nyersanyagokból készült kőeszközök felületi elváltozásainak elemzése

Pfleging, J., Stücheli, M., Iovita, R. & Buchli, J. (2015). Dynamic monitoring reveals motor task characteristics in Prehistoric technical gestures. *PLOS ONE* 10, e0134570. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134570>

Pfleging, J., Iovita, R. & Buchli, J. (2019). Influence of force and duration on stone tool wear: results from experiments with a force-controlled robot. *Archaeological and Anthropological Sciences* 11, 5921–5935. <https://doi.org/10.1007/s12520-018-0729-0>

Pichon, F., Ibáñez-Estevéz, J. J., Anderson, P. C., Douché, C. & Coqueugniot, É. (2021). Harvesting cereals at Dja'de el-Mughara in the northern Levant: New results through microtexture analysis of Early PPNB sickle gloss (11th millennium cal BP). *Journal of Archaeological Science: Reports* 36, 102807. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2021.102807>

Qiu, X. (2016). Robotic system allowing the creation of reference traces corpus for the interpretation of the use of prehistoric stone tools (MA thesis). Université Pierre & Marie Curie, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.

Rodriguez, A., Yanamandra, K., Witek, L., Wang, Z., Behera, R. K. & Iovita, R. (2021). The effect of worked material hardness on stone tool wear. *OSF Preprints*. <https://doi.org/10.31219/osf.io/uhkbr>

Rots, V., Pirnay, L., Pirson, Ph. & Baudoux, O. (2006). Blind tests shed light on possibilities and limitations for identifying stone tool prehension and hafting. *Journal of Archaeological Science* 33, 935–952. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2005.10.018>

Semenov, S. A. (1964). *Prehistoric Technology: An experimental study of the oldest tools and artefacts from traces of manufacture and wear*. London: Bath, Adams & Dart.

Semenov, S. A. (1970). The forms and functions of the oldest tools. *Quartär* 21, 1–20.

Semenov, S. A. & Shchelinsky, V. E. (1971). Micrometric study of working traces on the Palaeolithic tools. *Sovetskaya arkheologiya* 1, 19–30.

Stemp, W.J., Watson, A. S. & Evans, A. A. (2015). Surface analysis of stone and bone tools. *Surface Topography: Metrology and Properties* 4, 013001. <https://doi.org/10/gft6dz>

Stemp, W. J., Lerner, H. J. & Kristant, E. H. (2018). Testing Area-Scale Fractal Complexity (Asfc) and Laser Scanning Confocal Microscopy (LSCM) to document and discriminate microwear on experimental quartzite scrapers. *Archaeometry* 60, 660–677. <https://doi.org/10.1111/arcm.12335>

Tixier, J. (1963). *Typologie de l'épipaléolithique du Maghreb, Mémoires du Centre de Recherches anthropologiques, préhistoriques et ethnographiques Alger*. Arts et métiers graphiques, Paris.

Tixier, J. (1982). Techniques de débitage: osons ne plus affirmer. In: *Tailler ! Pourquoi Faire : Préhistoire et Technologie Lithique II. Recent Progress in Microwear Studies* (pp. 13–22). Studia Praehistorica Belgica. Tervuren: Musée Royal de l'Afrique centrale.

Tomenchuk, J. (1983). Predicting the past : examples from the use-wear study of selected chipped stone tools, from two epipalaeolithic occupations in Israël. *MOM Éditions* 5, 57–76.

Antony Borel et al. • Kárpát-medencei nyersanyagokból készült kőeszközök felületi elváltozásainak elemzése

Tomenchuk, J. (1988). Effects of loading rate on the reliability of engineering use-wear models. In: Beyries, S. (ed.), *Industries Lithiques: Tracéologie et Technologie*, Vol. 2 (pp. 99–113). BAR International Series. Oxford: Archaeopress.