

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

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

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

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

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

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

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

### Abstract

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

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

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

### Kivonat

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

---

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

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

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

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

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

KULCSSZAVAK: PETROGRÁFIA, NEHÉZÁSVÁNY, NEOLITIKUS SZERSZÁMKÖVEK, NYERSANYAG

## **Bevezetés**

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

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

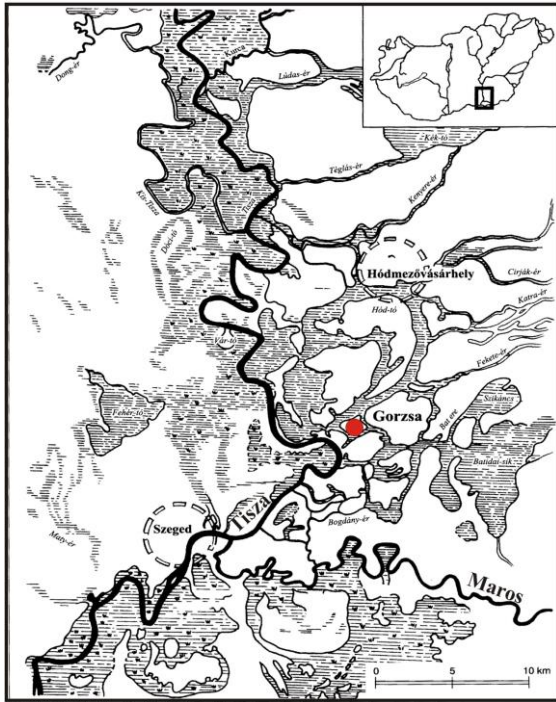
következtében a megfelelő nyersanyag, illetve annak forrása meghatározása érdekében nem elegendő csupán a régészeti leletek petrográfiai, geokémiai, továbbá nehézsavány vizsgálatát elvégezni, hanem minden esetben szükség van a lehetséges nyersanyagok vizsgálatára is.

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

## **Régészeti és archeometriai háttér**

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

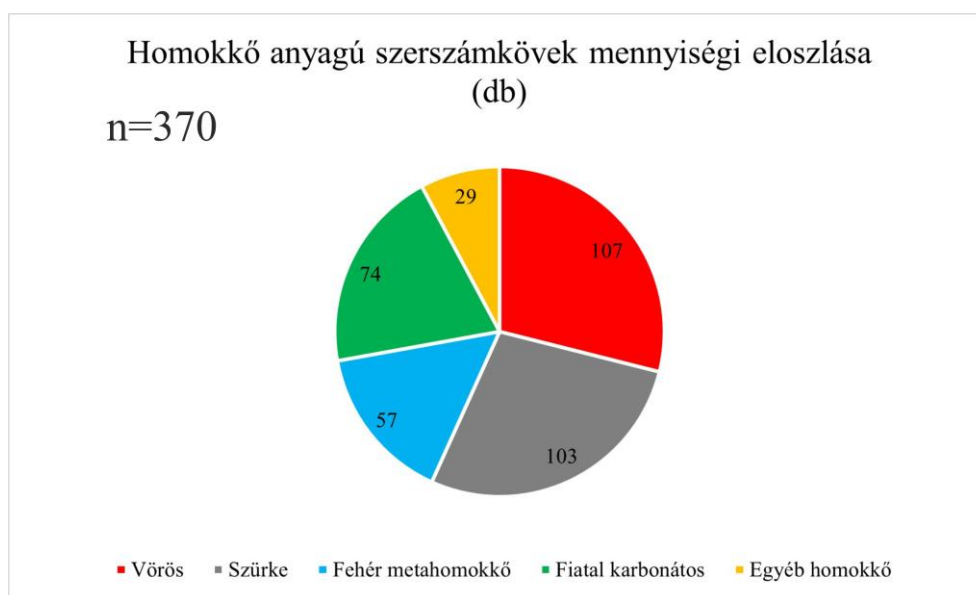
A gorzsai leletanyag változatos típusú és anyagú kőszekőzeiből (pattintott, csiszolt és szerszámkövek) arra következtethetünk, hogy a kőszekők nyersanyagai több különböző területről származhatnak. A nyersanyagokat viszonylag messziről kellett a helyszínre szállítaniuk, ugyanis a lelőhelyhez legközelebbi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

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

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

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

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



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

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



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

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

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

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

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

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

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

### *Vizsgálati módszerek*

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

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

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

### Eredmények

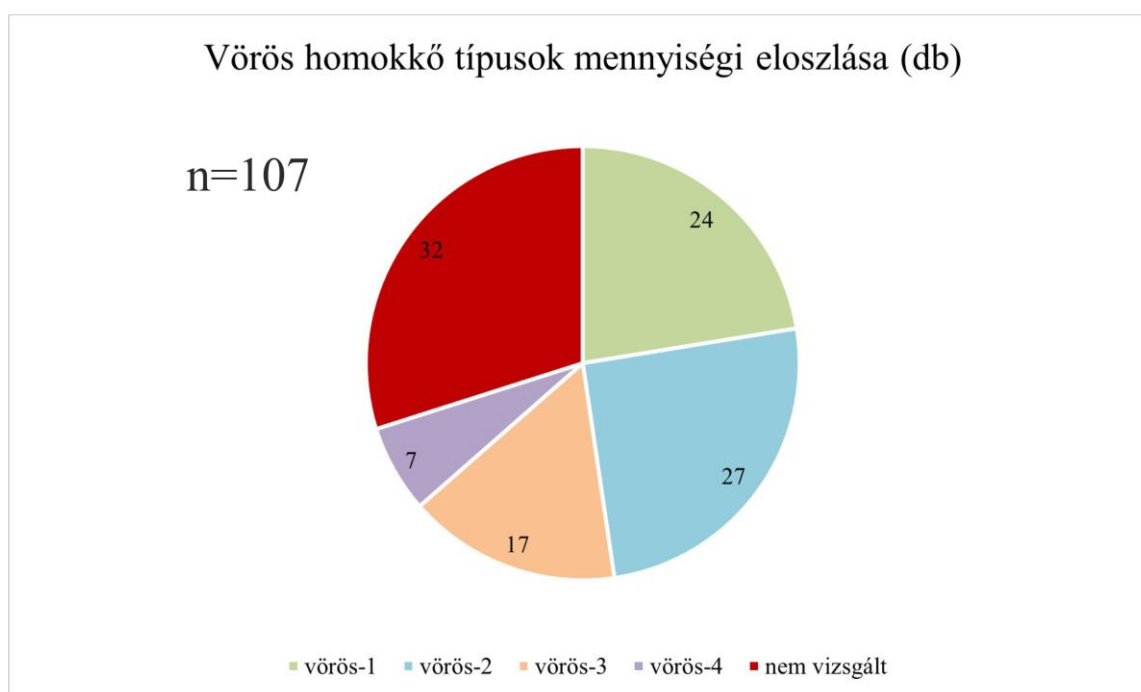
Munkánkban revideáltuk a korábbi munkák eredményeit és összesen 4 vörös homokkő típust különítettünk el (3. ábra). A kördiagramon a típusok mellett elkülöníthető egy nem vizsgált csoport. Ide azok a minták tartoznak, amelyek részletes vizsgálata nem valósult meg, továbbá Piros 2010-es besorolásában sem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

### Vörös-1 (24 darab, 22%)

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

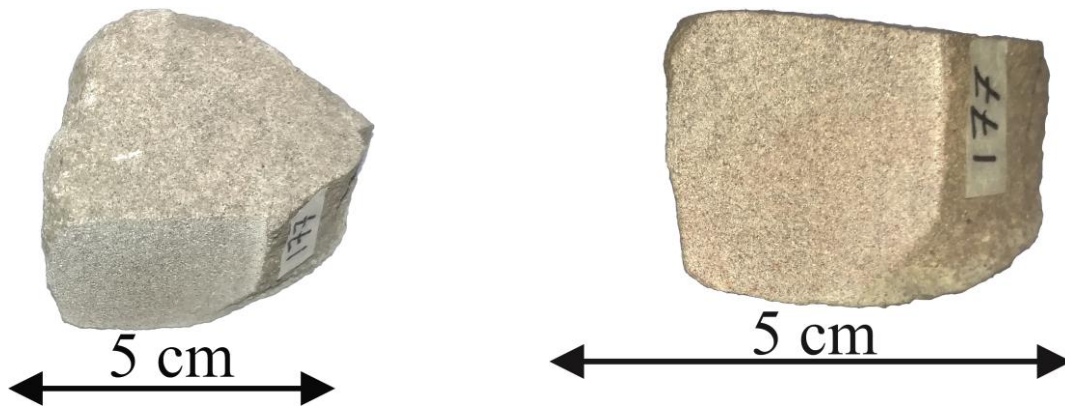
### Makroszkópos jellemzők

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



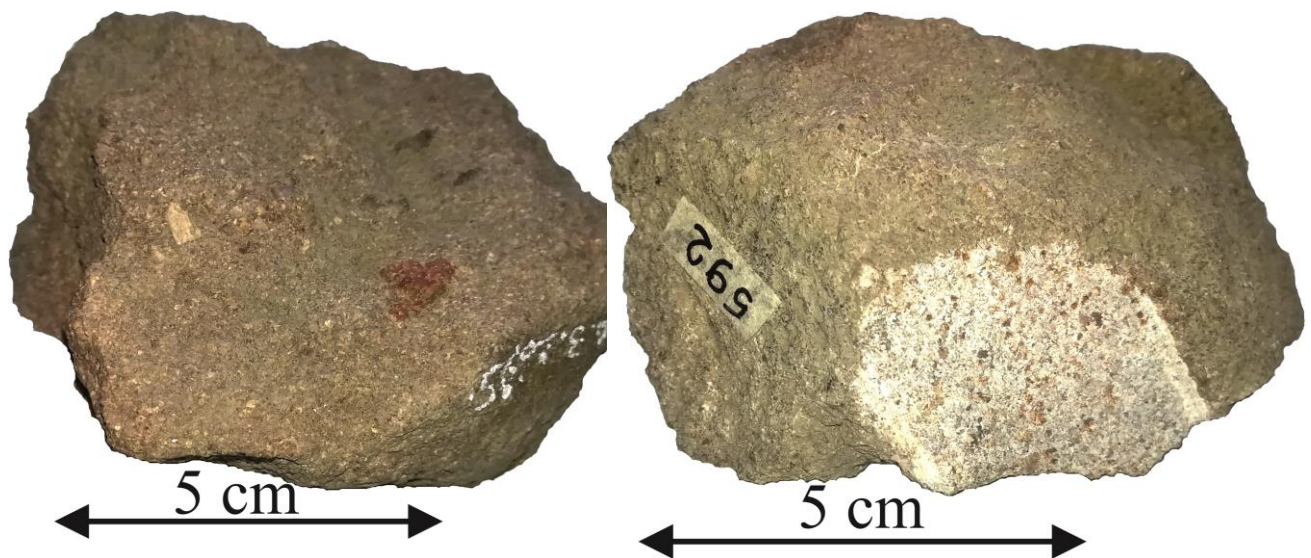
3. ábra: A vörös homokkövek típusainak mennyiségi eloszlása

Fig. 3.: Quantitative distribution of red sandstone types



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

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



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

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

#### *Polarizációs mikroszkópi jellemzők*

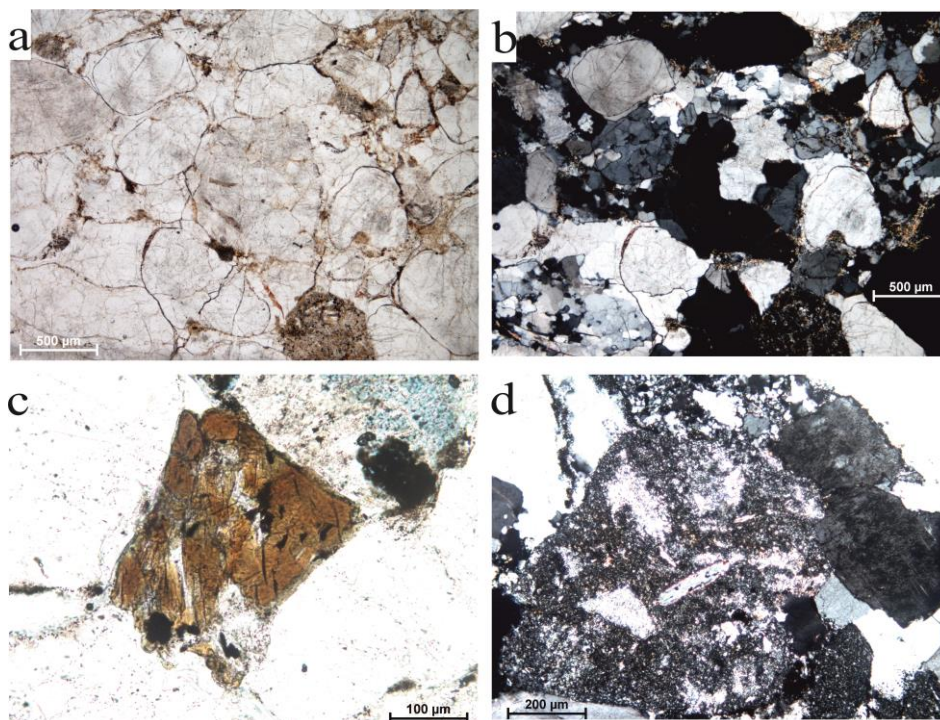
A minták átlagosan 83%-ban szemcsékből (Q = kvarc – 66,1%, F = földpát – 6,8%, R = közettörmelék – 10,3%), 13%-ban, elsősorban kovás cementből és 3%-ban pórusból állnak. Mátrix nem figyelhető meg (**I. melléklet**). A csoport általános jellemzője, a közepes–gyenge osztályozottság, ez alól egyetlen minta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

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

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

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





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

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

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

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

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

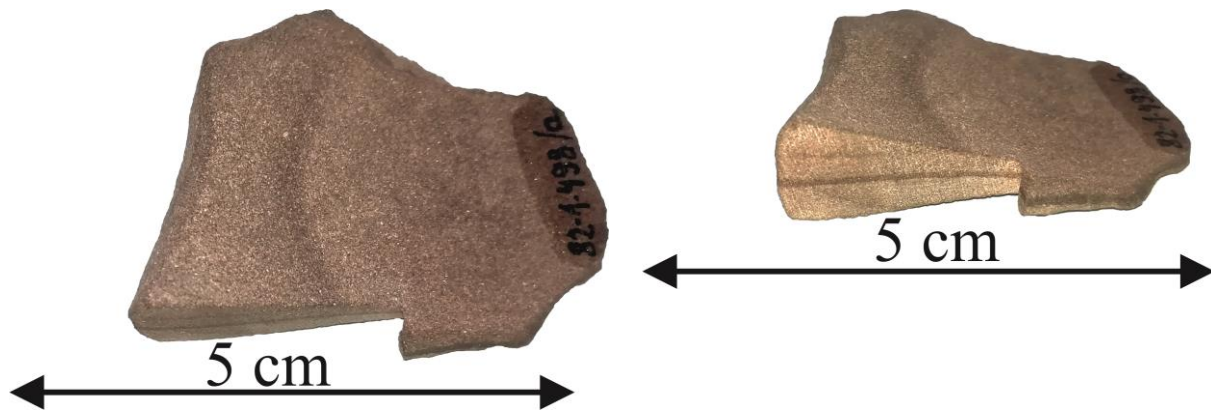
#### 4.2. Vörös-2 (27 darab, 25%)

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

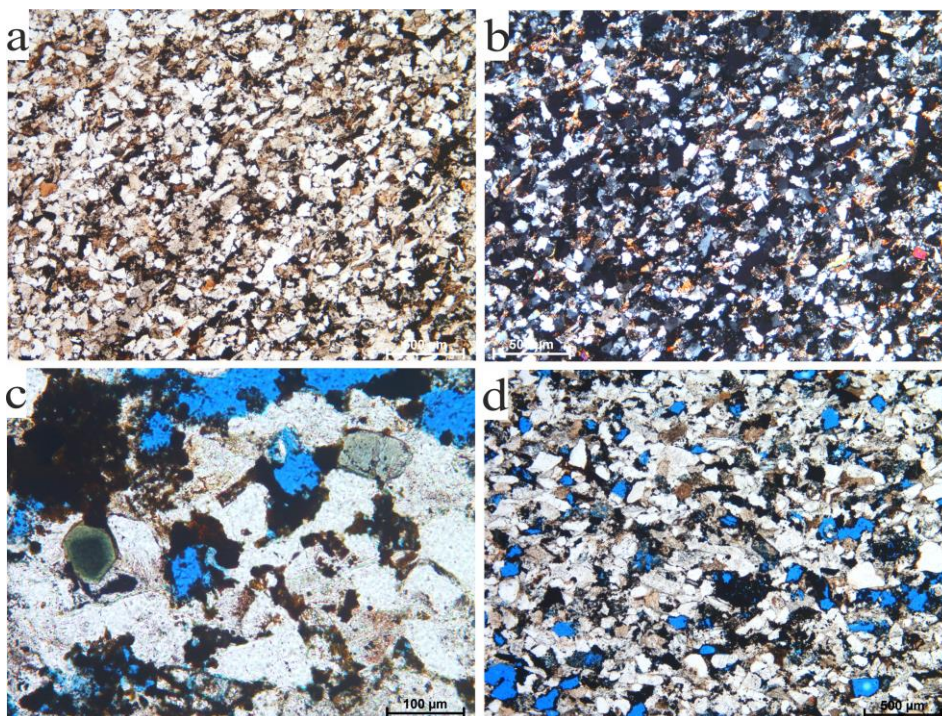
##### *Makroszkópos jellemzők*

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





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



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

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

#### *Polarizációs mikroszkópi jellemzők*

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

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

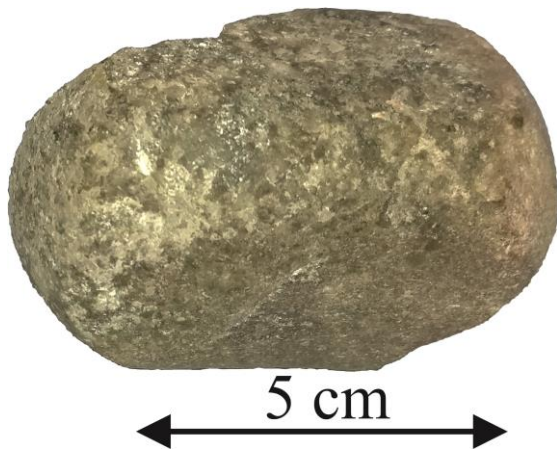
A kvarc főként monokristályos (a kvarc szemcsék 90%-át, míg a teljes térfogat 48%-át alkotja), enyhén hullámos kioltású. A polikristályos kvarc (kvarcok 10%-a, teljes térfogat 6%-a) szuturás szemcsehatárokkal rendelkezik. Zárványként szericit–muszkovit, biotit, ritkán cirkon, apatit és zöld turmalin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

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

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

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

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



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

#### *Polarizációs mikroszkópi jellemzők*

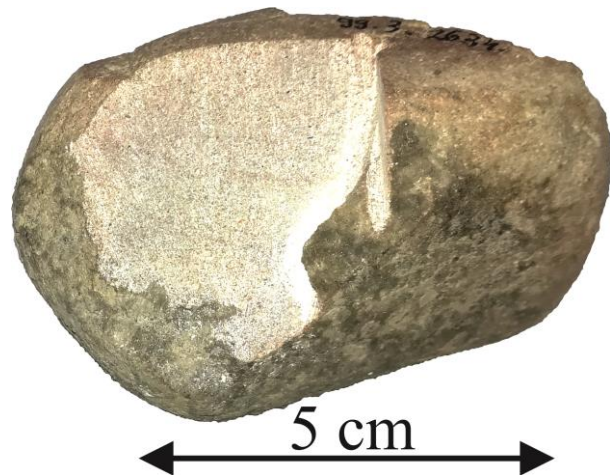
A minták átlagosan 89%-ban szemcsékből (Q = kvarc – 83,9%, F = földpát – 3,8%, R = közettörmelék – 1,2%), 11%-ban, elsősorban kovás cementből és 0,2%-ban pórusból állnak. Mátrix nem figyelhető meg (I. melléklet). A szemcsék

#### **Vörös–3 (17 darab, 16%)**

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

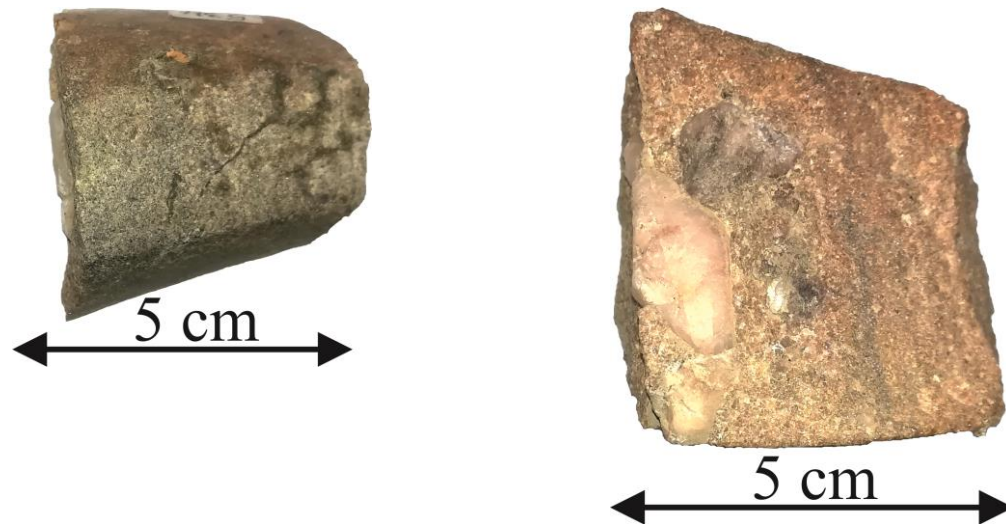
#### *Makroszkópos jellemzők*

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

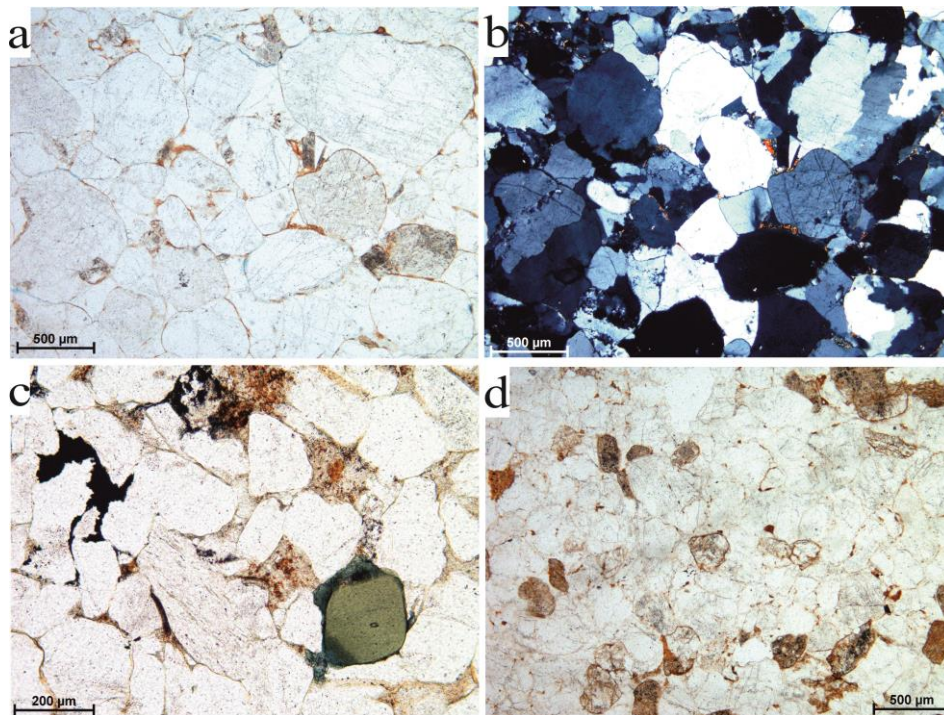


eredetileg jól koptatottak, pontszerűen érintkeznek. A szemcse összenövések és vonal menti érintkezések az utólagos szintaxiális kovás továbbnövekedés (11a-b ábra) eredményei, amelyeket zárványsor és szericit–nontronit rajzol ki.





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



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

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

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

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



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

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

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

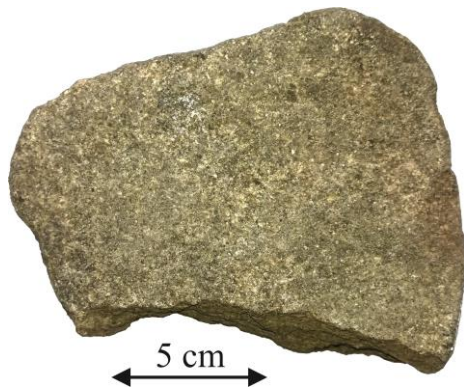
Limonitosodó, négyzet alakú opakásvány (pirit vagy magnetit) is látható.

#### 4.4. Vörös-4 (7 darab, 7%)

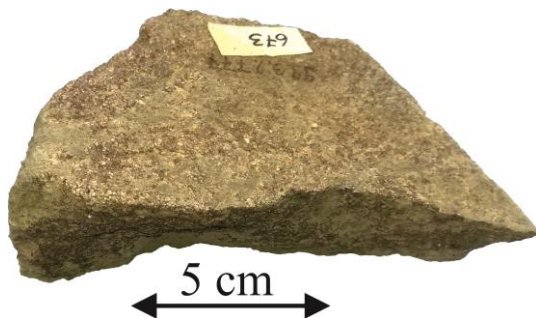
Összesen 2 darab homokkővet soroltunk ide, mikroszkópos vizsgálatok alapján – GOR-349 és 673 –, továbbá 5 darabot – GOR-60, 159, 203, 476, 863 – makroszkópos megfigyelések alapján (**V. melléklet**).

##### Makroszkópos jellemzők

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



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

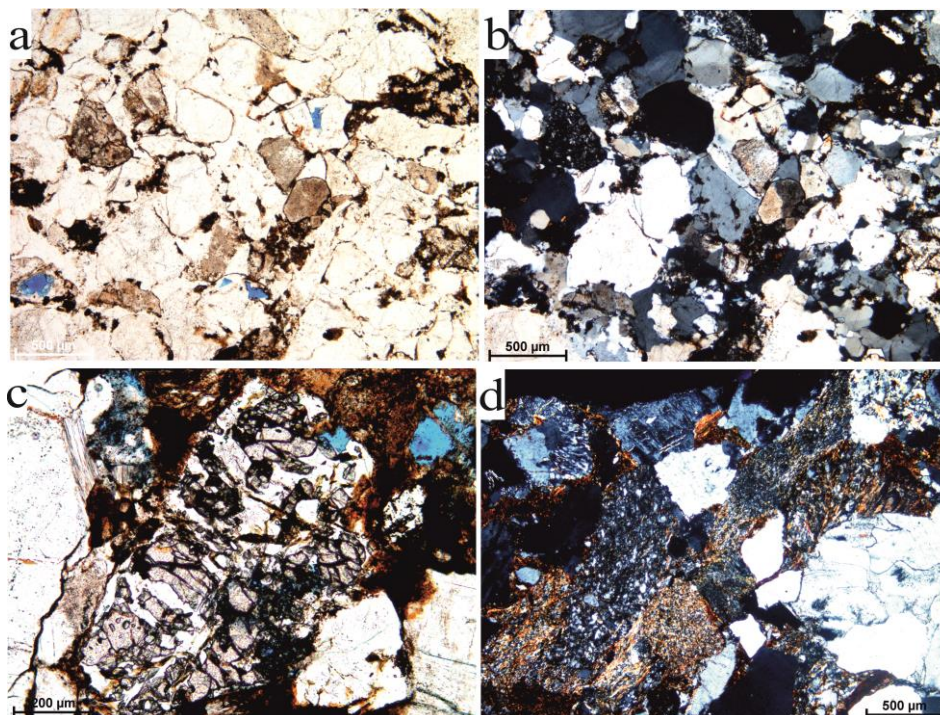


**13. ábra:** GOR-673-as minta makroszkópos képe  
**Fig. 13.:** Macroscopic image of sample GOR-673

*Polarizációs mikroszkópi jellemzők*

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

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



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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

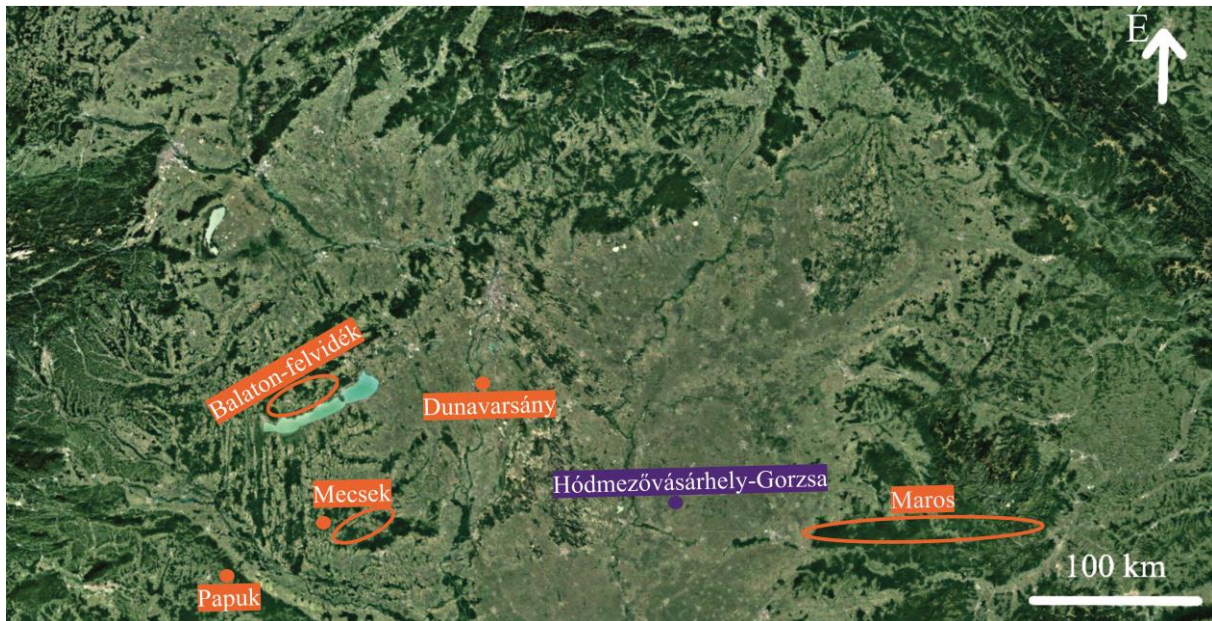
### A Kárpát–Pannon térség vörös homokkövei

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

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

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





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

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

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

vagy ásványtöredékek szétnyomódásával jöhettek létre, ezáltal pszeudomátrixot képezve.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

##### **Geológiai összefoglaló**

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

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

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

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

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

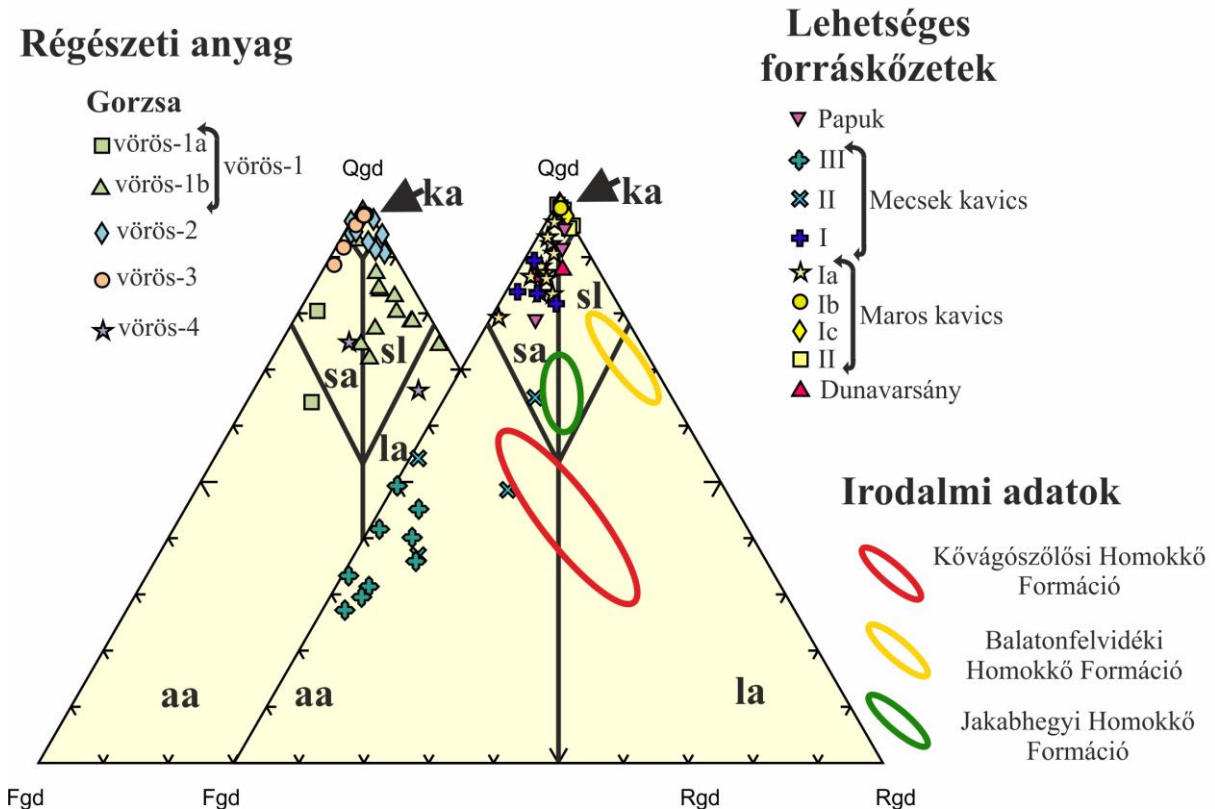
leletszámú altípusa (vörös–1b) ettől eltérő módon a szubarkóza – arkózás arenit mezők határa közelébe esik, amely nagyobb földpát tartalmával indokolható. Ehhez hasonló összetételű nyersanyag előfordulást a Maros vörös homokkő anyagú kavicsai (vörös–1a) esetében találunk, amely egyelőre még nem bizonyított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

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

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

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





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

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

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

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

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

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

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

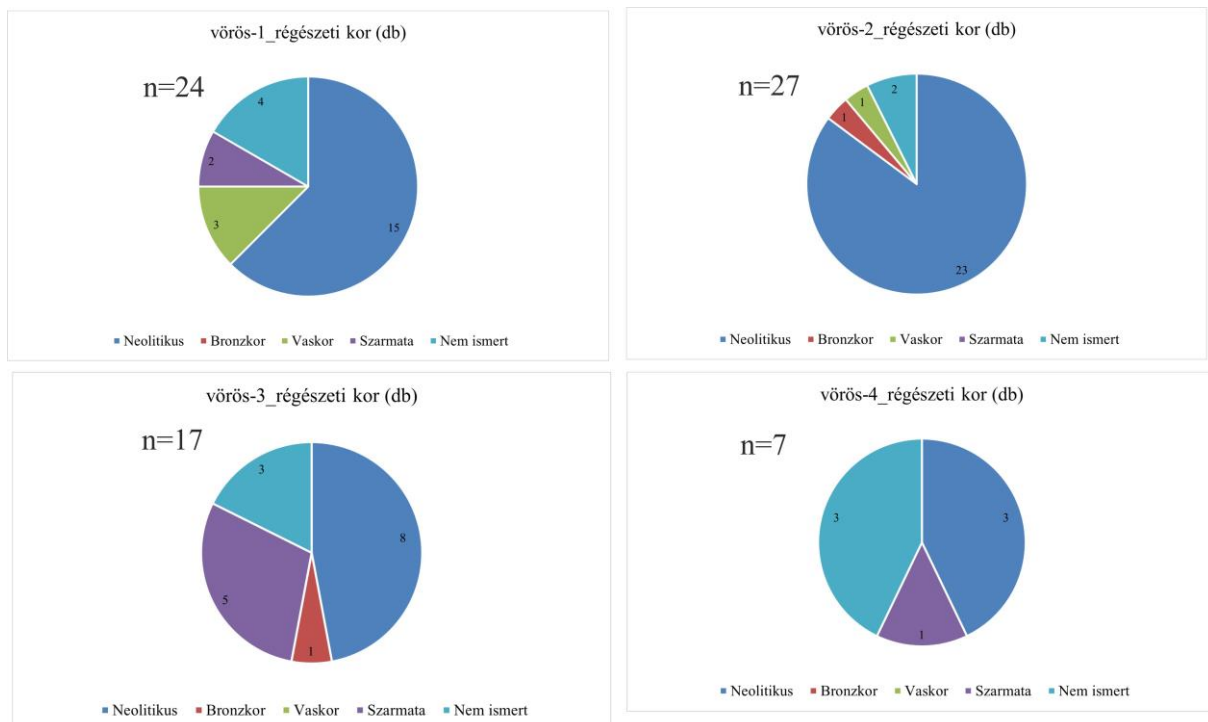
A Papuk-hegység permotriász sorozatának anyaga bár átfedést mutat a gorzsai vörös–2-es és 3-as típusokkal (**16. ábra**), azonban a nagymennyiségű szericites pszeudomátrix, a finomabb szemcseméret (apró–középszemcsés), a kovás továbbnövekedés hiánya miatt kizárható, mint nyersanyag. Nehézásványai tekintetében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

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

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

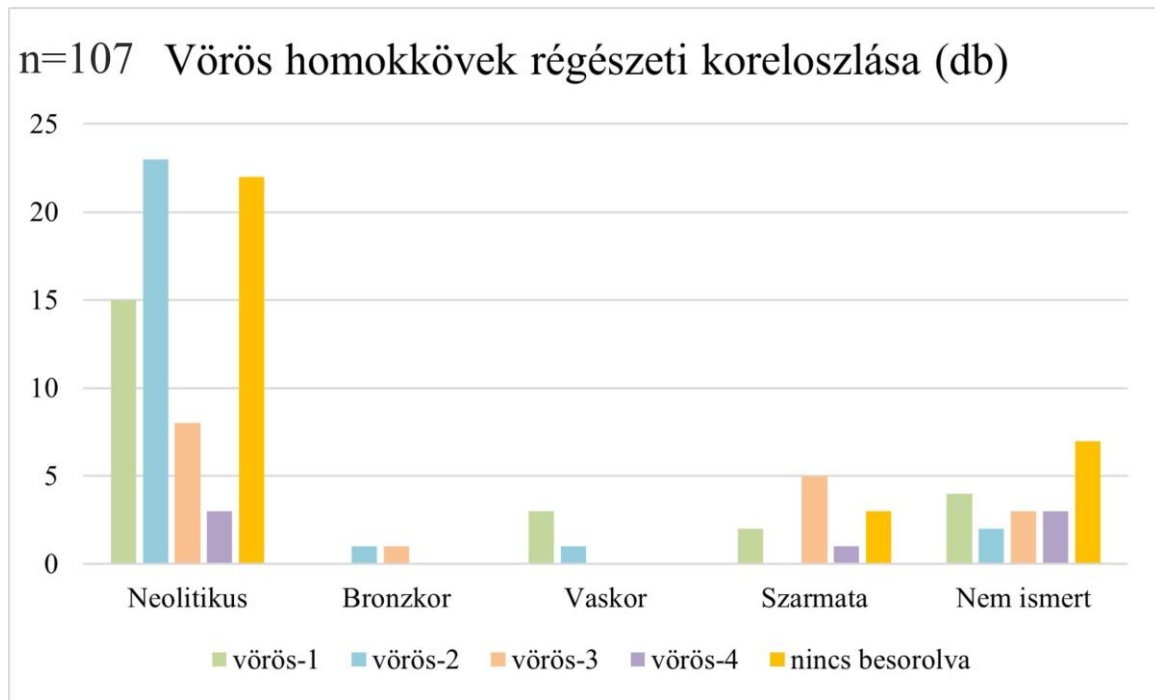
### Régészeti összefoglaló

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



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

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



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

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

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

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

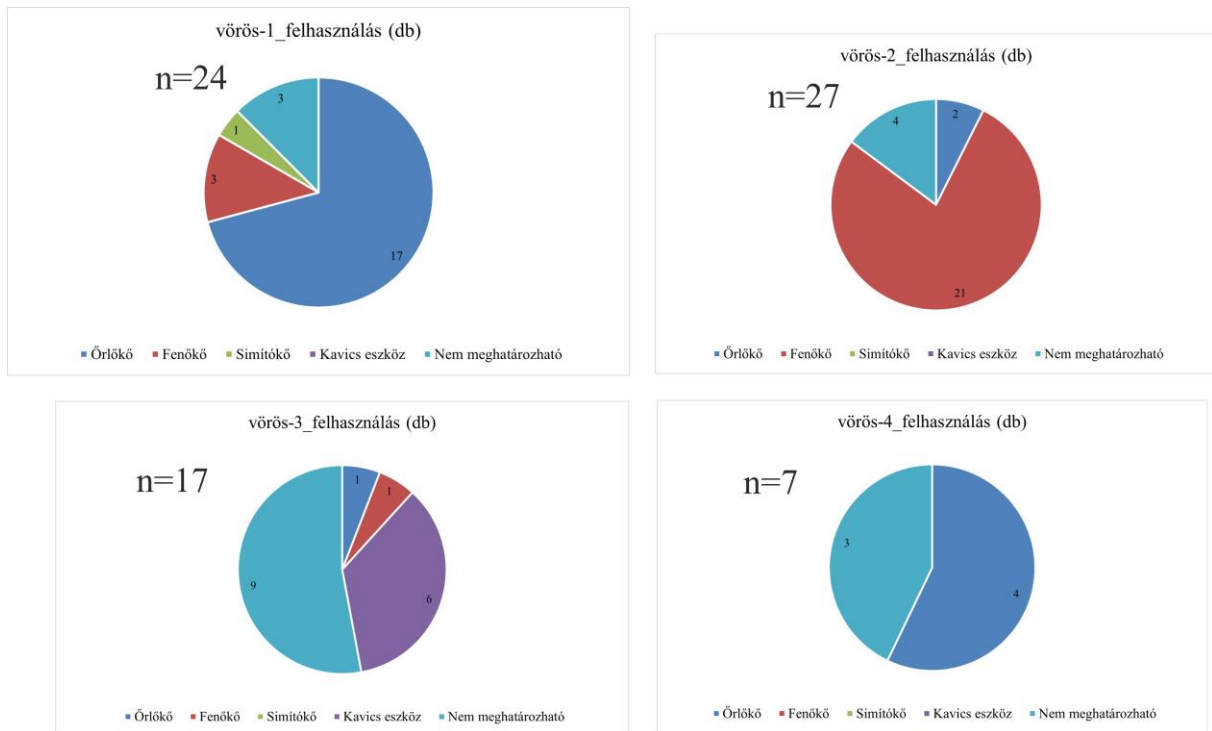
Típus	Neolitikus	Bronzkor	Vaskor	Szarmata	Nem ismert
<i>vörös-1</i>	15	0	3	2	4
<i>vörös-2</i>	23	1	1	0	2
<i>vörös-3</i>	8	1	0	5	3
<i>vörös-4</i>	3	0	0	1	3
<i>nincs besorolva</i>	22	0	0	3	7

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

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

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





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

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

### **Konklúzió – jövőbeli tervek**

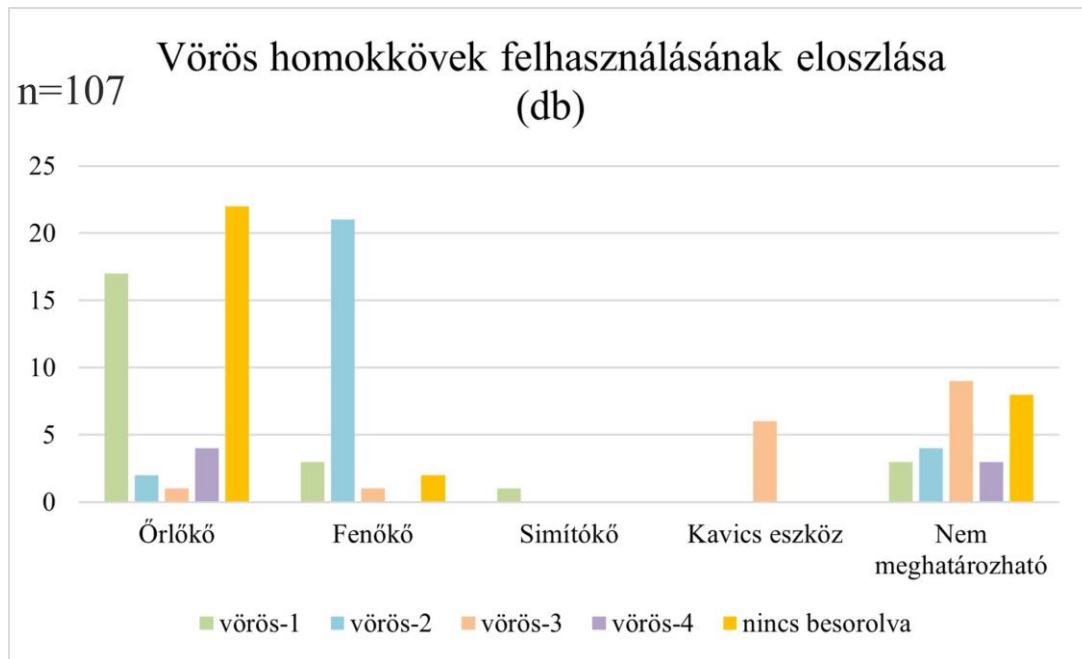
A gorzsi vörös homokkővek petrográfiai vizsgálat alapján történt revíziója során négy típust különítettünk el. Jellemző bélyegeik:

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

### Köszönetnyilvánítás

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

### Irodalom

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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