## MAGYARORSZÁGON ELŐKERÜLT HORNFELS (MÉSZ-SZILIKÁT SZARUSZIRT) ANYAGÚ CSISZOLT KŐESZKÖZÖK NYERSANYAGLELŐHELYÉNEK FELKUTATÁSA DISCOVERING THE PROVENANCE OF HORNFELS POLISHED STONE TOOLS IN HUNGARY

### SZAKMÁNY GYÖRGY<sup>1</sup>, JÓZSA SÁNDOR<sup>1</sup>, BENDŐ ZSOLT<sup>1</sup>, KASZTOVSZKY ZSOLT<sup>2</sup>, HORVÁTH FERENC<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ELTE FFI Kőzettan-Geokémiai Tanszék, e-mail: <u>gyorgy.szakmany@geology.elte.hu</u> <sup>2</sup>MTA Energiatudományi Kutatóközpont, Nukleáris Analitikai és Radiográfiai Laboratórium

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

#### Kivonat

Az őskorban a finomszemcsés kontakt metamorf eredetű hornfels (más néven mész-szilikát szaruszirt) nagyon népszerű nyersanyag volt csiszolt kőeszközök készítéséhez az egész Kárpát-medencében és környezetében, de elsősorban annak délkeleti részén. A nyersanyag forrásterülete hosszú ideig ismeretlen volt. A kőeszközök területi elterjedése alapján a nyersanyag forrásterületét a kutatók a Déli-Kárpátokban vagy az Erdélyi-középhegységben képzelték el. A hornfels kőeszközök nyersanyaga elsősorban diopszidból, bázisos összetételű plagioklászból, kevesebb káliföldpátból, esetenként szkapolitból és biotitból áll. Akcesszóriaként apatit, titanit, allanit, cirkon, esetenként pirrhotin jelenik meg benne. Kémiai összetételét tekintve a hornfels jelentős Ca-tartalommal, valamint viszonylag jelentős Al-tartalommal jellemezhető, alkália tartalma kicsi. Hosszú nyomozás után nagyon hasonló összetételű és szövetű kőzeteket sikerült felfedezni, begyűjteni, majd megvizsgálni és azonosítani a Ruszkahavas délnyugati részén, Novákfalva (Glimboca) környezetében, továbbá az Erdélyi-középhegység déli részén, az Obersiától (Obârşa) északra futó völgyben. Mindkét területen a hornfels banatitos szubvulkáni kőzetek és kréta időszaki Gosau-fáciesű, nagy mésztartalmú agyagos üledékes kőzetek kontaktusán alakult ki. Ezáltal egy régen keresett csiszolt kőeszköz nyersanyag forrásterületét sikerült megtalálnunk, illetve lehatárolnunk.

#### Abstract

Hornfels was one of the most popular raw materials to make prehistoric polished stone tools in the whole Carpathian Basin and its environs, especially in their South-Eastern part. The provenance of the raw material was unknown for a long time. Researchers have thought the provenance on the territories of Southern Carpathians and/or Apuseni mountains on the basis of the distribution of the hornfels stone tools. Petrologically this type of hornfels is dominantly composed of diopside, basic plagioclase, less K-feldspar, rare scapolite and biotite. Accessories are apatite, titanite, allanite, zircon, and occasionally pirrhotite. As regards the chemical composition of hornfels have high Ca and relatively high Al-content, the alkalis are only in few amount. After a long time searching for the provenance of hornfels, similar rock types have been found in SW part of Rusca Mts. on the environs of village Novákfalva (Glimboca), moreover on the South part of Apuseni Mts. on a North-South valley near the village Obersia (Obârşa). On both territories hornfels were formed on the contact zone of banatite subvolcanic rocks and high Ca-content clayish Cretaceous Gosau-facies sediments. As a result of our work we could discover and localize the provenance of a special rock type, the hornfels, which was a widely used raw material for polished stone tools in the studied area.

Kulcsszavak: csiszolt kőeszköz, nyersanyag provenancia, hornfels, Ruszka-havas, Erdélyi-középhegység

KEYWORDS: POLISHED STONE TOOLS, RAW MATERIAL PROVENANCE, HORNFELS, RUSCA-MOUNTAINS, APUSENI-MOUNTAINS

#### Bevezetés

A finomszemcsés kontakt metamorf kőzetek az öskorban nagyon népszerű nyersanyagok voltak csiszolt kőeszközök készítéséhez. Ebbe a kőzettípusba tartozik az a nagyon finomszemcsés hornfels (mész-szilikát szaruszirt), amelyből készült csiszolt kőeszközök jelentős számban kerültek elő a Kárpátmedencében és környezetében az eddig feldolgozott régészeti leletanyagokból. Ez a kőzettípus ugyanis nagyon alkalmas nyersanyagnak bizonyult csiszolt kőeszközök készítésére. Már a legkorábbi neolitikus kultúráktól kezdve ismerünk hornfelsből készült kőeszközöket mind a magyar, mind a környező te-



1. ábra: Jellegzetes neolit hornfels (mész-szilikát szaruszirt) nyersanyagú csiszolt kőeszközök

Fig. 1: Typical Neolithic hornfels polished stone tools

rületek leletanyagiban. Legtöbbször lapos vésőbalták, valamint kaptafa alakú balták készültek belőle (**1. ábra**). Jó mechanikai tulajdonságai miatt elsősorban munkaeszköznek használták, a leletek között előforduló jelentős számú ép, vagy csaknem ép kőbalta – elsősorban a halványzöld árnyalatú, áttetsző változat – viszont azt sugallja, hogy szimbolikus baltaként is alkalmazhatták.

#### A kőeszközök előfordulása

A mész-szilikát szaruszirt (hornfels) anyagú kőeszközök az egész Kárpát-medencében és környezetében széles körben elterjedtek, azonban a délkeleti területeken - már a legkorábbi neolitikumtól kezdve - lényegesen nagyobb mennyiségben találhatók meg a leletanyagokban, mint attól északra és nyugatra (pl. Szakmány 1996; Starnini & Szakmány 1998; Hovorka et al. 2001; Judik et al. 2001; Schléder et al. 2002; Starnini et al. 2007; Szakmány 2009). A neoliton kívül rézkori lelőhelyekről is ismert (Oravecz és Józsa 2005). A kőeszközök nagyon hasonló ásványos és kémiai összetétele arra utal, hogy a nyersanyagforrás pontszerű lehetett. Mész-szilikát szaruszirtből készült kőeszközök a Kárpát-medencétől délkeletre előforduló területek leletanyagában is jelentős mennyiségben jelen vannak, mind a Szerbia területén található Vinča kultúrában (Antonović 2006; Antonović et al. 2006), mind a mai Románia területén (pl. Kalmar & Stoicoviciu 1990; Lazăr et al. 2007; Nagy et al. 2008), habár meg kell jegyeznünk, hogy a Vinča kultúrában előforduló nagyon finomszemcsés, szürke, tömött kontakt metamorf kőzetek egy jelentős részének összetétele – részletes, elsősorban mikroszkópos vizsgálatok alapján – eltér a munkánkban szereplő, későbbi fejezetben tárgyalt hornfelsétől (Antonović 2006; Antonović et al. 2006). A fent vázolt gyakorisági eloszlásból arra következtettünk, hogy a nyersanyagforrást valahol a Délkeleti-Kárpátokban, illetve annak környezetében kell, hogy keressük, habár egyes szerzők (Hovorka et al. 2001) a nyersanyagforrás helyét máshol feltételezték (**2. ábra**).

#### Vizsgálati módszerek

A hornfels kőeszközök vizsgálatát részben roncsolásos, de a jelentős számú ép kőeszköz miatt nagyrészt roncsolásmentes vizsgálatokkal végeztük. A vizsgálati elemzések adatainak minél pontosabb összehasonlíthatósága érdekében ugyanezekkel a módszerekkel vizsgáltuk a terepen gyűjtött geológiai mintákat is.

Mind a kőeszközökről, valamint a terepi mintákról kézinagyító és sztereomikroszkóp segítségével



2. ábra: A hornfels kőeszközök elterjedése a Kárpát-medencében és a nyersanyag eredetileg feltételezett előfordulási területe. Jelmagyarázat: fekete folytonos vonal – gyakori előfordulás; szürke szaggatott vonal – rit-kább előfordulás, vörös vonal – a nyersanyag előzetesen feltételezett provenanciája (alaptérkép: Zentai László, http://mek.oszk.hu/00000/00092/00092.jpg)

**Fig. 2:** Distribution of hornfels polished stone tools in the Carpathian Basin indicating the originally supposed raw material provenance. Legend: black continous line: often occurrence; grey dashed line – rare occurrence; red line: originally supposed provenance of raw material (basic map by László Zentai, http://mek.oszk. hu/00000/00092/00092.jpg)

először makroszkópos petrográfiai leírást készítettünk. Ezt kiegészítettük a kőeszközök mágneses szuszceptibilitásának mérésével, amit Kappameter KT-5 típusú hordozható MS mérővel végeztünk. A végleges MS értékeket vastagsági és felületi korrekció átszámolása után (Williams-Thorpe et al. 2000; Bradák et al. 2005; 2009; Szakmány et al. 2011b) kaptuk meg. A tört kőeszközökből valamint a terepi mintákból készült vékonycsiszolatokat Leitz Laborlux 11 Pol S típusú polarizációs mikroszkóppal vizsgáltuk, a mikorszkópos fényképek Nikon Optiphot2-POL mikroszkóppal készültek, amihez a NIS Elements szoftvert használtuk.

A kőeszközök szöveti jellegzetességeit és a kőzetalkotó elegyrészek kémiai összetételét az ELTE Kőzettan-Geokémiai Tanszékén működő AMRAY-1830 típusú SEM-EDX elektronmikroszkópra közelmúltban kifejlesztett "eredeti felszín módszerrel", teljesen roncsolásmentesen végeztük. A mintaelőkészítési és vizsgálati körülmények megegyeznek a Bendő és szerzőtársai (2013) által leírtakkal. A terepi minták esetében azokból vékony szeletet vágtunk, amelyeket felpolíroztunk, és ezeket a szeleteket vizsgáltuk az elektronmikroszkóppal.

A kőeszközök és terepi minták kémiai összetételét szintén teljesen roncsolásmentes PGAA módszerrel az MTA Energiatudományi Kutatóközpont Nukleáris Analitikai és Radiográfiai Laboratóriumában határoztuk meg. A módszerrel csiszolt kőeszközökön már évek óta nagyszámú sikeres mérés történt (Szakmány et al. 2011a). A budapesti PGAA berendezést részletesen Szentmiklósi és munkatársai (2010) ismertetik, az elemösszetétel meghatározását Révay (2009) írja le.



**3. ábra:** Hornfelsből készült kőeszköz polarizációs mikroszkópos képe (GOR-241, Gorzsa, késő neolit; +nikolok)

**Fig. 3:** Micrograph of hornfels polished stone tool (sample GOR-241, Gorzsa, Late Neolithic; +Nicols)

#### A kőeszközök megjelenése, összetétele

A kőeszközök nyersanyagául szolgáló hornfels nagyon finomszemcsés, kemény, szívós, emellett tetszetős, halványzöld, szürkészöld, zöldeszürke vagy szürke színárnyalatban előforduló, jól polírozható kőzet. Egyes esetekben a kőzet makroszkóposan is megfigyelhetően sávos. A hornfels anyagú kőeszközök jellegzetes megjelenésük alapján általában makroszkóposan is jól elkülöníthetők más kőeszköztípusoktól, amihez az is hozzájárul, hogy a korrigált mágneses szuszceptibilitás (MS) értékei (Bradák et al. 2009) nagyon szűk tartományban, χ=0,2−0,4×10<sup>-3</sup> SI között mozognak. Ugyanakkor makroszkóposan a nagy kovatartalmú kőzetektől esetenként nagyon nehéz elkülöníteni, sőt a zöldes árnyalatúak a nefrittel vagy akár a kis Fe-tartalmú nagynyomású kőzetváltozatokkal (jadeitit) is összetéveszthetők.

Polarizációs mikroszkópi és az ezeket kiegészítő SEM-EDX vizsgálatok alapján a magyarországi leletanyagokban előforduló hornfels ásványos öszszetételében elsősorban két ásvány, a diopszidos összetételű piroxén és a földpát uralkodik, ez utóbbi elsősorban bázisos plagioklász, de ezen kívül - kis mennyiségben - előfordulhat káliföldpát is. Ritkábban biotit, szkapolit, illetve opakásvány is megtalálható benne, egyes mintákban kevés epidot megjelenhet. A kisszámú és nagyon kisméretű akcesszóriák polarizációs mikroszkóp alatt nem határozhatók meg egyértelműen, a SEM-EDX vizsgálatok alapján elsősorban apatitot, titanitot, allanitot és cirkont lehetett azonosítani. A ritkán előforduló opakásvány pirrhotinnak bizonyult. A kőzet általában nagyon finomszemcsés, a piroxén és a földpát szemcsék nagyon szorosan kapcsolódnak egymáshoz, sokszor egymáson átnőve. Szövetét tekintve



**4. ábra:** Hornfelsből készült kőeszköz jellegzetes szöveti képe és összetevői visszaszórt elektronképen (GOR-227, Gorzsa, késő neolit); Di – diopszid, Pl – plagioklász, Aln – allanit

**Fig. 4:** Typical hornfels in BSE image (sample GOR-227, Gorzsa, Late Neolithic); Di – diopside, Pl – plagioclase, Aln – allanite)

granoblasztos, de egyes, jobban kristályos változatok poikiloblasztos jellegű szövetet mutatnak, mind a piroxén, mind a földpát nagyobb méretű szemcséiben a másik elegyrész apró kristályai zárványként foglalnak helyet (**3.** és **4. ábra**).

A hornfels kőeszközök kémiai összetétele viszonylag szűk tartományban mozog (**1. táblázat**). Jellemző a viszonylag jelentős, 13–23 m/m% CaO, az 50 m/m% körüli SiO<sub>2</sub>, valamint a viszonylag nagy, 13– 16 m/m% közötti Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tartalom, amihez kisebb, de azért még jelentős mennyiségű MgO (4–9 m/m%) társul. A kőzetek alkália (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O) tartalma általában 1–5 m/m% között mozog. Az ásványos öszszetétel arra utal, hogy a kőzet nagy hőmérsékletű kontaktuson alakulhatott ki, és a kőzetek kémiai öszszetételében kimutatott jelentős CaO, és ugyancsak jelentős Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tartalom azt jelzi, hogy a magmás test feltehetően mészmárgába vagy agyagos mészkőbe nyomult bele (Szakmány et al. 2015).

#### A lelőhely felkutatásának stratégiája

Minthogy a hornfels kontakt metamorfit, első közelítésben le kellett határolnunk hol fordulnak elő olyan magmás kőzetek, amelyek kontaktusán ez a jellegzetes összetételű és szövetű kőzet kialakulhatott. Ehhez – a kőeszközök előfordulásának gyakorisági eloszlását figyelembe véve – mindenekelőtt a Délkeleti-Kárpátok környezetének és az Erdélyiközéphegységnek a topográfiai valamint földtani térképeit, térképmagyarázóit, emellett irodalmait tanulmányoztuk, és ez alapján jelöltük ki a szóba jöhető képződményeket és területeket. A földtani térképek mellett a munkához jelentős segítséget adott a



**5. ábra:** Az Erdélyi-középhegység déli részének és a Déli-Kárpátok északnyugati részének domborzati térképe a nyersanyag előfordulási helyekkel (alaptérkép: http://www.eng.unideb.hu/userdir/forian/Vizes/1.jpg)

**Fig. 5:** Topographic map of the Southern Apuseni Mts. and NW part of Southern Carpathians with the provenance of raw material (basic map: http://www.eng.unideb.hu/userdir/forian/Vizes/1.jpg)

2010-ben Magyarországon megrendezett IMA (International Mineralogical Association) '20th General Assembly' konferencia, amelynek egyik kirándulásvezetője éppen ezeknek a területeknek a klasszikus, késő kréta korú magmatizmusához kapcsolódó szkarn lelőhelyeit foglalja össze (Ilinca 2010). Az irodalmi leírások közül azonban egyik sem említett pontosan olyan összetételű és megjelenésű kontakt metamorf kőzeteket, mint amilyen a kőeszközök nyersanyaga. A térképek és az irodalom tanulmányozása alapján egyik legkézenfekvőbb megoldásként a banatit és annak a fent említett területen mintegy 200 km hosszan húzódó zónájában előforduló magmás kőzetsorozat merült fel mint perspektivikus képződmény, de más nagy hőmérsékletű magmás kőzettest és üledék kontaktusát sem zárhattuk ki (pl. a Retyezát nagy területen előforduló granitoidos kőzettestét). Mindamellett a hornfels kőeszközök legkorábbi neolit kultúrákban való előfordulása azt sugallta, hogy viszonylag könnyen megközelíthető terep (feltehetően valamelyik nagyobb folyóvölgy, illetve annak közvetlen környezete) jöhet szóba lelőhelyként.

A következő lépésben a fentiekben leírtaknak megfelelően alakítottuk ki a terepbejárás stratégiáját. Mindenekelőtt a szóba jöhető területek vízgyűjtőiből táplálkozó nagyobb folyók, a Fehér-Körös, a Maros és a Temes recens kavicsanyagát tanulmányoztuk át, gyűjtöttük be és vizsgáltuk meg. A mintavételezést elsősorban a hegyvidéki területekről kilépő folyók síkvidéki részein, a hegységhez közeli (néhány kilométeres távolságában) kezdtük, majd haladtunk a hegységek belseje felé, de a munka e fázisában a folyók fő völgyének kavicsanyagát gyűjtöttük be. Ennek eredményeként a három folyó közül először kizárólag a Temes folyóban találtunk, de ott is csak igen kis számban és kis méretben, a kőeszközök nyersanyagához hasonló megjelenésű finomszemcsés, tömött szövetű, zöldesszürke-szürke kőzetanyagú kavicsokat. Ezen a szálon elindulva a kutatás következő fázisában – a földtani térképekkel és geológiai kirándulásvezetőkkel (pl. Săndulescu et al. 1978; Kräutner et al. 1981; Rădulescu et al. 1981; Ilinca 2010; Románia 1:200000-es és 1:50000-es földtani térképlapjai) összehangoltan - a Temes vízgyűjtő területére koncentrálva, annak mellékfolyóin végeztünk kutatásokat.

Számos olyan vízfolyás törmelékanyagát végigvizsgáltuk, amelynek vízgyűjtő területén mélységi vagy szubvulkáni magmás testek fordulnak elő. A Temes jobboldali mellékfolyója, a Ruszka-havas déli oldalán közel kelet-nyugat irányban folyó Bisztra folyó hordalékának kutatása hozta meg az első sikereket. Törmelékében, különösen a Bisztra folyó és a



**6. ábra:** A kőeszközök nyersanyagához hasonló hornfels előfordulási területeinek földtani térképe. A) Átnézetes földtani térkép az Erdélyi-középhegység és a Déli-Kárpátok keleti részéről; B) Az Erdélyi-középhegység déli része, Obersiától északra; C): A Ruszka-havas délnyugati része, Novákfalvától északnyugatra. Jelmagyarázat: a szaggatott vonallal körbehatárolt területeken a zöld színnel jelölt Gosau üledékekbe nyomultak a sötét lilásvörössel jelölt banatit intrúziók, melyek kontakt zónájában alakult ki a hornfels. Földtani térkép Sandulescu et al. (1978) alapján.

**Fig. 6:** Geological map of occurrences of hornfels similar to raw materials of polished stone tools. A): general map of Apuseni Mts. and western part of Southern Carpathians; B) Southern part of Apuseni Mts. north of Obersia; C) SW part of Rusca Mts. NW of Novákfalva (Glimboca). Dashed lines outline the territories of hornfels; Legend on the map: green colour: Gosau sedimentary rocks; dark lilac red colour: banatite intrusions. Basic geological map: Sandulescu et al. (1978).

Ruszka patak összefolyásánál nagyobb mennyiségű és méretű olyan jellegű kőzettömbökre bukkantunk, amelyek kőzetanyaga makroszkóposan nagyon hasonló volt a hornfels balták nyersanyagához. A földtani térképekről kiderült, hogy az érintett vízgyűjtő területen a banatit és a kréta korú Gosau-fáciesű üledékes kőzetek kontaktzónája nagy felszíni elterjedésű, ami megerősítette, hogy jó nyomon járunk. A begyűjtött kőzetek mikroszkópos és kémiai vizsgálati eredményei megerősítették, hogy ásványos és kémiai összetételük hasonló, habár sok esetben nem teljesen azonosnak bizonyultak a tipikus hornfels kőeszközökével. A terepen gyűjtött példányok között szabad szemmel is jól láthatóan gyakoribbak voltak az erősebben sávos jellegűek. Emellett sok kőzettömb tartalmazott - csak mikroszkópos vizsgálatokkal kimutatható - viszonylag jelentős mennyiségű finomszemcsés kvarcot, amely alapján összetételük némileg eltért a kőeszközök összetételétől. A kutatás következő fázisában, a részletesebb földtani térképek áttanulmányozása után a bejárandó területet tovább szűkítettük a Ruszka-havas délnyugati területére, Novákfalva (Glimboca) településtől északi irányban, ahol a térkép a banatit több olyan telérét is jelezte, amelyek Gosau képződményekbe nyomultak bele (**5.** és **6/C. ábra**).

A területen az egyes észak-déli irányú völgyek patakmedreiben a völgytalptól a hegység felé jelentős, helyenként uralkodó mennyiségű hornfels anyagú törmelék fordult elő. (7. ábra). A tömbök a völgytalp környezetében közepesen vagy kevésbé, beljebb egyre kevésbé voltak koptatottak. Méretük igen változatos. Uralkodóan 15-30 cm-esek, de a legnagyobbak akár az 50-60 cm-t is elérik, a hegység belsejében pedig még ennél is nagyobb méretű tömbök fordulnak elő mind a patakmedrekben, mind regolitként a völgyoldalakban. Általában sávosak, és elsősorban nagyon finomszemcsés, tömött, szívós, uralkodóan szürke-zöldesszürke, ritkábban szürkészöld színűek. A hegység belseje felé a fővölgy szűkülésével esetenként a völgy oldalfalában szálfeltárások formájában vastagpados megjelenésben ki is bukkannak.



 ábra: Hornfels anyagú kőtömbök a Ruszka-havas délnyugati részének patakmedrében Novákfalvától (Glimboca) északra

**Fig. 7:** Boulders of hornfels in a creek near Novákfalva (Glimboca), SW Rusca-Mts.

A tágabb területre vonatkozólag a földtani térképek (pl. Săndulescu et al. 1978; Rădulescu et al. 1981; Románia 1:200000-es és 1:50000-es földtani térképlapjai) áttanulmányozása során hasonló földtani helyzetet észleltünk az Erdélyi-középhegység déli területéhez tartozó Erdélyi-érchegység északi részén, konkrétan az Obersiától (Obârşa) északraészakkeletre található, közel észak-déli völgyek esetében, ahol szintén banatit telérek, illetve intrúziók fordulnak elő Gorsau-fáciesű üledékes összletben. A több völgyet is átfogó részletes terepbejárás során az Obersiától észak felé kiinduló hosszú völgyben szintén jelentős mennyiségben találtunk a kőeszközök nyersanyagához nagyon hasonló megjelenésű hornfels tömböket, és szálkőzet kibukkanásokat (ld. 5. és 6/B. ábra). A tömbök mérete ezen a területen is uralkodóan 15-30 cm-es volt, esetenként az 50-60 cm-t itt is elérte (8. ábra). Ki kell emeljük, hogy ez a terület már a Fehér-Körös legfelső vízgyűjtő területéhez tartozik. Ezzel kapcsolatban érdemes megjegyezni, hogy előzetes terepbejárásaink során a Fehér-Körös kavicsanyagában hornfels anyagú kavicsot nem sikerült kimutatnunk. Ennek részben az lehetett az oka, hogy a hornfels előfordulási területe a Fehér-Körös forrásvidékéhez közel van, és a kavicsok nem jutottak el a viszonylag jelentős távolságra levő mintavételi területünkig. Ennek részletes vizsgálatára, sűrűbb mintavételezésére a Fehér-Körös forrásához közelebbi területeken a jövőben érdemes lenne visszatérni.

# A terepen gyűjtött kőzetek anyagvizsgálati eredményei

A területek részletes bejárása során 135 terepi mintát gyűjtöttünk, ezek mindegyikből vékonycsiszolatot készítettünk, és polarizációs mikroszkóppal meg-



**8. ábra:** Nagyméretű hornfels anyagú kőtömb az Erdélyi-középhegység déli részén, az Obersiától (Obârşa) északra futó völgyben

**Fig. 8:** Large hornfels boulder in a creek-valley in north of Obersia (Obârşa), S. Apuseni Mts.

vizsgáltunk. Minden mintának megmértük a mágneses szuszceptibilitását (MS). A vékonycsiszolatos és MS vizsgálatok eredményeképpen a kőeszközök nyersanyagához leginkább hasonlító tömbökből vett 20 mintából prompt-gamma aktivációs analízissel (PGAA) kémiai elemzéseket végeztünk. A PGAA módszer használatát az indokolta, hogy a kőeszközökből ezzel a módszerrel korábban mért kémiai összetételi eredményekkel már rendelkeztünk (Szakmány et al. 2011), így az ugyanazon módszerrel újabban mért terepi mintákból származó adatokat minden kétség nélkül tudtuk összehasonlítani a kőeszközök adataival. A "eredeti felszín módszer"rel végzett roncsolásmentes SEM-EDX vizsgálatot (ld. Vizsgálati módszerek c. fejezet) 16 reprezentatív kőeszközön valamint 7 terepi mintán végeztük el. Ennek során a főelegyrészek összetételén kívül az akcesszóriákat is részletesen megvizsgáltuk, így azokról is értékes információkat kaptunk.

A következőkben kizárólag a kőeszközök anyagához ásványos összetételben és szöveti jellegeikben hasonló, nagyon finomszemcsés, terepen gyűjtött kontakt metamorf kőzetminták vizsgálati eredményeit ismertetjük, és vetjük össze a kőeszközök öszszetételével. Előzetesen megjegyezzük, hogy a terepi vizsgálatok alapján mindkét fent említett területen előforduló hornfels minták összetételükben hasonlóak egymáshoz, kisebb változékonyság, elsősorban szöveti jellegeiket és szemcseméretüket tekintve azonban előfordul. Ugyanakkor egyes nagyméretű, elsősorban sávos tömbök ásványos összetételében is megfigyeltünk kisebb eltéréseket, inhomogenitásokat.

A terepen megfigyelt és begyűjtött mész-szilikát szaruszirt kőzetpéldányok a kőeszközökhöz hasonlóan szintén nagyon finomszemcsések, szürke-zöl**1. táblázat:** A hornfels kőeszközök, valamint a terepről gyűjtött minták főelem kémiai összetételi változatossága (tömeg%)

	kőeszközök	terepi minták	
	m/m%	Ruszka m/m%	Erdélyi-khg. m/m%
SiO <sub>2</sub>	47–54	47–61	50–54
TiO <sub>2</sub>	0,6–0,8	0,5–1,1	0,7–0,9
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13–16	13–19	15–19
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>t</sup>	4,5–10,0	4,7-8,2	4,7–7,0
MnO	0–0,28	0,04–0,23	0,11–0,28
MgO	3,6-8,7	1,9–4,6	0,0–5,1
CaO	13–23	4–20	11–14
Na <sub>2</sub> O	0,5–3,2	0,5–3,8	1,1–2,1
K <sub>2</sub> O	0–5,0	0,1–4,4	2,9–4,2
H <sub>2</sub> O	0,1–1,3	0,5–2,9	0,6–2,7

Table 1: Variabilities of major element composition of the hornfels polished stone tools and field samples (m/m%)

desszürke színűek, tömöttek, szívósak, viszonylag gyakran sávosak. Habár, ahogy korábban említettük, a vizsgált területeken a meredek völgyoldalakban szálfeltárások formájában is kibukkan a kőzet, a kőeszköz nyersanyagok tekintetében azonban sokkal lényegesebb a patakvölgyekben és közvetlen környezetükben előforduló kisebb-nagyobb méretű tömbök előfordulása. Ezek a tömbök nagyon ellenállóak, mivel a folyóvízi áthalmozódás során a nagy energiájú közegben már egy elsődleges szelekción



9. ábra: Hornfels tömb jellegzetes szöveti képe és összetevői visszaszórt elektronképen (T-28/5 minta, Ruszka-havas); Di – diopszid, Pl – plagioklász, Kfs – káliföldpát, Aln – allanit, Ep – epidot, Zo – zoizit, Ttn – titanit, Prh – pirrhotin, Zrn - cirkon

**Fig. 9:** Typical hornfels boulder in BSE image (sample T-28/5, Rusca Mts.); Di – diopside, Pl – plagioclase, Kfs – K-feldspar, Aln – allanite, Ep – epidote, Zo – zoisite, Ttn – titanite, Prh – pyrrhotite, Zrn – zircon

átestek, ezáltal csak a legszívósabb, repedésmentes, tömött, masszív tömbök maradtak egyben, amelyek ezáltal igen alkalmasak kőeszköz-nyersanyagnak.

A terepi minták MS értékei uralkodóan  $\chi_v=0,2-0,8 \times 10^{-3}$  SI közé esnek, vagyis a kőeszközökénél tágabb tartományt fednek le, de azokkal jó összhangban vannak.

A terepi minták polarizációs mikroszkópos és SEM-EDX vizsgálatai azt mutatják, hogy mindkét terü-



**10. ábra:** Hornfels tömb jellegzetes szöveti képe és összetevői visszaszórt elektronképen (FHK-8/11 minta, Erdélyi-középhegység déli része); Di – diopszid, Pl – plagioklász, Kfs – káliföldpát, Aln – allanit, Ap – apatit, Prh – pirrhotin, Zrn - cirkon

**Fig. 10:** Typical hornfels boulder in back-scattered image (sample FHK-8/11, S. Apuseni Mts.); Di – diopside, Pl – plagioclase, Kfs – K-feldspar, Aln – alanite, Ap – apatite, Prh – pyrrhotite, Zrn – zircon

2. táblázat: A hornfels anyagú kőeszközök és a két feltételezett nyersanyaglelőhelyen gyűjtött minták ásványos összetételének összehasonlító táblázata; (n = mintaszám). Jelmagyarázat: vastag betűvel: a főelegyrészek és az uralkodó akcesszóriák (1. és 2. sor) esetében az elterjedt, jelentős mennyiségűek, az esetleges akcesszóriák (3. sor) közül azok, amelyek a kőeszközökben és a nyersanyaglelőhelyen egyaránt előfordultak.

**Table 2:** Comparison of rock forming minerals of the polished hornfels stone tools and field samples from supposed provenances; (n = number of samples). Essential components and dominant accessories (first and second raw): bold - dominant amount. Sporadical accessories (third raw): bold - occur both in artefacts and the supposed provenance

Ásvány	Kőeszköz (n=13)	Ruszka (n=5)	Erdélyi-khg Dél (n=2)
Főelegyrészek	<b>diopszid,</b> <b>bázisos plagioklász,</b> káliföldpát, szkapolit, biotit	<b>diopszid, bázisos plagioklász, káliföldpát</b> , szkapolit, biotit	diopszid, bázisos plagioklász, káliföldpát,
Uralkodó akcesszóriák	titanit,	titanit,	titanit,
	patit,	apatit,	apatit,
	allanit	allanit,	allanit,
	cirkon,	cirkon,	cirkon,
	pirrhotin	pirrhotin	pirrhotin
Esetleges akcesszóriák	<b>epidot/zoizit, kalcit,</b>	<b>epidot/zoizit, kalcit,</b>	epidot/zoizit, kalcit,
	<b>rutil, hornblende</b> ,	<b>rutil, hornblende</b> , kvarc,	rutil, ilmenit, klorit,
	aktinolit, thórit, barit	pirit	grafit(?)

leten hasonló megjelenésű és összetételű kőzetek fordulnak elő. Emellett azonban a terepen gyűjtött hornfels minták változatosabbak, mint a kőeszközök, de a lényeges elegyrészeik és azok szöveti elrendeződése teljesen vagy csaknem teljesen hasonló azokéhoz: uralkodó elegyrészeik a diopszid, a bázisos plagioklász és a káliföldpát, esetenként a szkapolit. Akcesszóriaként elsősorban allanit, titanit, apatit, cirkon, epidot, zoizit és pirrhotin fordul elő bennük (2. táblázat). Abban viszont különböznek, hogy gyakran tartalmaznak elszórtan és változó mennyiségben nagyon kisméretű kvarcszemcséket, amelyek esetenként egyes sávokban feldúsulhatnak. Ez feltehetően a kontakt hatást elszenvedő meszesagyagos kőzet egyes rétegeiben megjelenő finomszemcsés homoktartalmat jelzi, illetve ami abból reliktumként megmaradt. A kőzetek szemcseméret tekintetében is változatosabbak, elsősorban a nagyméretű tömbök esetében gyakran finomabb, illetve durvább szemcseméretű elegyrészekből álló sávozottság figyelhető meg. Ugyanakkor ki kell emelni, hogy kvarcmentes, a kőeszközökével teljesen azonos összetételű és szövetű finomszemcsés tömbök mindkét területen előfordulnak (9. és 10. ábra).

Ami a kémiai elemzések eredményét illeti, a terepen gyűjtött hornfels minták kémiai összetétele a kőeszközökénél valamivel változatosabb, szélesebb értékhatárok között mozog. A CaO-tartalom jelentős (4–20 m/m%, uralkodóan 10–14 m/m%), bár a minták nagy részénél a kőeszközökénél valamivel kevesebb. A SiO<sub>2</sub>-tartalom 47–61 m/m % között mozog, de zömében 50 m/m% körüli, az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-tartalom 13– 19 m/m%, mindkét összetevő esetében jó egyezést mutat a kőeszközök értékeivel. A MgO-tartalom a kőeszközökénél valamivel kevesebb (általában 1–5 m/m%, egy mintában a kimutatási határ alatt volt). A kőzetek alkália-tartalma (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O) a kőeszközökénél valamivel nagyobb, általában 3–6 m/m%. A terepi minták esetében az Obersia környékéről és a Novákfalva környezetéből származó minták öszszetétele gyakorlatilag egybeesik egymással, de a



**11. ábra:** A hornfels anyagú kőeszközök valamint a terepen gyűjtött minták kémiai összetétele a SiO<sub>2</sub>– CaO diagramon

**Fig. 11:** Chemical composition of hornfels polished stone tools and field samples on SiO<sub>2</sub>–CaO bivariant diagram. Legend: green triangle: hornfels polished stone tools; red circle: other polished stone tools; blue squares: hornfels from Rusca Mts.; lilac diamond: hornfels from Apuseni Mts.

Ruszka-havasból származó minták nagyobb petrográfiai változékonyságukkal összhangban szélesebb összetételi változatosságot mutatnak (1. táblázat, 11. ábra). Itt kell megjegyezzük, hogy az összehasonlítás céljából megelemzett, a tipikus hornfelsétől eltérő összetételű, de hasonló makroszkópos megjelenésű finomszemcsés kontakt kőzetekből készült régészeti leletek kémiai összetétele viszont jelentős eltérést mutat ezekétől (ld. 11. ábra).

#### Konklúzió

A Kárpát-medencében és környezetében csiszolt kőeszköz-nyersanyagként széles körben használatos hornfels makroszkóposan nem mindig különíthető el más, nagyon finomszemcsés, zöldes-szürkés árnyalatú nyersanyagból készült kőeszközöktől. Jellegzetes homogén megjelenése és szűk intervallumban mutatkozó MS értékei segíthetnek az elkülönítésben, de a kőzet makroszkóposan összetéveszthető a nagy kovatartalmú finomszemcsés, hasonló színű kőzetekkel, sőt a zöldes árnyalatúak akár a nefrittel, esetleg a nagynyomású metaofiolitos kőzetek kis vastartalmú változataihoz (jadeitit) is nagyon hasonlóak lehetnek. Ezért megbízható elkülönítéséhez részletesebb vizsgálatok, lehetőség szerint petrográfiai, illetve SEM-EDX és teljes kőzetkémiai elemzés szükséges.

Munkánk során részletes terepbejárással és különböző – közöttük többféle roncsolásmentes – vizsgálattal sikerült lehatárolni a hornfels nyersanyag forrásterületét a banatit intrúziók és a Gosau-fáciesű felső kréta kőzetek kontaktusán, illetve annak közelében. A kőeszközök és a terepi minták ásványos összetétele, elsősorban a diopszidos összetételű piroxén, a bázisos plagioklász, illetve a káliföldpát valamint a szkapolit jelenléte, az akcesszóriák nagyfokú ha-

#### Irodalom

ANTONOVIĆ, D. (2006): On importance of study of the Neolithic ground stone industry in the territory of Southeast Europe. *Analele Banatului*, *S.N., Arheologie – Istorie* **XIV**(1): 53–61.

ANTONOVIĆ, D., RESIMIĆ-ŠARIĆ, K & CVETKOVIĆ, V. (2006): Stone raw materials in the Vinča culture: petrographic analysis of assemblage from Vinča and Belovode. *Starinar* **55**: 53–66.

BENDŐ, ZS., OLÁH, I., PÉTERDI, B., SZAK-MÁNY, GY. & HORVÁTH E. (2013): Csiszolt kőeszközök és ékkövek roncsolásmentes SEM-EDX vizsgálata: lehetőségek és korlátok. *Archeometriai Műhely* **10**(1): 51–65. sonlósága (ld. 2. táblázat) egyértelműen mutatja a kőeszközök és a terepről gyűjtött minták nagyon hasonló összetételét. Ez alapján megállapíthatjuk, hogy egy régen keresett kőeszköz nyersanyag forrásterületét sikerült megtalálnunk, illetve lehatárolnunk két, geológiai felépítésükben egymáshoz teljesen hasonló területen, a Ruszka-havas DNy-i részén Novákfalva (Glimboca) környékén, valamint az Erdélyi-középhegység D-i részén Obersia (Obârşa) környezetében. Ugyanakkor meg kell jegyezzük, hogy egyelőre még nem minden hornfels altípus nyersanyagát találtuk meg (pl. a kőeszközök között gyakran előforduló jellegzetes poikiloblasztos szövetűt), ezért ehhez további terepbejárásokra és további mintagyűjtésre lesz szükség elsősorban a vizsgált területeken és azok közelében.

Az ásványos összetételben a diopszid valamint a plagioklász nagyon magas Ca tartalma továbbá a kőzetek kémiai összetételében kimutatott nagy (akár 20 m/m%) CaO- és a viszonylag jelentős Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- tartalom (13–20 m/m%) arra utal, hogy a kőzet nagy hőmérsékletű kontaktuson alakulhatott ki, és a magmás test feltehetően mészmárgába vagy kevés agyagot tartalmazó mészkőbe nyomulhatott bele.

#### Köszönetnyilvánítás

A terepbejárás során Berecz Béla, Czirják Gábor, Elisabetta Starnini, Vanicsek Katalin voltak segítségünkre. Köszönjük Weiszburg Tamásnak, hogy a terepmunkához a terepjárót rendelkezésünkre bocsájtotta. Péró Csabának a szakmai tanácsadást köszönjük. Munkánkat az OTKA K84151 (témavezető: Horváth Ferenc) és a K100385 (témavezető: Kasztovszky Zsolt) számú pályázatok támogatták.

A PGAA mérések a Budapesti Neutron Centrumban készültek.

BRADÁK, B., SZAKMÁNY, GY. & JÓZSA, S. (2005): Mágneses szuszceptibilitás mérések – új módszer alkalmazása csiszolt kőeszközök vizsgálatában. *Archeometriai Műhely* **2**(1): 13–22.

BRADÁK, B., SZAKMÁNY, GY., JÓZSA, S. & PŘICHYSTAL, A. (2009): Application of magnetic susceptibility on polished stone tools from Western Hungary and the Eastern part of the Czech Republic (Central Europe). *Journal of Archaeological Science* **36(**10): 2437–2444.

HOVORKA, D., ILLÁŠOVÁ, Ľ. & SPIŠIAK, J. (2001): Plagioclase-clinopyroxene hornfels: raw material of 4 lengyel culture axes (Svodín, Slovakia). *Slovak Geological Magazine*. **7**(4): 303–308.

ILINCA, G. (2010): Classic skarn localities of Romania: Contact metamorphism and mineralisation related to Late Cretaceous magmatism. *Acta Mineralogica-Petrographica Field Guide Series* **23**: 1–50.

JUDIK, K., BIRÓ, K. & SZAKMÁNY, GY. (2001): Petroarchaeological research on the Lengyel Culture polished stone axes from Aszód, Papi földek. In: REGENYE, J. (ed.): Sites and Stones: Lengyel culture in Western Hungary and beyond. Directorate of the Veszprém county Museums, Veszprém: 119–129.

KALMAR, Z. & STOICOVICIU, E. (1990): Petrographic and metric analysis of the lithic tools from the Neolithic settlement of Iclod. - *Archaeometry in Romania*, 2<sup>nd</sup> Romanian Conference on the Application of Physics Methods in Archaeology, February, 17–18. 1989, Vol. 2: 137–145.

KRÄUTNER, H., NÅSTÅSEANU, S., BERZA, T., STÅNOIU, I. & IANCU, V. (1981): Metamorphosed Paleozoic in the South Carpathians and Its Relations with the Pre-Paleozoic Basement. Guide to Excursion A1 of XII. Congress of Carpatho-Balkan Geological Association, Bucharest, Romania, August 31st – September 7th, 1981.: 1–116. (+ térkép mellékletek)

LAZĂR, C., GHERGARI, L. & IONESCU, C. (2007): Petrografia și mineralogia unor umelte șlefuite din situl neolitic de la Suplacu de Barcău (Petrography and mineralogy of some polished tools from the Suplacu de Barcău Neolithic site. *Nimphaea*, **XXXIV**: 5–37.

NAGY, I., WEISZBURG, T., SZAKMÁNY, GY., VARGA, G. & KASZTOVSZKY, ZS. (2008): Mineralogical, petrographic and geochemical study of Neolithic polished axes from Micula (NW Transsylvania, Romania). *Archeometriai Műhely* **V(2)**: 37–45.

ORAVECZ, H. & JÓZSA, S. (2005): A Magyar Nemzeti Múzeum újkőkori és rézkori csiszolt kőszerszámainak régészeti és petrográfiai vizsgálatainak eredményei. *Archeometriai Műhely* **2(1):** 23–47.

RĂDULESCU, D., BORCOȘ, M., PELTZ, S. & ISTRATE, G. (1981): Subduction Magmatism in Romanian Carpathians. Guide to Excursion A2 of XII. Congress of Carpatho-Balkan Geological Association, Bucharest, Romania, August 31st – September 7th, 1981.: 1–132. (+ térkép mellékletek)

RÉVAY, ZS. (2009): Determining Elemental Composition Using Prompt Gamma Activation Analysis. *Analytical Chemistry* **81**: 6851–6859.

SĂNDULESCU, M., KRÄUTNER, H., BORCOȘ, M., NĂSTĂSEANU, S., PATRULIUS, D., ȘTEFĂNESCU, M., GHĖNEA, C., LUPU, M., SAVU, H., BERCEA, I. & MARINESCU, F. (1978): Harta geologică Romania (Románia geológiai térképe) 1:1000000. Institutul de Geologie si Geofizică, București.

SCHLÉDER, ZS., T. BIRÓ, K. & SZAKMÁNY, GY. (2002): Petrological studies of Neolithic stone tools from Baranya County, South Hungary. In: JEREM, E., T. BIRÓ, K. (eds): Archaeometry 98: Proceedings of the 31st Symposium Budapest, April 26 – May 3 1998. *BAR International Series* **1043** (II), Oxford: 797–804.

STARNINI, E. & SZAKMÁNY, GY. (1998): The lithic industry of the Neolithic sites of Szarvas and Endrőd (South-Eastern Hungary): techno-typological and archaeometrical aspects. *Acta Archaeologica Academiae Scientarium Hungaricae* **50**: 279–342.

STARNINI, E., SZAKMÁNY, GY. & WHITTLE, A. (2007): Polished, ground and other stone artefacts. In: WHITTLE, A. (ed.): The Early Neolithic on the Great Hungarian Plain. Investigation of the Körös culture site of Ecsegfalva 23, County Békés. *Varia Archaeologica Hungarica* **XXI**. Budapest: 667–676.

SZAKMÁNY, GY. (1996): Results of the petrographical analysis of some samples of the ground and polished stone assemblage. In: MAKKAY, J., STARNINI, E. & TULOK, M (eds.): Excavations at Bicske-Galagonyás (part III). The Notenkopf and Sopot-Bicske cultural phases. *Società per la Preistoria e Protostoria della Regione Friuli-Venezia Giulia*, Quaderno **6**. Trieste: 224–241.

SZAKMÁNY, GY. (2009): Magyarországi csiszolt kőeszközök nyersanyagtípusai az eddigi archeometriai kutatások eredményei alapján (Types of polished stone tool raw materials in Hungary). *Archeometriai Műhely* **6(1):** 11–30.

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

SZAKMÁNY, GY., STARNINI, E., HORVÁTH, F. & BRADÁK, B. (2011b): Investigating Trade and Exchange Patterns in Prehistory: Preliminary Results of the Archaeometric Analyses of Stone Artefacts from Tell Gorzsa (South-East Hungary). In: TURBANTI-MEMMI, I. (ed.): Proceedings of the 37<sup>th</sup> International Symposium on Archaeometry, 12<sup>th</sup>-16<sup>th</sup> May 2008, Siena, Italy, Springer-Verlag Berlin Heidelberg: 311–319. SZAKMÁNY, GY., BENDŐ, ZS., JÓZSA, S., KASZTOVSZKY, ZS., SZILÁGYI, V., MARÓTI, B., SZILÁGYI, SZ., STARNINI, E. & HORVÁTH, F. (2015): Hornfels nyersanyagú csiszolt kőeszközök magyarországi régészeti leletanyagokban. – In: PÁL-MOLNÁR, E., RAUCSIK, B., & VARGA A., (eds.): Meddig ér a takarónk? A magmaképződéstől a regionális litoszféra formáló folyamatokig. 6. Kőzettani és Geokémiai Vándorgyűlés Kiadványa, Ópálos, 2015. szeptember 10–12, SZTE Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék, Szeged: 102–105. SZENTMIKLÓSI, L., BELGYA, T., RÉVAY, ZS, & KIS, Z. (2010): Upgrade of the prompt gamma activation analysis and the neutron-induced prompt gamma spectroscopy facilities at the Budapest Research Reactor. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* **286**: 501–505.

WILLIAMS-THORPE, O., JONES, M. C., WEBB, P. C. & RIGBY, I. J. (2000). Magnetic susceptibility thickness corrections for small artefacts and comments on the effects of 'background' materials. *Archaeometry* **42**(1): 101–108.