

ÚJ ADATOK A KÁRPÁT-MEDENCE RÉGÉSZETI RADIOLARIT FORRÁSAINAK ISMERETÉHEZ

NEW DATA ON THE CHARACTERISATION OF RADIOLARITE SOURCES OF THE CARPATHIAN BASIN

¹T. BIRÓ KATALIN, ²SZILÁGYI VERONIKA, ²KASZTOVSZKY ZSOLT

¹Magyar Nemzeti Múzeum, 1088 Budapest, Múzeum krt. 14-16. E-mail: tbk@ace.hu

²MTA Izotópkutató Intézet, 1121 Budapest, Konkoly-Thege út 29-33.

Abstract

Radiolarite is a siliceous rock formed in the bathyal region - deep sea and ocean environment. It is composed of Radiolaria, unicellular organisms with siliceous skeletal elements. Radiolarians as a taxon have a long range, they are known since the Palaeozoic till recent times. In rock-forming quantities, however, they are typical of the Mesozoic period.

As raw material for chipped stone tools, radiolarite is frequently used. On the average, it is the most frequent component of lithic inventories in Hungary and even more, in Transdanubia. There are macroscopically separable types among the radiolarites, mainly on the basis of colour and other physical properties. They are currently named after the most characteristic geological source locality. It remains a question though, how much the 'raw material types' represent really different sources; how variability within each source is reflected in the archaeological lithic material and how much we can separate regional varieties, supported by objective methods of analysis. It is also imperative to know radiolarites from sources outside the present territory of Hungary that may have played a role in the raw material supply and 'fingerprint' the individual sources and regions.

One of the basic aims of the current Tét project was to get more information on these issues. The paper presented will survey current state of art in respect of radiolarite sourcing studies in the Carpathian Basin as a result of the Croatian-Hungarian collaboration project. As a result, new analytical data and characteristic major element distributions of radiolarite raw materials from Gerecse, Bakony and Mecsek mountains are published. By the comparison with chemical data on archaeological radiolarite artefacts from sites in Hungary, Croatia and Bosnia and Herzegovina, preliminary suggestions for the provenance of archaeological radiolarites are provided. Stone tools of sites in the Gerecse and at Nadap are possibly originated from the Gerecse source. Radiolarite artefacts of site Vörs may be related to raw material of Bakony. Archaeological finds of Szálka site have similar chemical character to the Mecsek raw materials. Chert artefacts of Fajsz can not be directly connected neither to the Mecsek nor to the Gerecse source. Chipped stone tools from Croatia and Bosnia can not be compared chemically to the radiolarite types of Hungary. However, the carbonate-free Bosnian radiolarite seems to serve as a potential "new" raw material source. o serve as a potential "new" raw material source.

Kivonat

A radiolarit olyan kovakőzet, amely mélytengeri körülmények között képződik. Uralkodóan Radiolaria vázelemekből áll, amelyek kovavázis egysejtű élőlények. A Radioláriák a paleozoikum óta léteznek és napjaink mélytengeri élővilágának is fontos szereplői. Kőzetalkotó mennyiségben elsősorban a földtörténeti középkorra (mezozoikum) jellemzőek.

A radiolarit Magyarországon lényeges eleme a pattintott kőeszköz nyersanyagkészletnek, összességében a legnagyobb arányban fordul elő, a Dunántúlon pedig kifejezetten domináns. A radiolaritokon belül makroszkóposan elkülöníthető csoportokat ismerhetünk fel szín, fény, szövet és egyéb fizikai tulajdonságok alapján. Ezeket a csoportokat a legjellemzőbb geológiai lelőhelyek szerint nevezték el. Kérdéses azonban, hogy a makroszkóposan elkülöníthető nyersanyagfajták mennyire származnak ténylegesen különböző lelőhelyekről; mekkora az egyes nyersanyagforrásokon belül a változatosság és ez hogyan tükröződik a régészeti leletanyagban. Vizsgálandó továbbá, hogy mennyire tudjuk az egyes változatokat egymástól elkülöníteni archeometriai módszerekkel. Kiemelkedő fontosságú kérdés, hogy a már ismert magyarországi nyersanyagforrások mellett hol található még a Kárpát-medencében és közvetlen környezetében kőeszköz

készítésre alkalmas, azaz régészeti szempontból fontos radiolarit vagy hasonló kovakőzet. Ezeket a nyersanyagforrásokat - melyeknek létezését a régészeti anyag előzetes vizsgálata alapján valószínűsíthetjük - szintén jellemezni kell.

A 2009-ben záródó TêT horvát-magyar együttműködési program egyik legfontosabb célkitűzése ezeknek a kérdéseknek a vizsgálata volt. A cikkben áttekintjük a radiolaritok lelőhely-azonosításának eredményeit és problémáit a Kárpát-medencében, különös tekintettel az együttműködési program keretében elért új eredményekre. Új kémiai összetételi adatokat és jellemző főelem eloszlásokat szolgáltatunk a Gerecse, Bakony és Mecsek hegységek radiolarit nyersanyagairól. A magyar-, horvátországi és boszniai régészeti radiolarit leletek analitikai eredményeinek összevetése a nyersanyagokéval arra mutat, hogy tovább szélesítve a kémiai adatok körét, lehetőség adódhat a radiolarit eszközök eredetének meghatározására. Bár a kis mintaszám miatt megállapításaink még nem lehetnek megfelelően alátámasztottak, néhány javaslat tehető. A gerecsei régészeti lelőhelyek (Jankovich-barlang, Tata) kőeszköz leletei a gerecsei nyersanyagokhoz köthetők. Nadap-Kőbánya régészeti mintái leginkább szintén a gerecsei nyersanyagcsoporthoz kapcsolhatók kémiai szempontból. A vörsi régészeti leletek leginkább a bakonyi nyersanyaghoz köthetők. Szálka lelőhely radiolarit leletei hasonlóak a mecseki forráshoz. A Fajszról származó leletek összetétele sem a mecseki, sem a gerecsei forrásokhoz nem vezetnek közelebb. A horvátországi és boszniai régészeti minták kémiai szempontból nem hasonlíthatók a magyarországi nyersanyagforrásokhoz, azonban a karbonátmentes boszniai radiolarit előfordulások anyaga perspektivikus lehet.

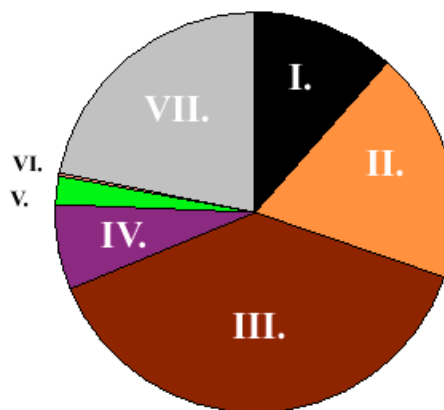
KEYWORDS: RADIOLARITE, PROVENANCE CHARACTERISATION, CARPATHIAN BASIN, PGAA

KULCSSZAVAK: RADIOLARIT, EREDETMEGHATÁROZÁS, KÁRPÁT-MEDENCE, PGAA

Bevezetés

A radiolarit változatok a Kárpát-medencében a régészeti lelőhelyeken talált pattintott kőeszköz nyersanyagok között kiemelkedően nagy számban fordulnak elő. A legkorábbi ősköri lelőhelyek anyagában is megtalálhatóak (Varga-Máthé 1990, Bíró 2004) és a kőeszköz felhasználás teljes időtartama alatt igen fontos szerepet töltenek be, elsősorban a Dunántúlon, de összességében szinte valamennyi ismert jelentős magyarországi régészeti lelőhely anyagában (1. ábra). Az elterjedési adatok arra utalnak, hogy egyes kiemelkedő minőségű radiolarit nyersanyagtípusok nemcsak a helyi és regionális nyersanyagellátás alapját szolgáltatták, de a távolsági kereskedelemben is jelentős szerepet tölthettek be (Bíró-Regenye 1991, Gronenborn 1994, Bánffy 1999, Mateiciucova 2008). Ennek megítéléséhez azonban pontosabb adatokra van szükségünk a lehetséges nyersanyagforrásokról, a Kárpát-medencén belül és annak közvetlen környezetében is. Fontos továbbá, hogy a petroarcheológiai szakirodalomban ismert makroszkópos típuscsoportokat pontosan definiáljuk és ezek területi jelzőértékét, valamint egymástól való elkülöníthetőségét tisztázzuk.

A radiolaritok jellemzésére és vizsgálatára már korábban is alkalmaztunk közettani, ásványtani és geokémiai módszereket (Bíró-Pálosi 1986, Bíró-Dobosi 1991, Bíró et al. 2000). A legutóbbi jelentős összefoglalóban kis roncsolással járó ion-nyaláb analitikai módszereket használtunk egy jelentősebb sorozat összetétel elemzésére (Bíró et al. 2002). Az eredmények szerint a radiolaritok főkomponens és nyomelem adatok segítségével regionálisan jellemezhetők, bár jelentős átfedés tapasztalható az egyes nyersanyag származási területek között.



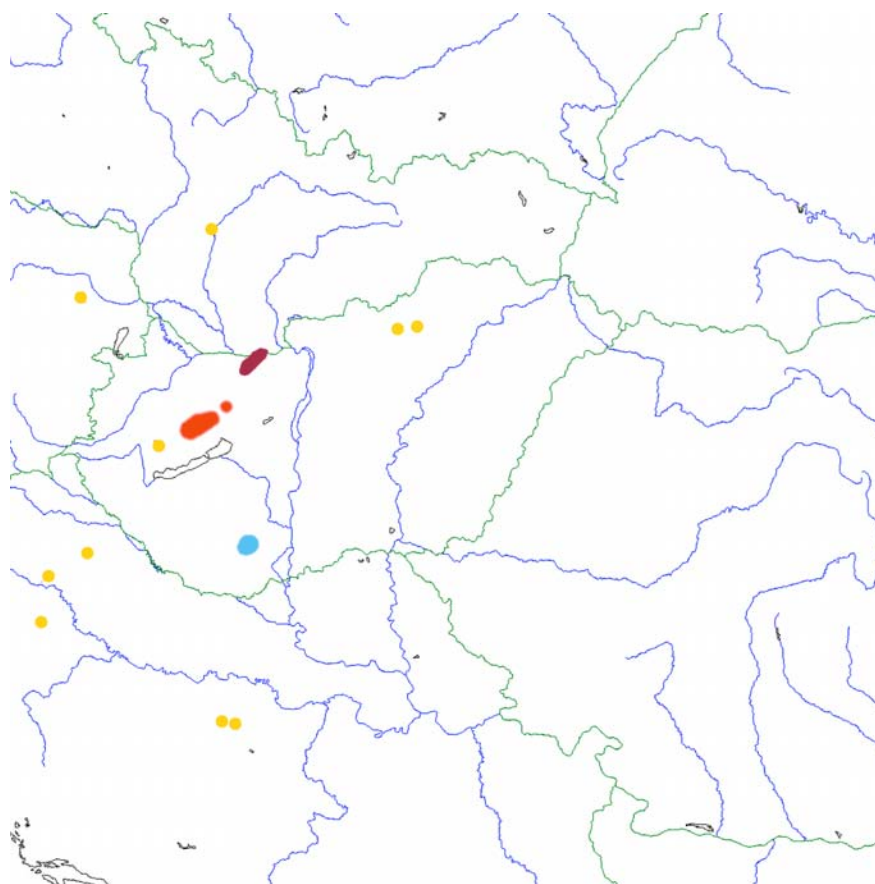
1. ábra: Radiolaritok a magyarországi kőeszköz nyersanyagok között (2009-es adatok a Litotéka adatbázisból).

Fig. 1.: Radiolarites among the Hungarian lithic implements (2009 data from the Lithotheca database).

Jelkulcs / Key:

I.: obszidián, II.: limnikus és hidrotermális kovakőzetek, III.: Dunántúli radiolaritok, IV.: Mecseki radiolaritok, V. "Északi" tűzkő, VI. "Déli" tűzkő, VII.: egyéb.

I.: obsidian, II.: limnic and hydrothermal silicites, III.: Transdanubian radiolarite, IV.: Mecsek radiolarite, V. "Northern" flint, VI. "Southern" flint, VII.: Others.



2. ábra: Radiolarit lelőhelyek a Kárpát-medencében

Fig. 2.: Geological sources of radiolarite in the Carpathian Basin

Jelkulcs / Key:

- Gerecse
- Bakony
- Mecsek
- egyéb / others

A TÉT horvát-magyar együttműködési program keretében tovább folytattuk a radiolaritok vizsgálatát, egyrészt kiterjesztve a terepi ismereteket horvát kollégáink segítségével, másrészt, jelentős számú geológiai összehasonlító anyag és régészeti minta segítségével tovább gyarapítottuk ismereteinket a radiolaritok geokémiai jellemzéséről.

A kárpát-medencei radiolaritok régészeti vizsgálatának eddigi eredményei

Nyersanyagforrások

A radiolaritok, illetve radioláriás tűzkövek (a továbbiakban radiolarit) felismerése a régészeti anyagban viszonylag új keletű, a múlt század hatvanas-hetvenes éveiben vált általánossá (Bárta 1961, 1979, Vértes 1965, Ruttkay 1970, 1980). Még ma is számos területen használnak megtévesztő elnevezéseket (jáspis, felpál stb.) erre a kőzetre, mind a régészeti anyag, mind a földtani térképezési információ területén. A nyersanyagforrások ennek megfelelően inkább a Kárpát-medence és tágabb környezetének középső és észak-nyugati részéről ismertek; a nagyon fontos déli és keleti irányból még csak szórványos adataink vannak. (2. ábra). Magyarországon a legfontosabb radiolarit nyersanyagforrások a Bakonyban (középső jura), a Gerecsében (középső-

és felső jura), a Mecsekben (felső jura - alsó kréta) vannak (Konda 1986, Barabás 1986). Inkább lokálisan elterjedt és zömében a paleolitikumra korlátozódik a Bükk hegység radiolaritjainak (triász és jura) használata (Pelikán 1986, Dosztály 1986).

A mai Magyarország határain kívüli legfontosabb ismert radiolarit nyersanyagforrások Szlovákiában (és részben Lengyelország déli részén) találhatók, jelentős továbbá az ausztriai Bécs-Mauern bányahely. Szórványos adataink vannak Ukrajna és Románia területéről (Rácz B., p.c., Astalos--Kasztovszky 2009) és elsősorban földtani adataink Horvátország területéről is (Halamić et al. 1999, Halamić—Šošić-Klindžić 2009).

Bányahelyek

A radiolaritok jelentőségét jól mutatja, hogy Magyarország területén az ún. „kovabányák” között 60%-ban radiolarit, illetve radioláriás tűzkő a kitermelt kovakőzet (Bácskay--Bíró 2003, p. 118 26. kép). Ez részben a radiolarit nyersanyag keresett és népszerű voltát támasztja alá, de arra a tényre is utal, hogy a radiolarit esetében a bányanedves kovakőzet tulajdonságai lényegesen kedvezőbbek, mint a felszíni körülményeknek, mállásnak kitett szálkőzet esetében. A tatai és a sümegi bányahelyek jelenleg is látogathatók a nagyközönség számára (Tóth 2008; Sümeg honlap).



3. ábra: Jellegzetes bakonyi radiolaritok

Fig. 3.: Radiolarite from the Bakony Mts.

Feltehetőleg a legnagyobb kiterjedésű és egyben legjelentősebb bányahely a szentgáli Tűzköveshegy: a szentgáli radiolarit elterjedése adataink szerint az obszidiánhoz hasonló mértékű és jelentőségű volt (Biró 1995).

A magyarországi bányahelyekről először a Gerd Weisgerber által szerkesztett katalógusban jelent meg összefoglaló (Bácskay 1980), ami az Archeologia Polona 1995-ös számában került kiegészítésre (Bácskay, Simán, Biró in Lech ed.1995). A bakonyi bánya- és műhelykörzetekről írt összefoglaló is elsősorban a dunántúli radiolaritok kitermelésével és feldolgozásával foglalkozik (Biró--Regenye 2003).

Petroarcheológiai csoportosítás

A szakirodalomban használt elnevezések szerint, szín, szövet és más, makroszkóposan felismerhető fizikai jellemzők alapján több csoportot különíthetünk el mind a Dunántúli-középhegységben (**3. ábra**), mind a Mecsekben (**4. ábra**).

A nemzetközi szakirodalomban, további bontás nélkül, elkülönítik az ún. Kárpáti radiolaritokat (Bárta 1961). Ezek sötétvörös, szürke, kékes- és zöldesszürke színűek, esetenként márványos mintázattal, gyakran kavics cortex maradványokkal.



4. ábra: Jellegzetes mecseki radiolaritok

Fig. 4.: Radiolarite from the Mecsek Mts.



Hasonló megjelenésű radiolaritok a Déli-Kárpátokból is ismertek, például a Romániai Földtani Intézet gyűjteményéből. A Bécs-Mauern-i radiarit a kárpáti radiaritokhoz hasonlóan sötétvörös, gyakran szürke, jellemzően matt fényű.

A Zágrábi Múzeum és Zágrábi Egyetem gyűjteményében további sötétvörös, sötétszürke és kéesszürke radiarit típusok találhatók, amelyek némileg emlékeztetnek a mecseki radiaritokra, de általában sötétebb tónusúak és ezeknél is gyakran megfigyelhető a kavicskéreg. Szintén a zágrábi gyűjteményekben fordulnak elő a szentgáli radiaritokra erősen emlékeztető vörös, esetenként húsvörös kovaközetek, Slavonski Brod és más, kelet-horvátországi lelőhelyek anyagában. Az előzetes terepi munkák során valószínűnek tűnt, hogy ez a nyersanyag, melynek pontos lehatárolása és jellemzése különösen fontos például a szentgáli radiarit elterjedési határainak vizsgálatához, Boszniából származik. Munkahipotézisként "bosnyák húsvörös radiaritnak" jellemeztük a kőzetet. J. Halamić petrográfiai vizsgálatai szerint ez a kőzet nem radiarit, hanem felső-kréta, kevésbé mély tengeri környezetből származó kovakőzet (Halamić-- Šošić Klindžić 2009). Mivel makroszkóposan ez a kőzet leginkább a szentgáli radiaritra hasonlít, indokoltnak tekinthetjük vizsgálatát a radiaritokkal összevetve. Magyarországi leletanyagban a "Slavonski Brod" típusú kova megjelenése elsősorban kora neolitikus anyagokban feltételezhető (Bíró 2006).

Nyitott kérdések

A radiaritok regionális, de esetenként távolsági elterjedésű nyersanyagok. A nyersanyag előfordulási területek különféle fizikai tulajdonságokkal (fény, szín, töredezettség, anyakőzet minősége) jellemezhető típusokra bonthatók, de egy-egy nyersanyagforrás több típust is ad, és az egymáshoz hasonló makroszkópos típusok egymástól távol is megjelenhetnek. A helyzet nem tűnik olyan reménytelennek, mint a limnikus és hidrotermális kovaközetek esetében, de biztosan számolnunk kell hasonló megjelenésű radiaritokkal a több forrásból ellátott régészeti lelőhelyeken is. Ezeknek elkülönítése egyelőre objektív módszerekkel még nem megoldott. Különösképpen problematikus és történetileg is jelentős a kiváló minőségű és széles körben elterjedt szentgáli radiarit pontos azonosítása, amelyhez hasonló megjelenésű kőzet máshol is előfordul. Hasonlóképpen problémát jelenthet a gerecei, mecseki, osztrák és kárpáti radiaritok elkülönítése, különösen a nyersanyagforrástól távol eső régészeti lelőhelyeken.

Az ismert petroarcheológiai csoportoknak megfelelően a radiaritok elterjedését többen, több alkalommal tették közzé (Bíró 1987, 1988, Bíró

1998a, 1998b, Bíró-Regenye 1991, Bíró 2009, Lech 1981, Gronenborn 1994, Mateiciucova 2008 stb.) Az sem bizonyos, hogy a különféle szerzők ugyanazt értik azonos név alatt; illetve nem minden radiarit került ezen a néven leírásra (gyakori alternatív, szerintünk helytelen szóhasználat: jáspis, felpál). A csoportosítás alapvetően és eddig kizárólag makroszkópos tulajdonságokon alapult, hiszen geokémiai "ujjlenyomattal" vagy jellemző, a régészeti mintapéldányok regionális azonosítására alkalmas paleontológiai vizsgálatokkal nem rendelkezünk.

A makroszkópos vizsgálat önmagában nem alkalmas a távoli területek makroszkóposan hasonló radiaritjainak elkülönítésére. Egyelőre még nem tudjuk, hogy ez a feladat objektíven megvalósítható lesz-e geokémiai és/vagy részletes mikropaleontológiai elemzések segítségével. Munkánk alap kutatás, amivel szeretnénk a kérdés megoldását elősegíteni.

Műszeres anyagvizsgálatok radiaritokon

A régészeti radiaritok anyagvizsgálatára a következő jelentősebb erőfeszítések történtek: Kozłowski et al. 1981 (OES), Bíró--Pálosi 1986 (TS, OES, IR, XRD, NAA) G. Newton, (NAA, in Bíró--Dobosi 1991 pp. 246-247) Varga I. NAA (Varga 1991).

Az eddigi vizsgálatok nem tekinthetők reprezentatívnak. A legnagyobb sorozat az ATOMKI-ban történt PIXE-PIGE mérési sorozat volt, amely szerint a radiaritok között hegység szinten mutatkoznak különbségek, de jelentős átfedésekkel is számolhatunk (Bíró et al. 2002).

További problémát jelent, hogy a legtöbb alkalmazott vizsgálati módszer roncsolásos technikákat használ, ami megengedhető a nyersanyagforráshoz közeli régészeti lelőhelyek esetében, ahol nagyszámú szilánkanyag is található, de nem használható a feltételezhető távolsági importok esetében, ahol a vélelmezett távoli eredetű tárgy létezése és épsége fontosabb szempont, mint az egyelőre bizonytalan eredményességű vizsgálat lehetősége.

Az elkülöníthetőséget éppen ezért a teljesen roncsolásmentes PGAA (prompt gamma aktivációs elemzés) technikával próbáljuk vizsgálni, amellyel egyéb pattintott kőeszköz nyersanyagok esetében már jó eredményeket sikerült elérni (Kasztovszky et al. 2009).

A TÉT horvát-magyar együttműködési programon belül egyik fő célként jelöltük meg a radiaritok PGAA vizsgálatát. Ezzel a módszerrel elsősorban a főelemek és néhány nyomelem (B, Cl, Gd, Sm) vizsgálható eredményesen.

1a. táblázat: A vizsgált minták adatai (A = régészeti lelőhely, G = nyersanyagforrás)

Table 1a.: Data on the samples investigated by PGAA (A = Archaeological site, G = Geological source)

Mintajel	Lh. jellege	Régió	Lelőhely	Név (leltári szám)
L53	G	(Bakony)	Szentgál-Tűzköveshegy	Szentgál-T., vörös-fekete
L54	G	(Bakony)	Szentgál- Tűzköveshegy	Szentgál-T., vörös-fehér
L61	G	(Bakony)	Szentgál- Tűzköveshegy	Szentgál-T., vörös
M33	A	(Bakony)	Vörs	Vörs-3
M36	A	(Bakony)	Vörs	Vörs-4
M37	A	(Bakony)	Vörs	Vörs-5
M42	A	(Bakony)	Vörs	Vörs-2
M43	A	(Bakony)	Vörs	Vörs-1
K81	G	Bakony	Hárskút-Gyenespuszta	Hárskút-Gyenesp., vörös
K82	G	Bakony	Hárskút-Gyenespuszta	Hárskút-Gyenesp., barna
L65	G	Bakony	Lókút	Lókút, szürkésbarna
L66	G	Bakony	Lókút	Lókút, barna
L67	G	Bakony	Lókút	Lókút, drapp
K70	A	(Gerecse)	Jankovich-barlang	Bockstein-kés (Ltsz.: 61/925.4.)
K71	A	(Gerecse)	Jankovich-barlang	Levallois szilánk (Ltsz.: 38/916.19.)
K72	A	(Gerecse)	Jankovich-barlang	Ltsz.:94/914.51.
K73	A	(Gerecse)	Jankovich-barlang	Moustieri-hegy (Ltsz.: 94/914.33.)
K77	A	(Gerecse)	Jankovich-barlang	Ltsz.: 38/916.15.
RA01	A	(Gerecse)	Tata	RA01
K79	A	(Gerecse?)	Nadap-Kőbánya	Ltsz.: Pb 86/69
K80	A	(Gerecse?)	Nadap-Kőbánya	Ltsz.: Pb 86/73
K75	G	Gerecse	Tűzköves-barlang	Tűzköves-barlang
K76	G	Gerecse	Pisznice	Pisznice
K83	G	Gerecse	Szomód-Lőtér	Szomód-Lőtér, v.barna
K84	G	Gerecse	Szomód-Lőtér	Szomód-Lőtér, v.szürke
K85	G	Gerecse	Kis-Gerecse	Kis-Gerecse
L63	G	Gerecse	Hajós-árok	Hajós-árok, kis darab
L64	G	Gerecse	Hajós-árok	Hajós-árok, nagy darab
RG01	G	Gerecse	Lábatlan	RG01
M31	A	(Mecsek)	Szálka	Szálka-2
M32	A	(Mecsek)	Szálka	Szálka-5
M38	A	(Mecsek)	Szálka	Szálka-3
M39	A	(Mecsek)	Szálka	Szálka-1
M41	A	(Mecsek)	Szálka	Szálka-4

1a. táblázat, folyt.: A vizsgált minták adatai (A = régészeti lelőhely, G = nyersanyagforrás)

Table 1a., cont.: Data on the samples investigated by PGAA (A = Archaeological site, G = Geological source)

Mintajel	Lh. jellege	Régió	Lelőhely	Név (leltári szám)
L72	G	Mecsek	Kisújánya-Szószték	Szószték-1A
L73	G	Mecsek	Kisújánya-Szószték	Szószték-2
L74	G	Mecsek	Kisújánya-Szószték	Szószték-4
L75	G	Mecsek	Kisújánya-Szószték	Szószték-1B
L78	G	Mecsek	Hosszúhetény-Csengő-hegy	Csengőh-1A
L79	G	Mecsek	Hosszúhetény-Csengő-hegy	Csengőh-1B
L80	G	Mecsek	Kisújánya-Óbányai-völgy	Obv-3
L81	G	Mecsek	Komló-Szöge-hegy	Szögeh-2
L83	G	Mecsek	Kisújánya-Óbányai-völgy	Obv-1
L84	G	Mecsek	Singödör	Sing-3
L85	G	Mecsek	Singödör	Sing-1
M16	A	(Bakony?)	Fajsz	Fajsz-5
M18	A	(Bakony?)	Fajsz	Fajsz-1
M19	A	(Bakony?)	Fajsz	Fajsz-2
M20	A	(Bakony?)	Fajsz	Fajsz-3
M21	A	(Bakony?)	Fajsz	Fajsz-4
S 01	A	(Bosznia?)	Cernička Šagovina, CRO	S 01
S 02	A	(Bosznia?)	Zadubravljje, CRO	S 02
S 03	A	(Bosznia?)	Zadubravljje, CRO	S 03
S 04	A	(Bosznia?)	Zadubravljje, CRO	S 04
S 05	A	(Bosznia?)	Ivandvor, CRO	S 05
S 06	A	(Bosznia?)	Ivandvor, CRO	S 06
S 07	A	(Bosznia?)	Galovo, BIH	S 07
S 08	A	(Bosznia?)	Galovo, BIH	S 08
S 09	A	(Bosznia?)	Galovo, BIH	S 09
S 10	A	(Bosznia?)	Galovo, BIH	S 10
S 11	A	(Bosznia?)	Galovo, BIH	S 11
S 12	A	(Bosznia?)	Galovo, BIH	S 12
S 13	A	(Bosznia?)	Virovitica, CRO	S 13
S 14	A	(Bosznia?)	Virovitica, CRO	S 14
S 15	A	(Bosznia?)	Tomašanci, CRO	S 15
S 16	A	(Bosznia?)	Tomašanci, CRO	S 16
S 17	A	(Bosznia?)	Tomašanci, CRO	S 17
S 21	A	(Bosznia?)	Ivandvor, CRO	S 21
S 18	G	Bosznia	Gračanica, BIH	S 18
S 19	G	Bosznia	Stanić Rijeka, BIH	S 19
S 20	G	Bosznia	Gračanica, BIH	S 20

1b. táblázat: A vizsgált minták főelem összetétele PGAA-val mérve (wt%) *k.h.a.* – kimutatási határ alatt

Table 1b.: Major element composition of the samples analysed by PGAA (wt%) *k.h.a.* – under detection limit

Minta-jel	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ ^t	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	CO ₂
L53	98,0	0,007	0,24	0,11	0,082	0,2	0,06	0,04	0,10	1,490	k.h.a.
L54	97,0	0,024	0,56	0,29	0,081	k.h.a.	0,08	0,09	0,19	1,590	k.h.a.
L61	97,0	0,026	0,61	0,29	0,101	k.h.a.	0,10	0,11	0,20	1,510	k.h.a.
M33	96,0	0,029	0,72	0,52	0,039	k.h.a.	0,10	0,09	0,19	1,790	k.h.a.
M36	98,1	0,007	0,18	0,09	0,023	k.h.a.	0,10	0,04	0,06	1,369	k.h.a.
M37	97,0	0,019	0,47	0,29	0,007	k.h.a.	0,06	0,06	0,16	1,630	k.h.a.
M42	97,0	0,016	0,41	0,22	0,051	k.h.a.	0,06	0,08	0,12	1,560	k.h.a.
M43	97,4	0,019	0,41	0,26	0,036	k.h.a.	0,05	0,09	0,14	1,600	k.h.a.
K81	97,6	0,015	0,32	0,43	0,015	k.h.a.	0,03	0,04	0,01	1,470	k.h.a.
K82	97,0	0,027	0,72	0,33	0,087	k.h.a.	0,11	0,14	0,21	1,710	k.h.a.
L65	96,5	0,029	0,74	0,42	0,100	k.h.a.	0,10	0,14	0,20	1,740	k.h.a.
L66	97,0	0,022	0,50	0,29	0,030	k.h.a.	0,07	0,10	0,16	1,590	k.h.a.
L67	97,0	0,018	0,41	0,24	0,009	k.h.a.	0,07	0,09	0,12	1,530	k.h.a.
K70	97,4	0,019	0,50	0,25	0,004	k.h.a.	0,08	0,04	0,15	1,470	k.h.a.
K71	96,0	0,045	1,30	0,44	0,002	0,2	0,08	0,12	0,32	1,200	k.h.a.
K72	98,0	0,010	0,33	0,19	0,004	k.h.a.	0,14	0,06	0,09	1,380	k.h.a.
K73	97,0	0,045	1,14	0,23	0,062	0,2	0,06	0,15	0,33	1,140	k.h.a.
K77	98,0	0,010	0,33	0,16	0,012	k.h.a.	0,07	0,08	0,11	1,440	k.h.a.
RA01	95,5	0,067	1,84	0,40	0,019	0,6	0,08	0,17	0,42	0,888	k.h.a.
K79	96,0	0,048	1,30	0,47	0,124	k.h.a.	0,12	0,17	0,28	1,040	k.h.a.
K80	96,0	0,057	1,11	0,28	0,004	0,2	0,44	0,18	0,24	1,080	k.h.a.
K75	97,0	0,007	0,14	0,11	0,004	0,7	0,58	0,06	0,06	0,860	k.h.a.
K76	97,0	0,025	0,63	0,30	0,006	k.h.a.	1,12	0,09	0,16	0,920	k.h.a.
K83	96,8	0,029	0,86	0,38	0,013	k.h.a.	0,20	0,10	0,23	1,410	k.h.a.
K84	98,0	0,015	0,44	0,19	0,020	0,3	0,27	0,06	0,11	1,010	k.h.a.
K85	96,3	0,050	1,21	0,50	0,003	k.h.a.	0,13	0,14	0,31	1,330	k.h.a.
L63	98,0	0,014	0,36	0,15	0,015	k.h.a.	0,05	0,07	0,11	1,400	k.h.a.
L64	96,0	0,017	0,51	0,21	0,066	1,7	0,10	0,04	0,13	0,990	k.h.a.
RG01	96,9	0,017	0,67	0,06	0,004	0,8	0,86	0,14	0,13	1,109	k.h.a.
M31	89,8	0,033	0,83	0,32	0,063	k.h.a.	3,13	0,13	0,18	1,095	4,34
M32	92,5	0,023	0,65	0,11	0,015	k.h.a.	2,37	0,12	0,14	1,082	2,92
M38	94,5	0,035	1,09	0,63	0,009	k.h.a.	2,24	0,04	0,26	1,182	k.h.a.
M39	74,0	0,029	0,70	0,35	0,166	1,7	11,69	0,10	0,15	0,942	10,14
M41	87,2	0,024	0,69	0,13	0,008	k.h.a.	4,41	0,10	0,16	0,995	6,29
L72	96,0	0,020	0,40	0,12	0,004	k.h.a.	2,20	0,08	0,09	1,440	k.h.a.
L73	96,0	0,032	0,63	0,27	0,008	0,4	1,08	0,10	0,14	1,400	k.h.a.
L74	81,3	0,036	0,71	0,15	0,044	k.h.a.	9,51	0,10	0,15	1,180	6,84
L75	98,0	0,027	0,53	0,09	0,001	k.h.a.	0,19	0,09	0,12	1,020	k.h.a.

1b. táblázat, folyt.: A vizsgált minták főelem összetétele PGAA-val mérve (wt%)**Table 1b., cont.: Major element composition of the samples analysed by PGAA (wt%)**

Minta-jel	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O _{3t}	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	CO ₂
L78	53,3	0,105	1,87	0,70	0,203	1,0	23,25	0,16	0,55	1,299	17,48
L79	54,7	0,102	1,72	0,68	0,171	3,7	22,63	0,15	0,49	1,253	14,42
L80	88,7	0,029	0,49	0,10	0,011	0,5	4,90	0,07	0,12	1,076	4,04
L81	51,9	0,044	0,86	0,38	0,082	0,8	24,43	0,09	0,17	0,953	20,15
L83	80,5	0,025	0,58	0,18	0,048	0,4	9,69	0,10	0,14	1,024	7,31
L84	80,1	0,037	1,14	0,24	0,116	k.h.a.	8,72	0,12	0,25	1,355	7,92
L85	42,7	0,044	0,93	0,52	0,238	0,6	29,50	0,08	0,35	0,842	24,18
M16	96,0	0,025	0,57	0,34	0,008	0,8	0,23	0,06	0,20	1,660	k.h.a.
M18	94,0	0,058	1,45	0,98	0,004	0,4	0,17	0,06	0,44	2,540	k.h.a.
M19	96,5	0,032	0,72	0,44	0,003	k.h.a.	0,16	0,09	0,27	1,799	k.h.a.
M20	97,1	0,019	0,57	0,26	0,031	k.h.a.	0,11	0,09	0,17	1,579	k.h.a.
M21	98,0	0,009	0,33	0,16	0,014	k.h.a.	0,03	0,08	0,11	1,390	k.h.a.
S 01	98,0	0,026	0,74	0,19	k.h.a.	k.h.a.	0,04	0,12	0,15	1,174	k.h.a.
S 02	97,0	0,028	0,72	0,33	k.h.a.	k.h.a.	0,06	0,13	0,14	1,185	k.h.a.
S 03	98,0	0,024	0,62	0,25	k.h.a.	k.h.a.	0,08	0,12	0,11	1,144	k.h.a.
S 04	98,0	0,022	0,55	0,08	k.h.a.	k.h.a.	0,06	0,11	0,10	1,011	k.h.a.
S 05	98,0	0,026	0,59	0,17	k.h.a.	k.h.a.	0,05	0,12	0,13	1,238	k.h.a.
S 06	98,0	0,020	0,53	0,12	k.h.a.	k.h.a.	0,05	0,09	0,10	1,202	k.h.a.
S 07	98,0	0,016	0,37	0,13	k.h.a.	k.h.a.	0,07	0,11	0,07	1,001	k.h.a.
S 08	98,0	0,020	0,49	0,14	k.h.a.	k.h.a.	0,08	0,09	0,10	1,035	k.h.a.
S 09	98,0	0,013	0,35	0,07	k.h.a.	k.h.a.	0,06	0,08	0,07	0,932	k.h.a.
S 10	98,0	0,026	0,67	0,27	k.h.a.	k.h.a.	0,08	0,10	0,13	1,110	k.h.a.
S 11	97,0	0,020	0,50	0,18	k.h.a.	k.h.a.	1,07	0,10	0,10	1,016	k.h.a.
S 12	98,0	0,020	0,56	0,17	k.h.a.	k.h.a.	0,06	0,08	0,10	1,025	k.h.a.
S 13	97,0	0,028	0,69	0,42	0,013	k.h.a.	0,04	0,09	0,19	1,700	k.h.a.
S 14	98,0	0,015	0,43	0,25	0,008	k.h.a.	0,06	0,07	0,11	1,509	k.h.a.
S 15	98,0	0,024	0,55	0,21	k.h.a.	k.h.a.	0,05	0,10	0,11	1,198	k.h.a.
S 16	98,0	0,026	0,62	0,22	k.h.a.	k.h.a.	0,04	0,10	0,12	1,155	k.h.a.
S 17	98,0	0,020	0,52	0,08	k.h.a.	k.h.a.	0,08	0,09	0,10	1,014	k.h.a.
S 21	97,0	0,014	0,53	0,09	k.h.a.	k.h.a.	1,40	0,07	0,05	1,267	k.h.a.
S 18	90,0	0,010	0,21	0,12	0,011	k.h.a.	8,00	0,10	0,04	0,988	k.h.a.
S 19	96,0	0,032	0,89	0,35	k.h.a.	k.h.a.	0,36	0,10	0,21	1,551	k.h.a.
S 20	74,0	0,005	0,23	0,08	0,014	0,9	12,70	0,12	0,03	0,732	11,00
kimutatási határ	0,5	0,010	0,20	0,05	0,003	0,1	0,04	0,04	0,04	0,009	

1c. táblázat: A vizsgált minták nyomelem összetétele PGAA-val mérve (ppm) *k.h.a.* – kimutatási határ alatt

Table 1c.: Trace element composition of the samples analysed by PGAA (ppm) *k.h.a.* –under detection limit

Mintajel	B	Cl	Sm	Gd	Nd
L53	65,0	4	0,2	0,3	4,9
L54	46,8	6	0,5	0,4	k.h.a.
L61	36,2	6	0,7	0,6	k.h.a.
M33	42,0	24	0,6	0,6	k.h.a.
M36	77,0	7	0,7	0,7	k.h.a.
M37	62,9	15	0,5	0,6	k.h.a.
M42	55,8	6	0,3	0,5	4,6
M43	51,6	12	0,4	0,5	6,0
K81	67,7	5	1,0	1,3	7,0
K82	29,0	4	0,5	0,9	2,2
L65	22,9	4	0,8	0,9	10,0
L66	41,2	5	0,7	0,9	6,0
L67	43,4	8	0,6	0,6	k.h.a.
K70	40,3	23	0,4	0,5	4,7
K71	27,7	56	0,4	0,4	k.h.a.
K72	54,6	17	0,2	0,3	5,0
K73	30,8	64	0,3	0,3	k.h.a.
K77	57,1	20	0,2	0,4	k.h.a.
RA01	35,2	5	0,6	0,7	k.h.a.
K79	25,6	40	0,4	0,5	k.h.a.
K80	23,4	72	0,5	0,5	10,0
K75	42,1	14	0,1	0,3	6,0
K76	30,0	28	0,8	0,9	k.h.a.
K83	16,1	24	0,7	0,8	1,9
K84	22,8	19	0,3	0,3	7,0
K85	22,1	49	1,0	1,2	k.h.a.
L63	65,4	6	0,4	0,3	3,4
L64	39,4	27	0,4	0,3	k.h.a.
RG01	23,3	78	0,9	1,2	k.h.a.
M31	39,7	40	0,5	0,7	5,6
M32	53,0	37	0,5	0,5	6,1
M38	22,1	21	0,6	0,7	6,5
M39	33,2	48	0,6	0,8	5,9
M41	47,3	57	0,6	0,7	6,1
L72	44,0	37	1,1	1,2	8,0
L73	30,3	45	0,6	0,7	7,0
L74	34,8	32	0,8	0,9	6,5
L75	25,6	45	0,7	0,9	5,0
L78	22,3	32	2,8	3,3	21,8

1c. táblázat, folyt.: A vizsgált minták nyomelem összetétele PGAA-val mérve (ppm)**Table 1c., cont.: Trace element composition of the samples analysed by PGAA (ppm)**

Mintajel	B	Cl	Sm	Gd	Nd
L79	19,7	24	2,3	3,0	19,3
L80	28,1	39	0,6	0,8	k.h.a.
L81	7,9	18	0,9	1,1	16,6
L83	36,8	36	1,0	1,4	9,4
L84	18,1	33	0,8	0,9	8,7
L85	15,7	31	0,6	1,2	10,1
M16	50,7	42	0,6	0,4	7,0
M18	34,3	102	0,1	0,2	4,0
M19	45,7	66	0,4	0,4	5,0
M20	53,0	47	0,5	0,6	10,0
M21	57,2	11	0,9	1,1	k.h.a.
S 01	52,7	25	0,4	0,3	k.h.a.
S 02	51,2	18	0,7	0,7	k.h.a.
S 03	61,4	9	1,1	1,2	k.h.a.
S 04	48,9	15	0,6	0,6	k.h.a.
S 05	49,6	6	0,5	0,5	k.h.a.
S 06	52,6	11	0,3	0,3	k.h.a.
S 07	59,8	10	0,5	0,6	k.h.a.
S 08	55,2	7	0,4	0,4	k.h.a.
S 09	52,1	9	0,4	0,5	k.h.a.
S 10	48,2	18	0,3	0,3	k.h.a.
S 11	53,0	8	0,4	0,6	k.h.a.
S 12	53,1	9	0,3	0,6	k.h.a.
S 13	40,7	33	0,4	0,5	k.h.a.
S 14	63,0	7	0,4	0,5	k.h.a.
S 15	54,8	8	0,5	0,6	k.h.a.
S 16	52,4	8	0,3	0,4	k.h.a.
S 17	49,3	6	0,5	0,7	k.h.a.
S 21	34,7	7	0,2	0,2	k.h.a.
S 18	38,8	37	1,2	1,9	k.h.a.
S 19	37,8	27	0,4	0,5	k.h.a.
S 20	23,8	27	1,7	2,9	k.h.a.
kimutatási határ	0,8	5	0,2	0,1	

Miután a kovaközetek uralkodóan SiO₂ ásványokat tartalmaznak, a legnagyobb mennyiségben jelen lévő főelem az (általában 90% feletti) SiO₂. A további főelemek néhány %-ban, inkább tized %-ban vannak jelen. A főelemek közül a MgO sok esetben nem volt kimutatható.

Összesen 71 mintát vizsgáltunk; ebből 30 geológiai összehasonlító minta, 41 régészeti lelet (3+18 Horvátországból és Bosznia-Hercegovinából: a lelőhelyekről ld. részletesen Šošić-Klindžić, 2009, jelen kötetben). A vizsgált magyarországi régészeti lelőhelyek részben a MNM paleolit és őskori gyűjteményének anyagából származnak (bajóti

Jankovich-barlang, Nadap-Kőbánya), Virág Zsuzsa és T. Biró Katalin vörsi ásatásából (Starčevo kultúra), továbbá felszíni gyűjtésű újkőkori anyagból Tata, Fajsz és Szálka határából.

A geológiai minták esetében típuslelőhelyeknek tekinthető előfordulásokból gyűjtött nyersanyag típusokat választottunk. A Bakony esetében Hárskút-Gyenespusztáról, Lókútról és Szentgál-Tűzköveshegyről gyűjtöttünk kőzeteket. A Gerecsében Lábatlan, Szomód és a Kis-Gerecse környékén mintáztunk meg radiarit vagy kovakőzet előfordulásokat. A Mecsek térségében Magyaregregy, Komló, Kisújványa és Hosszúhetény közelében végeztünk terepbejárást és mintavételezést.

Mind a geológiai, mind a régészeti mintákat tájegységekbe rendezve kezeltük (lásd **2. ábra**). Az eredményeket táblázatos formában, részletesen tesszük közzé, hogy a további vizsgálatok számára is elérhetőek legyenek (**1. táblázat**). Jelen dolgozatunkban az értékelésben a horvát-magyar együttműködési programban jelentős bakonyi, mecseki, gerecsei és bosnyák geológiai mintákra és az ezekkel összefüggésbe hozható régészeti lelőhelyek anyagára koncentrálunk.

A kovakőzetek főelem geokémiájáról

A mélytengeri kovakőzetek (radiaritok, radioláriás kovakőzetek) geokémiai vizsgálatában a főelem koncentrációknak sajátos szerep jut (Halamić--Goričan, 1995). A mélytengeri környezetben történő képződés során az élő szervezetek életműködése (biogén tényező), a szárazföldről és a sekélytengeri régióból történő esetleges törmelékanyag behordódás (terrigén tényező) és az óceánaljzatban és a medencefenéken lejátszódó hidrotermális események (hidrotermális tényező) mind meghatározói lehetnek a kémiai összetételnek.

A mélytengeri kovakőzetekben a kovaanyag az élőlények kovaváz elemeiből (pl. tüske) származik (általában szükséges a vékonycsiszolati vizsgálat annak megállapítására, hogy a kovaanyag még ebben az eredeti formájában van-e jelen, vagy már jelentős SiO_2 -mobilizálódás ment végbe).

A szárazföldről származó üledékek fő alkotói az alumo-szilikátásványok, amelyek elsősorban a SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , FeO^* , MgO , Na_2O , K_2O kémiai komponenseket tartalmazzák. Ezzel szemben az elsődlegesen a tengervízben kiváló, kicsapódó fázisokhoz köthető kémiai alkotók az Fe_2O_3 és a MnO (Matsumoto--Ijima, 1983). A terrigén hatást jelzi a magas TiO_2 koncentráció (Sugisaki, 1984).

Az elsősorban klasztikus üledékekhez kötődő alumíniummal szemben egyre jelentősebb Fe-Mn-tartalom általában a tengeri (biogén is, de főképp hidrotermális) anyagképződés dominanciájára utal. Fontos azonban tudnunk, hogy hidrotermális hatások a kovaanyag ülepedését követően, a köztette válás folyamán is érhetik a kovakőzeteket. Annak ellenére, hogy a radiolaritok képződésekor a Mn rendkívül mobilisan viselkedhet mind a diagenetikus, mind a későbbi folyamatokban, szerepet kap a hidrotermális és terrigén tényezők mértékének megítélésében (pl. Halamić et al., 1999).

A jelenkori és fosszilis óceáni kovaüledékek vizsgálata során kimutatták, hogy a diagenézis folyamán jelentős elemfrakcionálódással és -mobilizálódással kell számolni. Az egyik fő szereplője ezen folyamatoknak az SiO_2 , amely ellentétes geokémiai viselkedésű (azaz kicserélődik) a MnO -dal, CaO -dal, MgO -dal és P_2O_5 -dal (Murray, 1994). Az SiO_2 eloszlásának újrendeződése eredményezi a gumókba, lencsékbe történő koncentrációváltozást. Az ilyen módon koncentrált anyag magába gyűjti többek között a K, Na és B elemeket, míg szegényedik pl. V-ban. A mangán mobilizálódása és kicserélődése különösen jelentős a szubdukciós-akkréciós zónák közelében, ahol a mélytengeri üledékeknek is fontos szerep jut. Mindezen folyamatokat figyelembe véve igen problematikus annak a pontos megítélése, hogy a mélytengeri kovakőzetekben mérhető jelenkori elemkoncentráció elsődleges (azaz a biogén-terrigén-hidrotermális tényezők összhatásának eredménye) vagy másodlagos (azaz a diagenézis és az utólagos folyamatok során kialakult kémiai környezet elem eloszlást újrendező eredménye). Murray (1994) szerint nagy biztonsággal csak az Al, Ti, Fe és RFF elemkoncentrációk alkalmazhatók a mélytengeri kovakőzetek eredetének, képződési körülményeinek meghatározására.

Eredmények

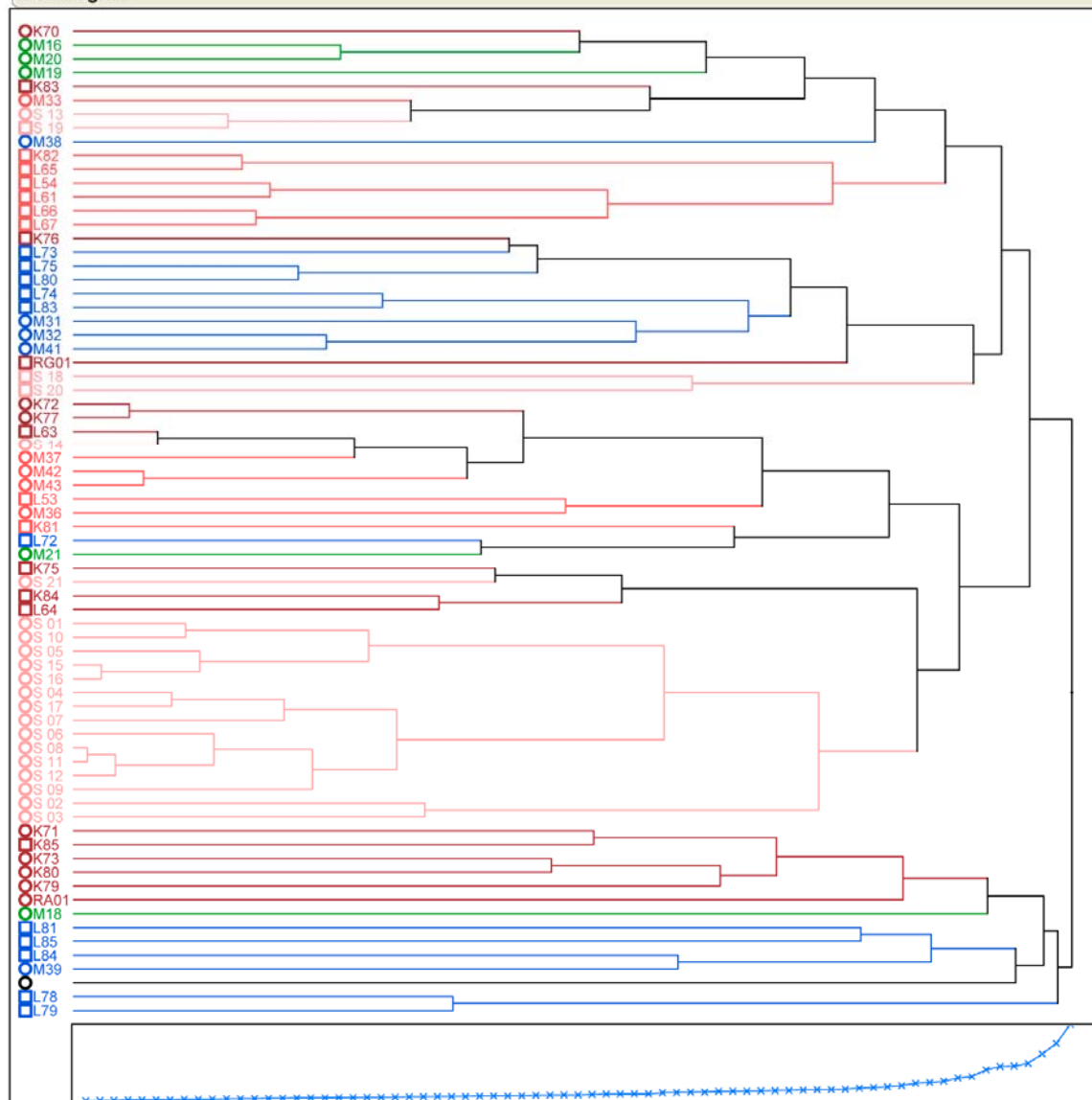
Az eredményeket először kétváltozós diagramokban, elempáronként értékeltük. Egyes elempárok határozott pozitív, illetve negatív korrelációt mutattak. Így a SiO_2/CaO , SiO_2/CO_2 erős negatív korrelációt, míg az $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{K}_2\text{O}$ és az $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$ gyengébb pozitív korrelációt mutat. A kétváltozós diagramok alapján az elkülönítésre leginkább használható elemek a Cl, B, Na_2O , MnO , TiO_2 , K_2O , Gd, Sm voltak.

cikkhez- Hierarchical Cluster

Hierarchical Clustering

Method = Ward

Dendrogram



5. ábra: A vizsgált minták klaszter analízissel generált dendrogramja (Ward-féle módszer, euklideszi távolságmérték)

Fig. 5.: Cluster analysis of the chemical composition of the investigated radiolarite samples

A – MgO, CO₂ és Nd kivételével – a PGAA-val meghatározott elemkoncentrációk felhasználásával klaszter analízist végeztünk. A **5. ábrán** bemutatott dendrogram a Ward-féle módszerrel és euklideszi távolságmértékkel számítva készült.

A hierarchia 1. szintjén a nagy karbonát tartalmú (CaCO₃ ~ 40wt%), illetve a mérsékelt karbonát tartalmú (CaCO₃ < 20wt%) és karbonátmentes minták különülnek el. A vizsgált mintaegyüttesben jelentősen karbonátos minták csak a mecseki nyersanyagok (kizárólag geológiai minták: L78-79, L81, L85) közül kerültek elő.

A hierarchia 2. szintjén a mérsékelt karbonát tartalmú és karbonátmentes minták tovább bonthatók egy kis és egy nagy TiO₂ és Al₂O₃ (részben K₂O és Na₂O) tartalmú csoportra (határértékek: TiO₂~0.040wt%, Al₂O₃~1.1wt%, K₂O~0.24wt%, Na₂O~0.12wt%). Ez a leválogatás lehetővé teszi, hogy a Gerecséhez köthető, TiO₂- és Al₂O₃-dús minták egy részét (Nadap-Kőbánya: K79-80, Tata: RA01 és részben a Jankovich-barlang: K71, K73 leletanyagából, illetve a Kis-Gerecse kőzetanyagából: K85) elválasszuk a terrigén kémiai alkotókban szegényebb csoporttól.

A TiO_2 - és Al_2O_3 -dús csoporthoz sorolható egy Fajszról származó lelet is (M18).

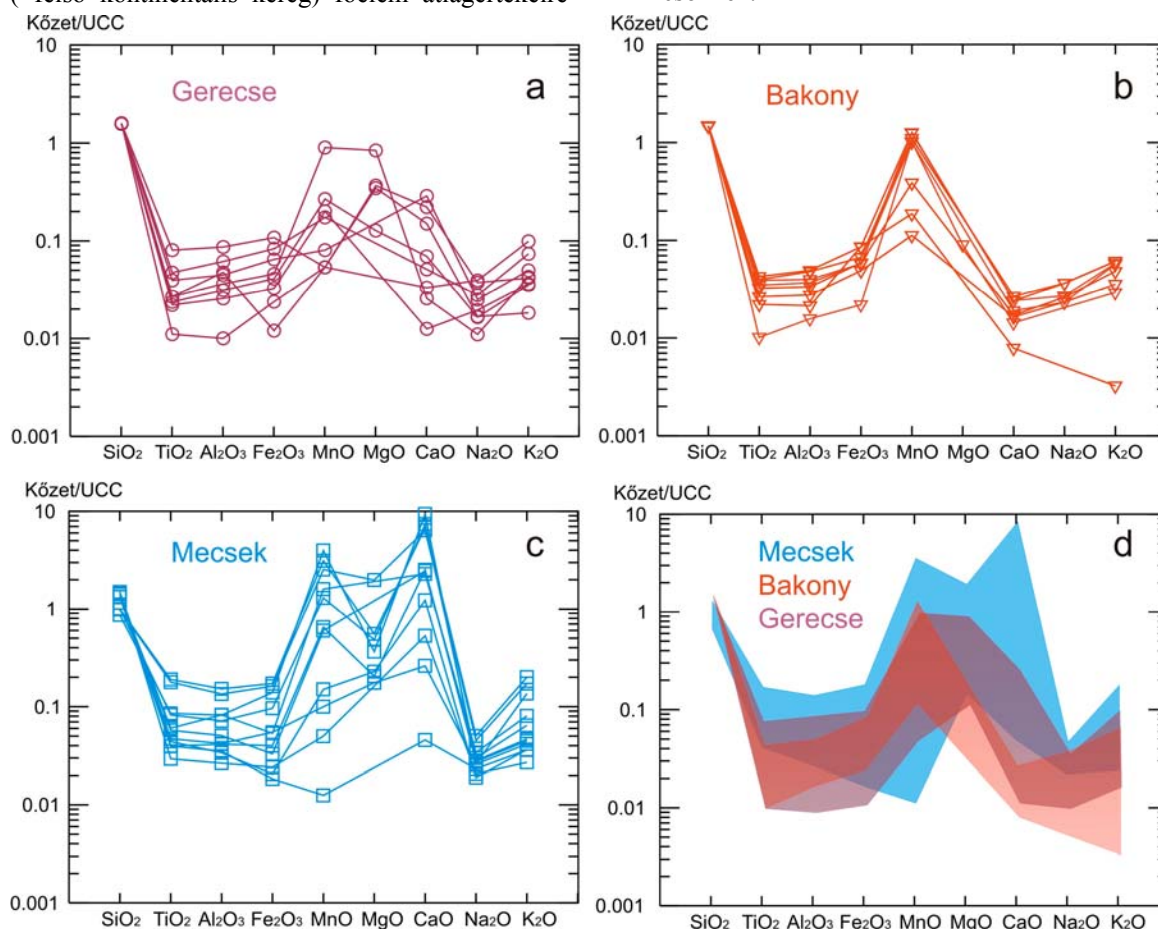
A hierarchia 3. szintjén mérsékelt karbonát tartalmú és karbonátmentes minták többsége szétválasztható. A kimutatható CO_2 tartalommal jellemezhető minták csoportjában azonban előfordul néhány karbonátmentes (mecseki: L73, L75 és gerezsei: K76, K83, RG01) nyersanyag is, így az elsősorban mecseki régészeti (M31-32, M39, M41) és geológiai (L74, L80, L83-84) mintákat tartalmazó csoport nem értelmezhető valós egységként.

A klaszterek mélyebb tagolási szintjén regionális és geokémiai tartalom már nehezen azonosítható.

Jelen tanulmány anyagát képező kovaközetek – elsősorban radiolaritok – kémiai elemzéseinek főelem eloszlási diagramjai (a geológiai anyagvizsgálatban általánosan elterjedt referencia összetételre, az UCC, Upper Continental Crust (=felső kontinentális kéreg) főelem átlagértékeire

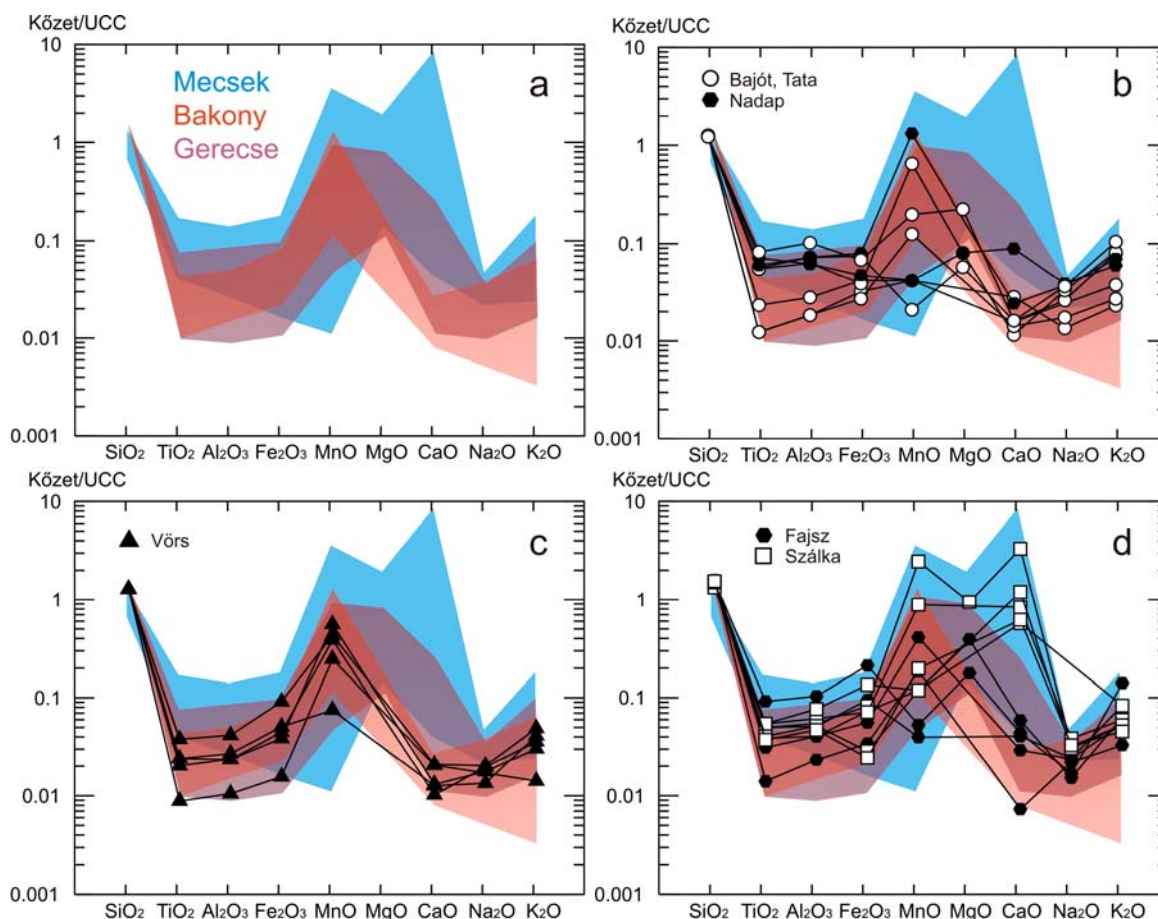
normálva) minden esetben az izzítási veszteség (LOI) nélküli értékeket mutatják be.

A három nagyobb földrajzi (részben földtani) egységből – Mecsek, Bakony, Gerecse – származó geológiai minták változékonyságát erősen befolyásolta a mintaszám (**6. ábra a-d**). A leggazdagabban reprezentált ($n_{\text{geo}}=11$) mecseki nyersanyagcsoport néhány főelemtől (SiO_2 , Na_2O) eltekintve igen nagy kémiai változékonyságot mutat (**6c ábra**). A viszonylag nagy TiO_2 , Al_2O_3 , MgO és CaO (illetve részben Na_2O és K_2O) koncentrációval jellemezhető mintacsoport Fe_2O_3 -ban és MnO -ban jelentkező rendkívüli változékonysága (a normált értékek is 1-2 nagyságrendben változnak) nehezen kezelhető. Fontos megjegyeznünk azonban (lásd az 1. táblázatban), hogy a mecseki nyersanyagok között egy karakteres csoportot képeznek a karbonátos (azaz nagy CaO és CO_2 tartalmú) minták, amelyekben az SiO_2 koncentráció 60% alá csökken.



6. ábra: A vizsgált magyarországi radiolarit nyersanyag minták UCC-re normált főelem eloszlása, (a) Gerecse ($n_{\text{geo}}=8$), (b) Bakony ($n_{\text{geo}}=8$), (c) Mecsek ($n_{\text{geo}}=11$), (d) a három geológiai régió vizsgált mintái alapján meghatározott, átlagos főelem eloszlási mintázatok.

Fig. 6.: Major element composition of the Hungarian radiolarite source collected samples, normalised for UCC

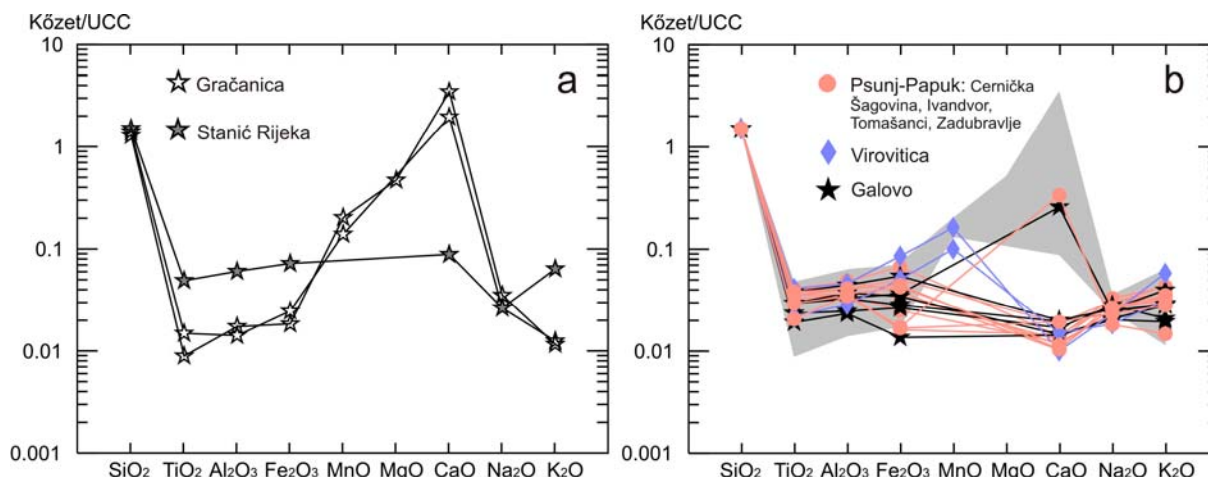


7. ábra: A vizsgált magyarországi régészeti radiolarit leletek UCC-re normált főelem eloszlása a nyersanyag típusok főelem eloszlási tartományain ábrázolva, (a) a nyersanyag típusok főelem tartományai a **6. ábra** alapján, (b) a bajóti Jankovich-barlang, Tata és Nadap-Kőbánya lelőhelyek ($n_{arch}=5+1+2$), (c) Vörs lelőhely ($n_{arch}=5$), (d) Szálka és Fajszi lelőhelyek ($n_{arch}=5+5$).

Fig. 7.: Major element composition of archaeological radiolarites normalised for UCC presented in the same context as the geological sources

Ez az összetétel jellemző az összes hosszúhetényi (L78-79), Komló-szőge-hegyi (L81), illetve részben a Kisújványa-szószei (L74), Kisújványa-óbányai völgyi (L83) és singödöri (L85) mintákra. A fő összetevőkben detektált nagymértékű eltérés ugyanakkor a tízed %-nyi mennyiségű elemek és a nyomelemek eloszlásában is torzulást okozhat. A gerecsei nyersanyagcsoport ($n_{geo}=8$) kisebb kémiai változékonyságot mutat (**6a ábra**), azonban homogénnek nem tekinthető. A csoport fő jellemvonásai közé tartozik a mecsekivel részben átfedő, részben pedig annál kisebb TiO_2 , Al_2O_3 , MnO , CaO , illetve K_2O tartalom, míg a Na_2O ahhoz képest nagyobb koncentrációban fordul elő. A nyolc mintával képviselt bakonyi nyersanyag típus igen egységes kémiai összetételt és elemeloszlást mutat (**6b ábra**). A csoport fő jellemvonásai közé tartozik a kis TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , Na_2O , illetve K_2O tartalom, amely nagy MnO értékekkel párosul. A magyarországi régészeti kontextusból előkerült kovakőzet anyagú leletek főelem eloszlását a három nagy nyersanyagcsoport

elemeloszlására illesztve ábrázoltuk (**7b-d ábra**). A diagramok komplex megjelenése jól tükrözi, hogy csupán főelem eloszlás alapján nem lehet egyértelmű csoportosítást tenni. Minden főelem tekintetében – néhány CaO adatot kivéve – a régészeti minták a nyersanyagcsoportok felvázolt elemtartományában szórطان oszlanak el. A gerecsei és velencei-hegységi leletek főelem értékei széles tartományban szóródnak (**7b ábra**), a legtöbb esetben mind a bakonyi, mind a gerecsei nyersanyag típus normált koncentráció értékeivel átfednek. A viszonylag alacsony CaO , Na_2O és részben TiO_2 , K_2O értékek azonban elkülönülnek a mecseki nyersanyagok összetételi tartományától. A vörsi régészeti minták kémiai összetétele viszonylag egységes (**7c ábra**), a TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , Na_2O , illetve K_2O tartalom kicsi, míg a MnO nagy. A szálkai és fajszi régészeti leletek összetétele nagymértékben átfed a mecseki nyersanyagok – széles tartományban szóródó – értékeivel (**7d ábra**).



8. ábra: A vizsgált boszniai és horvátországi minták UCC-re normált főelem eloszlása, (a) boszniai radiolarit nyersanyag minták ($n_{\text{geo}}=3$), (b) boszniai és horvátországi régészeti leletek ($n_{\text{arch}}=6+12$).

Fig. 8.: Major element distribution of Bosnian and Croatian samples normalised for UCC, (a) Bosnian geological samples ($n_{\text{geo}}=3$), (b) Bosnian and Croatian archaeological samples ($n_{\text{arch}}=6+12$).

A Fajszról származó leletek között azonban előfordul a mecseki nyersanyag típusánál kisebb TiO_2 és CaO tartalmú minta is. A CaO esetében a Szálkáról származó régészeti leletek egy részére – nagy MnO értékkel párosuló – nagy koncentráció értékek adódnak.

A horvátországi és boszniai régészeti lelőhelyekről előkerült radiolarit és egyéb kovakőzet leletek, illetve a boszniai radiolarit előfordulásokból gyűjtött nyersanyagok elemzési adatait szintén az UCC-re normálva jelenítettük meg (8a-b ábra). A vizsgált mintáknak csak igen alárendelt részében volt a Mn és Mg a kimutatási határ fölött, ezért az ezen két elemre vonatkozó szórványos adatokat – ugyan ábrázoltuk – nem vesszük figyelembe az elemzések összehasonlítása során.

A boszniai geológiai minták esetében a két nyersanyag előfordulás kémiai összetétele elsősorban CaO és K_2O tartalomban tér el. A jelentős karbonáttartalom (a SiO_2 koncentráció 70–90%-ra csökken) miatt jelentkező véges összeghatás okozza a többi elem eloszlására gyakorolt torzító hatást, azaz a karbonátmentes Stanić Rijeka-i mintához képest kis TiO_2 , Al_2O_3 és Fe_2O_3 értékeket a karbonátos gračanica-i kőzetekben. A mérési adatok alapján a régészeti minták főelem összetételében a TiO_2 , Al_2O_3 és Na_2O , illetve részben a Fe_2O_3 és K_2O kis koncentrációértékekkel jellemezhető. Egy ivandvori (S21) és egy galovoi (S11) mintától eltekintve a CaO 1wt% alatti koncentrációban detektálható, azonban az említett két minta esetében sem éri el az 1.5wt%-ot, így nem kell jelentős véges összeghatással számolnunk. A különböző lelőhelyek kovakőzet leleteinek kémiai összetétele között nem észlelhető szisztematikus eltérés. A boszniai nyersanyagokhoz képest átmeneti helyzet

figyelhető meg a legtöbb főelem tekintetében. A gračanica-i radiolaritnál nagyobb, a Stanić Rijeka-i radiolaritnál kisebb TiO_2 és Al_2O_3 (CaO), illetve részben Fe_2O_3 és Na_2O tartalom mérhető, míg a K_2O esetében ellentétes a helyzet,

Értékelés

A főelem arányokban mutató negatív (SiO_2/CaO , SiO_2/CO_2) és pozitív ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{K}_2\text{O}$, $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$) korreláció elsősorban kőzetminőségre utal (karbonát, illetve agyagásvány tartalom). Ezeket az elemeket a tájegységenkénti elhatárolásban kevésbé használhatjuk, mert értékük nem a regionális jellemzőktől függ.

A bemutatott főelem kémiai adatok statisztikai értékelése elsősorban arra mutatott rá, hogy mind a radiolarit nyersanyagok, mind a kovakőzetekből készült kőeszközök között jelentős szerephez jutnak karbonáttartalmú kőzet típusok. Emellett a terrigén képződési tényezőhöz köthető TiO_2 , Al_2O_3 és részben az alkáliák mutatkoznak fontos diszkriminatív alkotóknak.

A geológiai minták esetében a fentiekben összesített geokémiai megfontolások alapján a következőket állapíthatjuk meg. A vizsgált mecseki kovakőzetek azokban az elemekben mutatnak dúsulást, amelyek a terrigén anyagbehordásból származhatnak. Emellett az elsődlegesen hidrotermális eredetű Fe_2O_3 és MnO értékek nagy szórása arra utalhat, hogy a kovaüledék leülepedését követő diagenetikus és utólagos folyamatok során a hidrotermális hatások változóak lehettek. A bakonyi nyersanyagcsoport esetében épp ellenkező elemeloszlás tapasztalható, azaz a terrigén anyagokból származtatható elemekben való szegényedés, a hidrotermális eredetűnek nevezhető

MnO-ban való gazdagodással egyidejűleg. A gerecsei radiolaritok átmeneti állapotot tükröznek a terrigén és a hidrotermális genetikai tényezők alá rendelés szempontjából.

A Biró és társai (Biró et al., 2002) által végzett vizsgálatok területileg részben átfednek kutatásunkkal, bár az alkalmazott módszer és a konkrét minták nem azonosak. Ennek ellenére néhány összefoglaló megállapítás tekintetében összevetjük eredményeinket az általuk publikáltakkal. Az a megfigyelés, hogy a régészeti minták általában nagyobb SiO_2 és kisebb CaO tartalommal jellemezhetők, mint a nyersanyag minták, nem minden esetben bizonyítható (pl. Vörs esetében igaz, míg Szálka lelőhely leleteinél nem). A gerecsei nyersanyagok esetében összesített kémiai jellemvonások (a Bakonyhoz, Mecsekhez képest nagyobb K_2O , MnO , FeO) az általunk vizsgált mintasorozatban nem tűnnek igazoltak. A TiO_2 egyértelmű kizárása a diszkriminatív főelemek közül sem fogadható el feltétel nélkül. A bakonyi és mecseki minták esetében egyértelmű elkülönülés figyelhető meg ezen elem koncentráció értékeiben.

A régészeti leletek megítélésénél hangsúlyoznunk kell, hogy a kis mintaszám miatt a megállapításaink még nem lehetnek megfelelően alátámasztottak, azonban további mérési adatokkal kiegészítve, igazolást nyerhetnek a jövőben. A gerecsei Jankovich-barlang és a tatai lelőhely kőeszköz leletei alkália eloszlásuk és mérsékelt terrigén eredetű kémiai alkotó tartalmuk miatt hasonlóak a gerecsei nyersanyagokhoz. A nadapi régészeti lelőhely radiolarit mintái – nagyobb TiO_2 és Al_2O_3 tartalmuk miatt – leginkább a gerecsei nyersanyagcsoporthoz kapcsolhatók kémiai szempontból. A vörsi régészeti leletek a homogén kémiai viselkedést mutató bakonyi nyersanyagcsoport összetételéhez hasonló értékekkel jellemezhetők. A Szálka lelőhelyről származó radiolarit leletek kémiai összetétele követi a csak a mecseki a nyersanyagra jellemző kiugróan nagy CaO és MnO koncentráció tartományokat, míg a Fajszról származó leletek nagyobb hasonlóságot mutattak részben a "mecseki tartomány" kisebb értékeivel, részben pedig a gerecsei típusú nyersanyagokkal.

A boszniai nyersanyag minták esetében a terrigén anyagokból származtatható elemekben szegényedés figyelhető meg. Hasonló tendencia figyelhető meg a horvátországi és boszniai régészeti minták összetételében is. A leletek nem kapcsolhatók direkt módon sem a boszniai, sem a magyarországi nyersanyagforrásokhoz. A karbonátmentes Stanić Rijeka-i nyersanyag mutatja a legnagyobb kémiai hasonlóságot. Az, hogy a legközelebbi magyarországi, azaz a mecseki forrásrégió kemizmus eltérő, arra utalhat, hogy egy régészeti szempontból jelentős radiolarit nyersanyag típus

még felfedezésre vár a hazánktól vélhetően délre eső térségben.

Összefoglalás

A 2009-ben záródó TÉT horvát-magyar együttműködési program egyik legfontosabb célkitűzése a magyar-, horvátországi és boszniai régészeti radiolarit kőeszközök vizsgálata volt. A mintacsoport összetételét és a vizsgálati módszert tekintve ilyen jellegű kutatások ez idáig nem történtek. Eredményeink ennek megfelelően kémiai alapadat szolgáltatásnak minősülnek. Emellett azonban javaslatokat tettünk a vizsgált radiolarit nyersanyag lelőhelyek főelem eloszláson alapuló elkülönítésének megalapozásához. Néhány jellemző főelem eloszlási mintázat azt támasztja alá, hogy nagyobb számú minta vizsgálatával esetleg lehetséges a Gerecse, Bakony és Mecsek hegységek radiolarit nyersanyagait elkülöníteni.

A magyarországi, horvátországi és boszniai régészeti radiolarit leletek analitikai eredményeinek összevetése a nyersanyagokéval arra mutat, hogy tovább szélesítve a kémiai adatok körét, lehetőség adódhat arra is, hogy a radiolarit eszközök eredetét meghatározzuk. Bár a kis mintaszám miatt megállapításaink még nem lehetnek megfelelően alátámasztottak, néhány megfigyelést rögzíthetünk.

- a régészeti radiolaritok kémiai összetétele szűkebb határok közt mozog, mint a geológiai összehasonlító mintáké. Ez minden bizonnyal tudatos kiválasztás eredménye.

- a radiolaritok valószínűleg regionálisan, lehet, hogy kronológiai szintenként is jellemezhetőek. Az elkülönülés mértékét egyelőre statisztikusan nem tekinthetjük bizonyítottnak.

Irodalom

ASTALOS, C., KASZTOVSZKY, Zs. (2009): Prompt Gamma Activation Analysis of some prehistoric stone tools from North-Western Romania. In: *Proceedings ISA 2006 CELAT, Université Laval Québec* 135-141.

BÁCSKAY, E. (1980): Zum Stand der Erforschung prähistorischer Feuersteinbergbau In: *Weisgerber ed. 1980 Weisgerber, Gerd ed., 5000 Jahre Feuersteinbergbau* Bochum Deutschen Bergbau-Museum 179-182.

BÁCSKAY, E. (1995): H 7 Bakonycsernye-Tűzköves árok, Fejér county. H 10 Dunaszentmiklós-Hosszúvontató, Komárom county; H 11 Lábatlan-Margittető, Komárom county; H 12 Lábatlan-Piszniceető, Komárom county. In: Lech ed., *Catalogue of flint mines: Hungary. Archaeologia Polona* Warszawa 33:401-412.

- BÁCSKAY, E., BIRÓ, K. (2003): Nyersanyag, bányászat, kereskedelem In: *VISY et al. eds. 2003, Magyar Régészet az ezredfordulón. (Újkőkor) MRE In: Visy Zs.ed., Magyar Régészet az ezredfordulón / Hungarian Archaeology at the turn of the Millennium Budapest 2003 118-123.*
- BÁNFFY, E. (1999): Újabb adatok a nyugat-dunántúli őskorának kereskedelmi és kulturális útvonalaihoz. *SAVARIA Savaria - A Vas Megyei Múzeumok Értesítője* 1998 - 1999 **24/3**:51-64.
- BARABÁS, M. (1986): Upper Jurassic - Lower Cretaceous Radiolaria of the Mecsek Mountains. In: *Biró ed. 1986 Biró, K.T. ed., International Conference on Flint Mining and Lithic Raw Material Identification in the Carpathian Basin, Sümeg 1986. (1) Budapest KMI Rota 1986 131-140.*
- BÁRTA, J. (1961): K problematike paleolitu Bielych Karpat. *Slovenská Archeológia Bratislava* **9**:19-32.
- BÁRTA, J. (1979): K problematike proveniencie surovin na výrobu stiepanej kamennej industrie v paleolite Slovenska. *Slovenská Archeológia Bratislava* **27**:5-15.
- BIRÓ, K. T. (1987): Actual problems of lithic raw material distribution studies in Hungary. Comments on the distribution maps In: *Biró ed. 1986 Biró, K.T. ed., International Conference on Flint Mining and Lithic Raw Material Identification in the Carpathian Basin, Sümeg 1987. (2) Budapest KMI Rota 1987 KMI Rota Budapest 141-161.*
- BIRÓ, K. T. (1988): Distribution of lithic raw materials on prehistoric sites. *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae Budapest* **40**:251-274.
- BIRÓ, K. T. (1995): H 8 Szentgál-Tüzköveshegy, Veszprém county. In: Lech ed., Catalogue of flint mines: Hungary. *Archaeologia Polona Warszawa* **33**:402-408
- BIRÓ, K. T. (1998a): Lithic implements and the circulation of raw materials in the Great Hungarian Plain during the Late Neolithic Period. Magyar Nemzeti Múzeum Budapest 1-350.
- BIRÓ, K. T. (1998b): Stones, Numbers- History? The utilization of lithic raw materials in the middle and neolithic of Hungary. *Journal of Anthropological Archaeology* **17**:1-18.
- BIRÓ, K. T. (2004): Tata-Porhanyóbánya: the raw material of the stone artefacts. In: *Fülöp--Cseh eds., Die aktuellen Fragen des Mittelpaläolithikums... Tudományos Füzetek Tata* **12** 77-90.
- BIRÓ, K. T. (2006): The lithic finds from Szentgyörgyvölgy-Pityerdomb *Antaeus Budapest* **28**:217-251.
- BIRÓ, K. T. (2009): Vittem, vettem, kaptam – loptam? Gondolatok a proveniencia vizsgálatok eredményeinek értelmezése köréből. Carried, purchased, received – looted? Observations on the interpretation of provenance studies. In: Ilon ed. 2009 *Mómosz Szombathely* **6**:411-420.
- BIRÓ, K. T., T. DOBOSI, V., SCHLÉDER, ZS. (2000): , LITOTHECA - Comparative Raw Material Collection of the Hungarian National Museum. Magyar Nemzeti Múzeum Budapest. **Vol. II** 1-320.
- BIRÓ, K. T., ELEKES, Z., UZONYI, I., KISS, Á. (2002): Radiolarit minták vizsgálata ionnyaláb analitikai módszerekkel / Investigation of Radiolarite Samples by Ion-Beam Analytical Methods. *Archaeológiai Értesítő Budapest* **127**:103-134.
- BIRÓ, K. T., DOBOSI, V. (1991):, *LITOTHECA - Comparative Raw Material Collection of the Hungarian National Museum. Magyar Nemzeti Múzeum Budapest* 1-268.
- BIRÓ, K. T., PÁLOSI, M. (1986): A pattintott kőeszközök nyersanyagának forrásai Magyarországon. *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1983-ról* 407-435.
- BIRÓ, K. T., REGENYE, J. (1991): Prehistoric workshop and exploitation site at Szentgál-Tüzköveshegy. *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae Budapest* **43**:37-375.
- BIRÓ, K. T., REGENYE, J. (2003): Exploitation Regions and Workshop Complexes in the Bakony Mountains, Hungary. In: *Stöllner et al. eds., Man and Mining - Mensch und Bergbau. Anschnitt Der Anschnitt - Zeitschrift für Kunst und Kultur im Bergbau Bochum* **16**:55-64.
- DOBOSI, V. T., KÖVECSES-VARGA, E. (1991): Upper Palaeolithic site at Esztergom-Gyurgyalag *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae Budapest* 1991 **43**:233-255.
- DOSZTÁLY, L. (1986): The history of research of the Radiolaria in Hungary. In: *Biró ed. 1986 Biró, K.T. ed., International Conference on Flint Mining and Lithic Raw Material Identification in the Carpathian Basin, Sümeg 1986. (1) Budapest KMI Rota 1986 145-148.*
- GRONENBORN, D. (1994): Überlegungen zur Ausbreitung der bäuerlichen Wirtschaft in Mitteleuropa - Versuch einer kulturhistorischen Interpretation ältestband-keramischer Silex-inventare. *Praehistorische Zeitschrift Berlin* **69**:135-151.
- HALAMIĆ, J., GORIČAN, S. (1995): Triassic Radiolarites from Mts. Kalnik and Medvednica (Northwestern Croatia). *Geologica Croatica* **48/2**:129-146.

- HALAMIĆ J., GORIČAN, S., SLOVENEC, D., KOLAR-JURKOVŠEK, T. A. (1999): Middle Jurassic Radiolarite-Clastic Succession from the Medvednica Mt. (NW Croatia). *Geologica Croatica* **52**:29-57.
- HALAMIĆ, J., ŠOŠIĆ-KLINDŽIĆ, R. (2009): Radiolarites and radiolarian cherts in Northern Croatia – a possible sources for the production of artifacts. *Archeometriai Műhely / Archaeometry Workshop* **6/3**:19-24.
- KASZTOVSZKY, Zs., BIRÓ, K. T., MARKÓ, A., DOBOSI, V. T. (2009): Pattintott kőszközök nyersanyagainak roncsolásmentes vizsgálata Prompt Gamma Aktivációs Analízissel / Non-destructive analysis of chipped stone artefacts by PGAA. *Archeometriai Műhely / Archaeometry Workshop* **6/1**:31-38.
- KONDA, J. (1986): The Mesozoic siliceous rocks of the Transdanubian Mid-Mountains. In: *Biró ed. 1986 Biró, K.T. ed., International Conference on Flint Mining and Lithic Raw Material Identification in the Carpathian Basin*, Sümeg 1986. (1) Budapest KMI Rota 1986 165-169.
- KOZŁOWSKI J. K., MANECKI, A., RYDLEWSKI, J., VALDE--NOWAK, P. (1981): Mineralogico-geochemical Characteristics of Radiolarites used in the Stone Age in Poland and Slovakia. *Acta Arch. Carpatica* **21**: 171-210.
- LECH, J. (1981): Flint mining among the early farming communities of Central Europe. *Przegląd Archeologiczny* Wrocław **28**:5-55.
- LECH, J. ed. (1995): Catalogue of flint mines *Archaeologia Polona* Warszawa **33** 1-.
- MATEICIUCOVA, I. (2008): Talking Stones: The Chipped Stone Industry in Lower Austria and Moravia and the Beginnings of the Neolithic in Central Europe. (LBK), 5700-4900 BC 2001 Dissertationes Archaeologicae Brunensis / Pragensesque Brno **4**:1-357.
- MATSUMOTO, R., IJIMA, A. (1983): Chemical sedimentology of some bedded cherts in Japan. In: *Ijima, A., Hein, J.R., Siever, R. eds. Siliceous deposits in the Pacific Region*. Elsevier, Amsterdam 175-192.
- MURRAY, R.W. (1994): Chemical criteria to identify the depositional environment of chert: general principles and applications. *Sedimentary Geology* **90**:213-232.
- PELIKÁN, P. (1986): The Mesozoic siliceous rocks of the Bükk Mountains. In: *Biró ed. 1986 Biró, K.T. ed., International Conference on Flint Mining and Lithic Raw Material Identification in the Carpathian Basin*, Sümeg 1986. (1) Budapest KMI Rota 1986 177-180.
- RUTTKAY, E. (1970): Das jungsteinzeitliche Hornsteinbergwerke mit Bestattung der Antonshöhe bei Mauer. (Wien 23). *Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien* Wien **100**:70-83.
- RUTTKAY, E. (1980): Katalog der Bergwerke: Österreich. In: *5000 Jahre Feuersteinbergbau* Deutschen Bergbau-Museum Bochum 405-41.
- SIMÁN, K. (1995): H 1 Miskolc, Avas-hill. In: Lech ed., Catalogue of flint mines: Hungary *Archaeologia Polona* Warszawa **33**:371-382.
- ŠOŠIĆ-KLINDŽIĆ, R. (2009): General characteristics of Starčevo sites and its lithic assemblages included in TÉT project. *Archeometriai Műhely / Archaeometry Workshop* **6/3**:5-8.
- SUGISAKI, R. (1984): Relation between chemical composition and sedimentation rate of Pacific Ocean-floor sediments deposited since the middle Cretaceous: Basic evidence for chemical constraints on depositional environments of ancient sediments. *Journal of Geology* **92**:235-259.
- Sümeg honlap : Sümeg Mogyorósdomb. Oktató Központ és Bemutatóhely. ÁESZ Térségfejlesztési és Zöldövezet Tervező Iroda, Nyugat-Magyarországi Egyetem.
<http://www.aeszveszprem.t-online.hu/>
[Kozjolelet/objektumok/EGYEB_ALLAMI/Sumeg_Mogyorosdomb/Sumeg_mogyorosdomb.htm](http://www.aeszveszprem.t-online.hu/Kozjolelet/objektumok/EGYEB_ALLAMI/Sumeg_Mogyorosdomb/Sumeg_mogyorosdomb.htm)
- TÓTH, E. (2008): Tájékoztató emlékmű. (http://www.foldeve.hu/cikkek/fold_eve7.pdf) Élet és Tudomány **27**:849-851.
- VARGA, I. (1991): Mineralogical Analysis of the lithic material from the Palaeolithic site of Esztergom-Gyurgyalag. *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae* Budapest 1991 **43**:267-269.
- VARGA-MÁTHÉ, K. (1990): Petrographic analysis of the lithic raw materials of the Vértesszőlős implements. In: *Kretzoi--Dobosi eds., 1990 Kretzoi--Dobosi eds., Vértesszőlős: Man and site*. Budapest, Akadémiai Kiadó 287-299.
- VÉRTES, L. (1965): *Az őskőkor és az átmeneti kőkor emlékei Magyarországon*. A Magyar Régészet Kézikönyve Budapest 1-385.
- WEISGERBER, G. ed. (1980): *5000 Jahre Feuersteinbergbau* Deutschen Bergbau-Museum Bochum 1-670.

