



1949

**A HERMAN OTTÓ MÚZEUM NEOLIT CSISZOLT KŐESZKÖZEINEK
ARCHEOMETRIAI VIZSGÁLATA KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A
METABÁZITOKRA**

Egyetemi doktori (PhD) értekezés

Szerző: Kereskényi Erika
Témavezető: Dr. Rózsa Péter
Külső konzulens: Dr. Kristály Ferenc

Debreceni Egyetem
Természettudományi és Informatikai Doktori Tanács
Földtudományok Doktori Iskola
Debrecen, 2021.

Ezen értekezést a Debreceni Egyetem Természettudományi és Informatikai Doktori Tanács Földtudományi Doktori Iskola, A lito- és hidroszféra természetes és antropogén folyamatai programja keretében készítettem a Debreceni Egyetem természettudományi doktori (PhD) fokozatának elnyerése céljából.

Nyilatkozom arról, hogy a tézisekben leírt eredmények nem képezik más PhD disszertáció részét.

Debrecen, 2021.

a jelölt aláírása

*Tanúsítom, hogy **Kereskényi Erika** doktorjelölt 2014-2021 között a fent megnevezett Földtudományi Doktori Iskola, A lito- és hidroszféra természetes és antropogén folyamatai programjának keretében irányításommal végezte munkáját. Az értekezésben foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult. Nyilatkozom továbbá arról, hogy a tézisekben leírt eredmények nem képezik más PhD disszertáció részét.*

Az értekezés elfogadását javasolom.

Debrecen, 2021.

a témavezető aláírása

A HERMAN OTTÓ MÚZEUM NEOLIT CSISZOLT KŐESZKÖZEINEK ARCHEOMETRIAI VIZSGÁLATA KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A METABÁZITOKRA

Értekezés a doktori (Ph.D.) fokozat megszerzése érdekében a
Földtudomány tudományágban

Írta: Kereskényi Erika okleveles geológusmérnök

Készült a Debreceni Egyetem Földtudományok Doktori Iskolája
(Lito- és hidroszféra természetes és antropogén folyamatai programja) keretében

Témavezető: Dr. Rózsa Péter
Külső konzulens: Dr. Kristály Ferenc

A doktori szigorlati bizottság:

elnök: Prof. Dr. Csorba Péter
tagok: Prof. Dr. Dobosi Gábor
Prof. Dr. Szakáll Sándor

A doktori szigorlat időpontja: 2021. január 26.

Az értekezés bírálói:

Dr.

Dr.

A bírálóbizottság:

elnök: Dr
tagok: Dr
Dr
Dr
Dr
Dr
Dr

Az értekezés védésének időpontja: 2021.

TARTALOMJEGYZÉK	
Rövidítések a dolgozatban	1
I. BEVEZETÉS, CÉLKITŰZÉSEK	2
II. IRODALMI ELŐZMÉNYEK	4
III. VIZSGÁLATI MÓDSZEREK	7
III.1. Általános vizsgálatok	7
III.2. Módszertani lépések metabázitok meghatározásához	9
IV. KÉKPALA	11
IV.1. Makroszkópos megfigyelések	12
IV. 2. Kőzetkémia	13
IV. 3. Petrográfia	15
IV. 4. Ásványkémia	21
IV.4.1. Amfibolok	21
IV.4.2. Piroxének	22
IV.4.3. Gránátok	24
IV.4.4. Megfigyelt más ásványok	24
IV.5. Röntgendiffrakciós vizsgálatok	25
IV.6. Termobarometriai modellezés	26
IV.7. Diszkusszió	31
IV.7.1. Lehetséges forrásterületek	34
V. KÉKPALA-ZÖLDPALA ÁTMENETI FÁCIESŰ KŐZETTÍPUS	37
V.1. Makroszkópos vizsgálatok	37
V.2. Kőzetkémia	37
V.3. Petrográfia és ásványkémia	39
V.4. Diszkusszió-Lehetséges forrásterületek	39
VI. AMFIBOLITOK	42
VI.1. Makroszkópos megfigyelések	43
VI.2. Kőzetkémia	44
VI.3. Petrográfia és ásványkémia	46
VI.3.1. Amfibolok	47
VI.3.2. Piroxének	48
VI.3.3. Földpátok	48
VI.3.4. Megfigyelt más ásványok	51
VI.4. Röntgendiffrakciós vizsgálatok	55
VI.5. Termobarometriai modellezés	55
VI.6. Diszkusszió-Lehetséges forrásterületek	57
VII. KONTAKT METABAZIT	63
VII.1. Makroszkópos vizsgálatok	63
VII.2. Kőzetkémia	64
VII.3. Petrográfia és ásványkémia	64
VII.3.1. Amfibolok	66
VII.3.2. Földpátok	67
VII.3.3. Megfigyelt más ásványok	72
VII.4. Röntgendiffrakciós vizsgálatok	73
VII.5. Termobarometriai modellezés	74
VII.6. Diszkusszió-Lehetséges forrásterületek	77
VIII. ZÖLDPALA	81
VIII.1. Makroszkópos vizsgálatok	81
VIII.2. Kőzetkémia	81
VIII.3. Petrográfia és ásványkémia	81

VIII.4. Röntgendiffrakciós elemzések	83
VIII.5. Termobarometriai modellezés	83
VIII.6. Diszkusszió-Lehetséges forrásterületek	84
IX. SZODALITOS BAZALT	87
IX.1. Makroszkópos és mikroszkópos vizsgálatok	87
IX.2. Kőzetkémia	88
IX.3. Petrográfia és ásványkémia	88
IX.3.1. A kőbalta	88
IX.3.2. Bolgáromi szodalitos bazalt	89
IX.4. Röntgendiffrakciós elemzések	90
IX.5. Diszkusszió-Lehetséges forrásterület	90
X. ÖSSZEFOGLALÁS	94
XI. SUMMARY	98
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	103
IRODALOMJEGYZÉK	104
FÜGGELÉK	115

Rövidítések a dolgozatban

Ab: albit; *Act*: aktinolit; *Ae*: egirin; *Agt*: egirinaugit; *Alm*: almandin; *Alu*: alumínium; *Amp*: amfibol; *An*: anortit; *And*: andezin; *Ano*: anortoklász; *Ap*: hidroxilapatit; *Aug*: augit; *Bt*: biotit; *Byt*: bytownit; *Cal*: kalcit; *Chl*: klorit; *Cpx*: klinopiroxén; *Cum*: cummingtonit; *Czo*: clinozoisit; *Di*: diopszid; *En*: ensztatit; *Ep*: epidot; *F3-ts*: ferritschermakit; *Fact*: ferroaktinolit; *Fap*: fluorapatit; *Fe2-Fe3-Sdg*: ferroferrisadanagait; *Fe2-fts*: ferroferritschermakit; *Fe2-prg*: ferropargasit; *Fgln*: ferroglaukofán; *Fhb*: ferrohornblende *Fe-ox*: vasoxid; *Fs*: ferroszillit; *Fsdg*: ferrosadanagait; *Fsp*: földpát; *Ftsch*: ferrotschermakit; *F-win*: ferriwinchit; *Gln*: glaukofán; *Grs*: grosszulár; *Gru*: grünerit; *Hst*: hastingsit; *Ilm*: ilmenit; *Jd*: jadeit; *Jrs*: jarosit; *Kfs*: káliföldpát; *Lab*: labradorit; *Le*: leucit; *Lws*: lawsonit; *Mg-f-hb*: magnezio-ferrihornblende; *Mg-hb*: magneziohornblende; *Mgt*: magnetit; *Ms*: muszkovit; *Nef*: nefelin; *Ntr*: nátrólit; *Ol*: olivin; *Olg*: oligoklász; *Omp*: omfacit; *Ph*: fengit; *Plg*: plagioklász; *Pmp*: pumpellyit; *Prg*: pargasit; *Prp*: pirop; *Py*: pyrit; *Q*: Quad: Ca-Mg-Fe piroxének; *San*: szanidin; *Sdg*: sadanagait; *Sdl*: szodalit; *Sme*: szmektit; *Sps*: spessartin; *Tsch*: tschermakit;; *Qtz*: kvarc; *Ttn*: titanit; *Usp*: ülvöspinel; *Win*: winchit; *Wo*: wollastonit; *Ze*: zeolit; *Zo*: zoisit; *Zr*: cirkon;.

I. BEVEZETÉS, CÉLKITŰZÉS

Az emberré válás története során fő eseményének számított az eszközkészítés művelete, mely az első tudatos emberi tevékenység egyik eredménye volt. Az utókorra maradt eszközök kőből készültek; a kezdetleges szilánkok, kőmagok, pattintott eszközök mellett egyre nagyobb teret nyertek a csiszolt kőeszközök. Ha meg akarjuk érteni gazdasági, szociális életkörülményeit, életközösségüket, fontos támpont lehet az eszközök nyersanyagának megismerése és a származási helyek lehatárolása.

Kutatásomban a Herman Ottó Múzeum neolitikus csiszolt kőeszközeinek archeometriai vizsgálatára vállalkoztam, a metabázit kőzettípusú kőeszközökre fókuszálva. Közel 500 neolitikus csiszolt kőeszközzel rendelkezik a régészeti gyűjtemény. A múzeum gyűjtőterülete Borsod-Abaúj-Zemplén megye, bár elvéve előfordulnak szomszédos megyékből is leletek (régészeti lelőhely szerint: Bereg-megye; Szilvásvár, Istállóskői-barlang, stb.).

A dolgozat tárgyát a neolitikus csiszolt kőeszközei képezik. A neolitikum ie. 5500/5400-4500/4400 (középső és késő neolitikum) közötti időszakra terjed ki a dolgozatban vizsgált területen (T. BIRÓ, 2003). A Herman Ottó Múzeum gyűjtőterületén az első neolitikus embercsoportok az alföldi vonaldiszes kerámia (továbbiakban: AVK) kultúrájához tartoztak. Ezt a kultúrát követve vagy vele párhuzamosan több csoport jelent meg a területen: Tiszadob, Bükk, Szakálhát, melyek jellegzetességeiket kerámiáikban megőrizték (KALICZ & MAKKAY, 1977; RACZKY, 1989; T. BIRÓ, 2003; RACZKY & ANDERS, 2009; CSENGERI, 2015). A bükki kultúra ie. 5200-5000 közötti időtartamra terjedhetett ki. Kétféle korszakolása ismert, a dolgozat mellékletében a Lichardus-féle tagolást használok a bükki kultúrájú leleteknél (LICHARDUS, 1974). A késő neolitikumot a vizsgált gyűjtőterületen a Tisza kultúra képviseli, mely ie. 5000 körül jelenik meg. Az általam vizsgált metabázit nyersanyagú kőeszközöknél csak a Szerencs-Taktaföldvár lelőhely Tisza-kultúrájú. Ezen kívül a csőszhalmi típusú leletek is megjelennek a megye késő neolitikus lelőhelyein, a Hernád-völgyében pedig a lengyeli kultúra (L. HAJDÚ, 2014), a dolgozatban azonban ezekről a lelőhelyekről származó tárgyak nem szerepelnek.

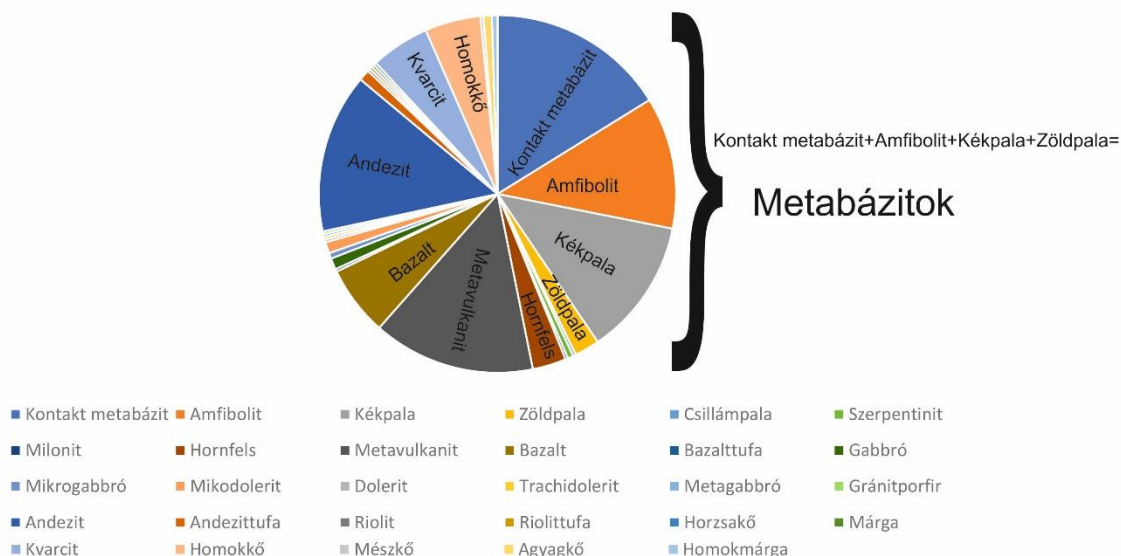
Magyarországon eddig múzeumi teljes régészeti gyűjteményt átfogó archeometriai kutatás nem történt. A múzeum gyűjtőterületén változatos leletszámú régészeti lelőhelyek találhatók. A leletek nagy része jól megismert régészeti feltáráshoz kötődik, míg kisebb részük szórványleletként fordul elő. A régészeti feltárásokhoz köthető csiszolt kőeszközök, melyek kerámialeletekkel láttak napvilágot rendszerint kultúrához, fázishoz is kapcsolhatók.

A doktori munka során közel 500 kőeszközt vizsgáltam meg. Makroszkópos leírás és mágneses szuszceptibilitás mérést végeztem az összes kőbaltán. A makroszkópos szemrevételezés után nyilvánvalóvá vált, hogy nagyon sokféle kőzettípusból készültek a kőeszközök: magmás, metamorf és üledékes egyaránt megtalálhatók közöttük. A kapott eredmények alapján fő kőzetcsoporthoz csoportosítottam a kőeszközöket, melyek a következők: 16% kontakt metabázit, 12% amfibolit, 10% kékpala, 2% kékpala-zöldpala átmeneti fáciesű, 2% zöldpala, 14% metavulkanit, 5% kvarcit, 3% hornfels, 15% andezit, 6% bazalt, 5% riolit, 1% gabbró, 0,7% serpentin, 6% egyéb kőzettípusok (üledékes, és további más, kis mennyiségű kőzettípusú kőeszközök) (I/1. ábra).

A metabázitokon kívül több kőzettípussal foglalkoztam változó részletességgel. Számos EDS/SEM, XRD és PGAA mérés történt andezit, metavulkanit, kálimetaszomatizált vulkanit,

néhány bazalt, hornfels, szerpentinit, továbbá az összes üledékes és kvarcit nyersanyagú kőbaltán. Ezek eredményeit a dolgozat terjedelmi korlátai miatt nem mutatom be.

Neolit csiszolt kőeszközök kőzettípusainak megoszlása a Herman Ottó Múzeum gyűjteményében



I/1. ábra: Neolit csiszolt kőeszközök kőzettípusainak megoszlása a Herman Ottó Múzeum gyűjteményében.

A metabázit nyersanyagú kőeszközök igen jelentős szerepet (összességében 42%) játszanak a kőeszközök között (I/1. ábra), emellett változatos megjelenésűek és összetételűek. Számos régészeti lelőhelyről és ezáltal sokféle régészeti kultúrát képviselő területről kerültek elő. Ezért doktori kutatásom célkitűzése a nagy mennyiségű metabázit kőeszközök részletes ásvány-, kőzettani- és geokémiai feldolgozása és a lehetséges nyersanyag forrásterületének minél pontosabb behatárolása.

A dolgozatban részletesen tárgyalom a kékpala, kékpala-zöldpala átmeneti fáciesű, amfibolit, kontakt metabázit, zöldpala kőzettípusú kőeszközöket. A metabázit nyersanyagú kőeszközök fejezeteit egy szodalitos bazalt kőzettípusú kőeszköz tárgyalása követi. Ennek oka, hogy a makroszkópos vizsgálatok során a balta fekete színe és a metabázitok esetében igen gyakran előforduló kaptafa alakja miatt először az amfibolit csoportba lett sorolva és csak az elektron-mikroszkóp vizsgálatok során vált nyilvánvalóvá a valós kőzettípus. Ez az elsődleges tévedés rávilágított arra, hogy csak makroszkópos vizsgálatok alapján nem minden esetben lehet a kőeszköz nyersanyagát valóban meghatározni, emellett alátámasztja a módszertan fejezetben metabázitokra bemutatott és azok vizsgálatára kidolgozott lépéseket. Ugyanis a csak makroszkópos meghatározás gyakran téves kőzettípus meghatározást eredményezhet. Az adott fejezetek második részében lehatárolom a lehetséges forrásterületeket is. Az összefoglalásban a kőzettípusok és a régészeti tipológia valamint a kőzettípusok és a régészeti kultúrák közötti kapcsolatokat tárom fel.

II. IRODALMI ELŐZMÉNYEK

Magyarországon a szisztematikus archeometriai kutatás 35 évvel ezelőtt kezdődött, az ásvány- és kőzettanban alkalmazott vizsgálati módszereket elkezdtek használni a régészeti és történeti leletek mélyebb megismerésére, megértésére. Az archeometriai kutatás fő célja a régészeti munka segítése, a forrásterület és a régészeti lelőhely közötti kapcsolat feltárása, továbbá a kereskedelmi és kultúrkapcsolati útvonalak kirajzolása. Kőanyagvizsgálattal a petroarcheológia, petroarcheometria foglalkozik, melyek az archeometria részterületei. A Magyar Nemzeti Múzeumban 1986-ban létrejött a Litotéka, mely egy kőeszköz-nyersanyag összehasonlító gyűjtemény (T. BIRÓ & T. DOBOSI, 1991; T. BIRÓ, 2008, 2009), elsősorban pattintott kőeszközökre. Az utóbbi évtizedek magyarországi archeometriai kutatómunkáinak köszönhetően a csiszolt kőeszközök eredményeiből is jelentős archeometriai adatbázis született és a Litotéka is csiszolt kőeszköz- és szerszámkő nyersanyagokkal egyaránt folyamatosan gazdagodik. (T. BIRÓ, 2008).

Az első csiszolt kőeszközökön végzett archeometriai vizsgálatok a szombathelyi Savaria Múzeum régészeti gyűjteményéhez tartozó "zöldkő" csiszolt leletegyüttesen történtek (T. BIRÓ, 1984; 1998b; KÁROLYI, 1992). Ugyanebből a régióból késő bronzkori és rézkori csiszolt kőeszközökön makroszkópos és petroarcheológiai megfigyeléseket HARCOS (1997) végzett.

Jelentős petroarcheometriai vizsgálatok történtek a nagykanizsai Thury György Múzeum és a pécsi Janus Pannonius Múzeum régészeti gyűjteményében fellelhető kőbaltákon (T. BIRÓ & SZAKMÁNY, 2000). ORAVECZ (1998, 1999) a Magyar Nemzeti Múzeumban az Ebenhöch-gyűjtemény csiszolt kőeszközein végzett makroszkópos petrográfiai megfigyeléseket. A gyűjteményhez tartozó néhány nagynyomású metamorfiton részletes archeometriai vizsgálatok történtek (SZAKMÁNY et al., 2001; FRIEDEL, 2008). Ugyanebből a gyűjteményből a trachit-látit kőzettípusú csiszolt kőeszközök és a Duna kisalföldi pleisztocén teraszában előforduló nagy kötömbök azonosságát sikerült bizonyítani (FRIEDEL, 2008). Szintén jelentős eredménynek tekinthető az Ebenhöch-gyűjteményben előforduló andezitbalták forrásterületének (Közép-Szlovákiai-Vulkáni-hegység vagy a Börzsöny) valószínűsítése (FRIEDEL et al., 2008).

A Laczkó Dezső Múzeumhoz tartozó Mihálydy-gyűjteményt régészeti szempontból HORVÁTH (1999) dolgozta fel, emellett részletes archeometriai kutatásokat is végeztek a kőeszközökön (SZAKMÁNY et al., 2001, FÜRI et al., 2004).

A lengyeli kultúrához sorolható, Lengyel, Mórág és Zengővárkony lelőhelyekről előkerült kőeszközök tipológizálását ZALAI-GAÁL (1991, 1999) végezte el, továbbá azok technológiai és etnoarcheológiai vizsgálata is megtörtént (ANTONI, 1990). Az ugyancsak lengyeli kultúrához sorolható aszói csiszolt kőeszköz készítő műhely részletes leírása T. BIRÓ, (1992, 1998a) nevéhez köthető. Ugyanennek a leletegyüttesnek a petroarcheológiai feldolgozása is sorra került (JUDIK et al., 1999, 2001).

Baranya és Tolna megyei múzeumok kőeszköz anyagát kutatva, sikerült a tefrit, fonotefrit kőzettípust, mint lokális nyersanyagot azonosítani (SCHLÉDER & T. BIRÓ, 1999; T. BIRÓ et al., 2003) és a fonolit őskori kitermelőhelyét a mecseki Szamár-hegyen megtalálni (T. BIRÓ et al., 2001).

A 2000-es évek elején a kékpala nyersanyagok vizsgálatára irányult (ORAVECZ & JÓZSA, 2004, 2005; JÓZSA et al., 2001; SZAKMÁNY & KASZTOVSZKY, 2004).

Megfigyelték, hogy Magyarország északkeleti régiójában koncentrálódik és csökkenő trendet mutat a déli és a nyugati régiók felé (ORAVECZ & JÓZSA, 2004, 2005; JÓZSA et al., 2001). A nyersanyag regionális elterjedését szem előtt tartva, forrásterületként a Dél-Szlovákiát határozták meg (JÓZSA et al., 2001).

SZAKMÁNY et al., (2008) és PÉTERDI (2011) a csiszolt kőeszközökön kívül az addig "mostohagyerekként" kezelt szerszámkövek archeometriájában is jelentős eredményeket ér el. FARKAS (2013) doktori disszertációjában egy későbbi korszak, a vatyai bronzkori kultúra kőeszközeinek archeometriai vizsgálatát végezte el.

Hódmezővásárhely-Gorzsa Tisza-kultúra kőeszközeinek részletes feldolgozása nemzetközi együttműködés keretében a mai napig is tart. A kőeszközök származása széles kereskedelmi kapcsolatokat jelez a késő neolitikum folyamán (SZAKMÁNY et al., 2008, 2009, 2011a, STARNINI et al., 2015.)

A Diósvizsló környéki szántóföldekről előkerült dunántúli vonaldíszes kultúráshoz tartozó Korinek-gyűjtemény teljes feldolgozását OLÁH et al. (2013) végezte el.

A Herman Ottó Múzeum gyűjtőterületéhez tartozó Mezőkövesd Mocsolyás lelőhelyről 36 db AVK kultúrájú csiszolt kőeszköz került elő, melyeket makroszkóposan T. BIRÓ (2014) vizsgált és számost zöldpala/amfibolit nyersanyagú kőbaltát azonosított.

A neolitikumban népszerű hornfels nyersanyagok forrásterülete sokáig ismeretlen volt. SZAKMÁNY et al. (2016) terepbejárást végzett a Ruszka-havasokban valamint az Erdélyi-Középhegység déli részén (Románia) és terepi mintákat gyűjtött nagy mennyiségben. A begyűjtött kőzetek jó egyezést mutattak az addig Magyarországon vizsgált hornfels kőeszközök ásványi komponenseivel és kőzetkémiai adataival (SZAKMÁNY et al., 2016).

BENDŐ et al. (2019) a magyarországi régészeti lelőhelyű nagynyomású metaofiolit nyersanyagú kőeszközök részletes ásvány- és kőzetkémiai vizsgálatát folytatott, azok lehetséges forrásterületeit VÁCZI et al. (2017, 2019) pontosította. PÉTERDI et al. (2014) a szintén különleges nyersanyag típusnak, a nefritnek a magyarországi típusait foglalta össze.

Az archeometria hajnalán alkalmazott makroszkópos és petrográfiai mikroszkópos vizsgálatok, még sokszor csak előzetes eredményeknek bizonyultak, lévén, hogy nagyon kevés ismeretanyag állt rendelkezésre a magyarországi kőeszközök nyersanyagairól. Idővel az egyre bővülő műszeres vizsgálatok elvégzésével az ismeretek egyre bővültek. Ehhez hozzájárult az IGCP-442-es négyéves nemzetközi projekt is (témavezető: Dusán Hovorka), amely a kőeszközök vizsgálatával jelentősen fellendítette térségünkben az egykori régészeti kapcsolatok felismerését, beleértve a regionális és távolsági nyersanyagok azonosítási lehetőségeit.

Az elmúlt 30 évben egyre nagyobb hangsúly helyeződött a régészeti leletek roncsolásmentes nagyműszeres vizsgálatára, melyek egyre szélesebb körben terjedtek el. Az alkalmazott roncsolásmentes vizsgálatok (pl.: „eredeti felszín módszere” EDS/SEM, XRD, PGAA) a minták sérülése nélkül reprezentatív eredményeket produkálnak és egyre bővülő adatbázist eredményeznek nemcsak kőeszközök esetében, hanem más régészeti leleteknél is.

Magyarországon jelenleg is folyamatban vannak aktív petroarcheológiai, archeometriai vizsgálatok, melyek nagyműszeres vizsgálatokkal kutatják különböző régészeti lelőhelyek, eszköztípusok és kőzettípusok előfordulásait és lehetséges forrásterületeit, továbbá feltárják ezen adatok kronológiai összefüggéseit is. Az elmúlt 30 évben gyakorlatilag a teljes ismeretlenségből indulva nagyon sok új eredmény született a csiszolt kőeszközök felhasznált nyersanyagait tekintve. Igen jelentős annak a felismerése, hogy a Kárpát medencébe nem csak helyi és regionális, hanem távolsági nyersanyagokból készült kőeszközök is jelentős számban eljutottak a neolitikumban (pl. kontakt metabázit, nefrit, nagynyomású metamorfitok). A metabázitok tekintetében a legelső munkák még összefoglaló néven, zöldpalának nevezték a zöld színárnyalatú palás kőzeteket, amelyek esetében a kutatások egyre inkább ezeknek a

kőzeteknek a változatosságát bizonyították be, ahogy az a dolgozatomban is kiderül. A folyamatosan új eredményekkel gazdagodó archeometriai adatbázis megkönnyíti a petroarcheológiai kutatást, illetve a kapott eredmények értelmezését.

III. ÁLTALÁNOS VIZSGÁLATOK

III.1. Általános vizsgálatok

A régészeti leleteken elsőként makroszkópos és mikroszkópos megfigyelések történtek. A mikroszkópos vizsgálatokhoz Zeiss Stemi DV4 sztereomikroszkópot használtam. Az eszközöket szín, szövet és szemcseméret alapján csoportosítottam, így előzetesen elsődleges közettípusokba sorolva azokat. Mivel a köeszközök nagyrésze ép, törekedtem a roncsolásmentes vizsgálatok elvégzésére.

Kiegészítő vizsgálatként mágneses szuszceptibilitás (MS) mérést végeztem az összes csiszolt köeszközön KT-5 Kappaméterrel (KERESKÉNYI et al., 2015a, 2015b.). A műszer 10kHz frekvencián működő $1 \cdot 10^{-5}$ SI érzékenységgű. A valós MS értékek kiszámításának érdekében vastagsági korrekciót alkalmaztam (BRADÁK et al., 2005, 2009; SZAKMÁNY et al., 2011a). A vizsgálat a köeszközben előforduló mágnesezhető ásványokra ad iránymutatást, mely az elsődleges közettípusokba való sorolást segíti, kiegészítve a makro- és mikroszkópos vizsgálatot.

A roncsolásmentes röntgendiffrakció (XRD) elemzések Bruker D8 Advance röntgen diffraktométerrel történtek. Mérési paraméterek: $\text{CuK}\alpha$ sugárzás (40 kV gyorsítófeszültség, 40 mA csőáram) párhuzamos nyaláb geometria (Göbel tükör), Vantec1 helyzetérzékeny detektor (5° nyílás) 0,1 mm nyalábszűkítő rés. Az eszközök mintasíkba való centrálása mikrométeres csavarral ellátott mikroszkóp állvány segítségével történt. A mérni kívánt területre 10x5 mm-es, 0,05 mm vastagságú alufólia (Al) szelet került az esetleges mintasík hiba felismerésére és korrigálására. Az alufólia abszorpcióját és a mintacentrálás mintasík pozícióra való érzékenységet az NIST 1976a korund standard segítségével KRISTÁLY (2014) tesztelte és az megfelelőnek minősült. Észleltem és rögzítettem a 17° (2 Theta)-nál megjelenő, a Vantec 5° -os nyílásszögéből származó másodlagos csúcs megjelenését. Ennek a csúcsnak a pozíciója állandó, és 1° -os detektor nyílásszögnél nem jelenik meg, így ez az Al (111) rácssíkseregéhez tartozó „parazita” csúcs. A mérések után a kristályos fázisok azonosítását a Bruker DiffracPlus EVA és a CrystalImpact Match! szoftverekkel végeztem, az ICDD PDF2 és a COD (Crystallography Open Database) adatbázis alapján, Search/Match algoritmus használatával. A kiemelt fontosságú mintákon Rietveld illesztés történt TOPAS4 szoftverrel (KRISTÁLY & KERESKÉNYI, 2016). Az XRD elemzéseket Kristály Ferencsel végeztem a Miskolci Egyetem Ásvány- és Kőzettani Tanszékén.

Elektron-mikroszondás (EDS/SEM) vizsgálatok készültek eredeti felszín módszerrel azon kőbaltákon, melyek épek voltak és kis méretük folytán az elektron-mikroszkóp mintakamrájába befértek (BENDŐ et al., 2013) Ezzel a módszerrel mért köeszközökben az ásványok kémiai zónássága nem mindig figyelhető meg, mert az egyes zónák közti kis árnyalatkülönbségeket elfedi a morfológiából származó kontrasztkülönbség. A sérült köeszközökből régészeti engedéllyel felületi csiszolatok készültek, melyeken ugyancsak EDS/SEM vizsgálatokat végeztünk. Az elektron-mikroszondás vizsgálatok JEOL JXA 8600 Superprobe mikroszondával, 20 kV gyorsítófeszültséggel és 20 nA mintaárammal történtek. A mérési pont átmérője 1-5 μm , míg a csillámok defókuszált nyalábbal lettek mérve. Az EDS/SEM méréseket Fehér Bélával együtt végeztem a Miskolci Egyetem Ásvány- és Kőzettani Tanszékén.

Az amfibolok szerkezeti képletének számításához LOCOCK (2014) ACES 2 Excel munkalapját használtam, amellyel az átmeneti fémek (Fe, Mn) eltérő vegyértékű ionjainak arányát is becsülni lehetett.

Az ásványok elnevezése a jelenleg érvényes IMA nevezéktani szabályokat követi.

Roncsolásmentes kőzetkémiai analízist prompt-gamma aktivációs eljárással (PGAA) a Budapesti Neutron Centrumban 61 db kőeszközön mértük. 24 mm² vagy 44 mm² felületre kollimált, $1,2 \cdot 10^8 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ termális ekvivalens neutronfluxusú neutronnyalábbal 1200 s és 3000 s-ig történt a besugárzás. A detektálást Canberra HPGe-BGO detektorrendszerrel Kasztovszky Zsolt, Szilágyi Veronika és Harsányi Ildikó végezték, a spektrumot Hypermet Pc szoftverrel értékelték ki (SZENTMIKLÓSI et al., 2010, RÉVAY, 2009). A csúcsazonosítás és a kvantitatív elemzések a k_0 módszerrel történt (RÉVAY, 2009). A PGAA módszerrel roncsolásmentesen mérhető a főelemek és néhány nyomelem koncentrációja (B, Cl, Sc, V, (Cr, Co), Nd, Sm, Gd) (KASZTOVSZKY et al., 2008, SZAKMÁNY & KASZTOVSZKY 2004, SZAKMÁNY et al., 2011b).

Egy minta (D19 jelű) kőzetkémiai elemzése Rigaku gyártmányú Supermini 200 típusú, WDXRF (Hullámhossz Diszperzív Röntgen Fluoreszcens) mérőberendezéssel történt. A mérés 200W-os Pd (palládium) katóddal szerelt röntgencsővel; 50 KV-os gyorsítófeszültséggel és 4,0 mA-es áramerősséggel és 1,2-1,6 Pa (vakum) nyomáson kvantitatív (kalibrált) módszerrel, ZSX vezérlő programmal lett végezve. A mérés során a statisztikai hibák csökkentése érdekében a csúcsok előtti és utáni háttérrel 60-60s-ig, míg magát a csúcspozíciót 120 vagy 180s-ig lettek mérve. A mérést Móricz Ferenc végezte a Miskolci Egyetem Ásvány- és Kőzettani Tanszékén. A kékpala, kontakt metabázit és zöldpala kőzettípusú kőeszközök termobarometriai modellezéséhez DOMINO/THERIAK programcsomagot (DE CAPITANI, 1994) használtam. A rendszer egy tetszőleges P_0 - T_0 pont megadásával egyensúlyi ásványparagenezist számít, adott teljes kőzet kémiai összetétel alapján. A használt termobarometriai adatbázist (BERMAN, 1988), a kékpalak modellezéséhez glaukofán-ferroglaukofán szélső tagok adataival egészítettem ki a tc-ds61 adatbázisból (HOLLAND & POWELL, 2011). Kontakt metabázit típusú kőeszközök modellezéséhez a cummingtonit-grünerit szélső tagok adatait a tcdb55c2d adatbázisból illesztettem be (HOLLAND & POWELL, 1998) a fent említett adatbázisba (BERMAN, 1988). Bemeneti adatként (Therin) a kőzetben lévő elemek molekuláris részarányát vittem be a programba. Ezeket az adatokat a kőzetalkotó ásványok kémiai elemzéséből, illetve az ásványok kőzetben becsült térfogatszázalék részarányából határoztam meg. Az ásványkémiai elemzésből kapott adatokat a kőzetkémiai adatokhoz viszonyítottam és $r^2 = 0,95$ korrelációs érték felett fogadtam el. A kapott mólarányok mellett megfelelő mennyiségű fluidum hozzáadására volt szükség.

A modellezés két lépcsőben történt. THERIAK alprogramban a bevitt mól arányok mellett, megadtam a megfelelő nyomás és hőmérséklet értékeket, míg az outputban (OUT) megkaptam az adott értékeknél egyensúlyban lévő ásványparagenezist. DOMINO-ban hőmérséklet és nyomás intervallumok megadásával megjelenítettem azt a P-T ablakot, ahol a bevitt kémiai összetétel mellett az ásványok egyensúlyban vannak.

Az amfibolit és néhány kontakt metabázit kőeszköz termobarometriai modellezésénél egy a Ca-amfibolokra kidolgozott termobarometriai eljárást alkalmaztam a maximum P-T értékek becslésére (GERYA et al., 1997), mivel a Ca-amfibol gyakori és fő kőzetalkotó ezekben a kőzettípusokban. A módszert Fe³⁺-ra módosította ZENK & SCHULZ (2004). Az amfibolok

képletét javaslatukra a 13CNK módszert alkalmazva számítottam ki az ACES 2 Excel-táblázatot használva (LOCOCK, 2014). Az alkalmazott termobarometriai modellezés abszolút hibahatára $\pm 1,2$ kbar és ± 37 °C. A termobarometriai modellezést M. Tóth Tivadar segítségével végeztem.

A dolgozatban a fejezetek tárgyalása köztípusonként jelenik meg. A metamorf köztípusok besorolása az elért legmagasabb metamorf fácies alapján történt.

III.2. Módszertani lépések metabázitok meghatározásához

A fő metabázit csoportokra (kékpala, amfibolit, kontakt metabázit és zöldpala) archeometriai módszertani vizsgálatára vonatkozó lépéseket a **III/1. ábrán** mutatom be. Az elemzési fázisok 5 lépcsőre tagolódnak.

Az archeometriai vizsgálatoknál első lépés a makroszkópos megfigyelés. A metabázitok változatos színösszetételt mutatnak a zöld, kék, fekete, szürke, barna és azok színárnyalatai között. Zöld szín esetén amfibolit [AMF], zöldpala [ZP] és kékpala [KP] köztípusok kerülnek megfontolásra. Kék színű metabázitoknál kékpala [KP] és amfibolit [AMF] köztípusok jöhetnek számításba. Kékesfekete és fekete színárnyalatnál az előbb felsorolt két köztípus ([KP], [AMF]) mellett a kontakt metabázit [KM] is ide tagolódik. Szürke szín esetén amfibolit [AMF] és kontakt metabázit [KM] köztípusokra kerülhet a besorolás. Szürkészöld színű metabázitoknál mind a négy fő típussal számolni kell. Kontakt metabázitoknál [KM] barna szín is előfordul. Az első vizsgálati lépéshez kapcsolódik a szöveti megfigyelés is. Szemcseméretüket tekintve finomszemcsések, foliált és nem-foliált metabázitok egyaránt előfordulhatnak. A foliált metabázit kategóriában az összes általam vizsgált metabázit típus előfordul. Míg a nem-foliált köeszközök esetén az amfibolit [AMF], kékpala [KP] és kontakt metabázit [KM] litológiai típus kerül megfontolásra.

A makroszkópos elemzés kiegészítő vizsgálata a mágneses szuszceptibilitás mérése, mely során a köeszköz mágnesezhetősége mérhető. Ezen vizsgálatok elvégzése alapján végezhető egy elsőleges, „durva” közelítés a litológiai csoportokra vonatkozóan.

Harmadik lépésnek jelöltem a módszertani vizsgálatok leírásánál a roncsolásmentes XRD vizsgálatot. A mérés alapján viszonylag gyorsan és roncsolásmentesen kapunk eredményt a kőzetalkotó ásványokról. Az általam vizsgált köeszközegyüttesnél a nagy mennyiségben jelen lévő kőzetalkotó amfibolokra és plagioklászokra fókuszáltam, mert kimutatásukkal sok esetben már végleges köztípus is meghatározásra kerül (KRISTÁLY & KERESKÉNYI 2016). A hornblende nagy mennyiségben való jelenléte esetén amfibolitot [AMF] vagy kontakt metabázitot [KM] jelez az adott ásvány, ha a mellette kimutatott plagioklász intermedier összetételű. Ha a minta cummingtonitot tartalmaz jelentős mennyiségben, a vizsgált köztípus kontakt metabázitot [KM] valószínűsít (PŘYCHISTAL, 2013), a plagioklász itt is intermedier vagy bázisos összetételű. Kékpalák [KP], melyek tömegesen tartalmaznak glaukofánt, ferroglaufokfánt a vizsgálatok alapján rutin beállításokkal, az elsőleges találat az adatbázisból a glaukofán/ferroglaufokfán (KRISTÁLY & KERESKÉNYI 2016), a kimutatásra kerülő plagioklász albit. Zöldpalák [ZP] vizsgálata esetén a nagy mennyiségű aktinolit jelenléte utalhat erre a köztípusra, a kísérő plagioklász az albit, melyet az XRD kiértékelés rutin beállításokkal jelez. Amfibolitok [AMF] és kontakt metabázitok [KM] is tartalmazhatnak számottevő mennyiségű aktinolitot, ám ezeknél a köztípusoknál a plagioklász intermedier vagy kalciumosabb összetételű. A kis mennyiségű albit nem feltétlenül mutatható ki az XRD-vel.

Ásványfázisok képződési helyzete és sorrendje azonban nem meghatározható röntgen-diffrakciós elemzéssel. Az egzakt választ az EDS/SEM vizsgálat adja meg a köeszköz közötti típusára vonatkozóan.

A fő litológiai típusok tisztázására a roncsolásmentes PGAA eljárás nyújt segítséget az archeometriai vizsgálatok során.

ARCHEOMETRIAI VIZSGÁLATI LÉPÉSEK METABÁZITOKRA

	MAKROSZKÓPOS VIZSGÁLAT															
1.	SZÍN										SZÖVET					
	ZÖLD	KÉK	KÉKESFEKETE	FEKETE	SZÜRKE	SZÜRKÉSZÖLD	BARNA				FINOMSZEMCSÉS					
	[AMF]	[ZP]	[KP]	[AMF]	[KP]	[KM]	[AMF]	[KP]	[KM]	[AMF]	[KM]	[ZP]	[AMF]	[KM]		
2.	MÁGNESES SZUSZCEPTIBILITÁS															
3.	XRD VIZSGÁLAT															
	HORNBLÉNDE			CUMMINGTONIT/ANTOFILLIT					GLAUKOFÁN			AKTINOLIT		AKTINOLIT+ALBIT		
		[AMF]	[KM]				[KM]			[KP]		[ZP]	[AMF]		[ZP]	
4.	EDS/SEM															
	[AMF]			[KM]			[KP]			[ZP]						
5.	PGAA															

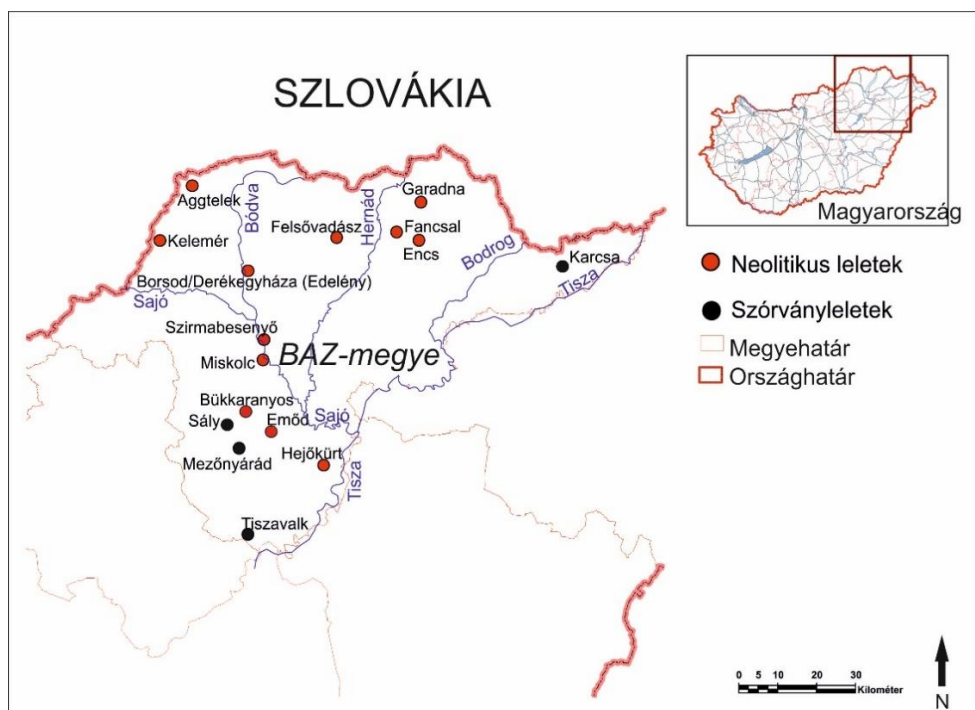
III/1. ábra: A metabázitok archeometriai vizsgálatának módszertani lépései.

IV. KÉKPALA

A kékpala az egyik legkülönlegesebb nyersanyag, amelyből a neolitikum embere a csiszolt kőeszközöket készítette. (ORAVECZ & JÓZSA 2005). Az ebből készült vésők és balták csak kis mennyiségben fordulnak elő Közép-Európában. A magyarországi múzeumok régészeti gyűjteményét archeometriai szempontból átvizsgálva, kékpala csiszolt kőeszközök csak az észak-magyarországi régióból, Felsővadász-Várdomb településről kerültek leírásra (SZAKMÁNY & KASZTOVSZKY 2004, ORAVECZ & JÓZSA 2005), mely a Herman Ottó Múzeum gyűjtőterületéhez tartozik. A régészeti gyűjtemény jelentős részét kékpala csiszolt kőeszközök adják. A régészeti lelőhelyeket **IV/1. ábrán** tüntettem fel.

A kékpala kőeszközök gyakorisága az észak-magyarországi régióban közeli forrásterületre utal. HOVORKA et al. (2000) elkészítették a kékpala közép-európai geológiai előfordulásainak térképét (**IV/2. ábra**). A szlovák kibukkanások mellett a Nyugati-Szudétákban (a csehországi- és lengyelországi oldalon egyaránt) és a Rohonci-egységben ugyancsak megtalálható ez a kőzettípus. Szórványosan kékpala kavicsokat írtak le a Křižna-takaróból, az Orava-folyó völgyéből és a Dobsinai-jégbarlang közelében lévő felső-kréta(?) konglomerátumból (HOVORKA & SOJÁK, 1997). A kékpala ugyancsak gyakori kőzettípus a Nyugati-Alpokban, viszont a csiszolt kékpala kőeszközök koncentrált elterjedése az észak-magyarországi régióban regionális forrásterületet indokol.

A Borsod-Derékegyháza (Edelény), a keleméri Felsővadász-Várdomb lelőhelyű kőeszközök alaposan feltárt régészeti lelőhelyekről származnak és a középső neolitikus bükki kultúrához tartoznak (KALICZ & MAKKAY, 1977, L. WOLF & SIMÁN, 1982). Garadna elkerülő út 2. és Encs-Kelecsény lelőhelyű kőeszköz töredékek szintén középső neolitikusak, a tiszadobi és a bükki kultúrák átmenetét képviselik. Az Emődről és a Fancsal lelőhelyekről megismert leletek az előkerült kerámia anyag alapján AVK (Alföldi Vonaldíszes Kerámia kultúra), AVK2 vagy Tiszadob, Tiszadob-Bükk, Bükk B időszakhoz kapcsolódhat. A görömbölyi kőbalta töredék Szilmeg, késő AVK-Tiszadob-Bükk kultúrákhoz köthető (KALICZ & MAKKAY, 1977). A Baradla-barlangból származó laposvéső Tiszadob, Tiszadob-Bükk, Bükk AB, Bükk B jellegzetességeket mutató kontextusból ismert. Szirmabesenyő vagy környéke lelőhelyről származó két kőeszköz a Bükk B időszakhoz kapcsolódik. A Hejőkürt-Lidl lelőhelyű kőeszköz töredék a korai tiszadobi kultúrához köthető. A szintén régészeti feltárásból ismert Mezőnyárad; Sály, Vizfő és Töviskes illetve Karcsa, Béka-homok I. lelőhelyű kőeszközök szintén neolitikusak, azonban kultúra/fázis besorolásukat tekintve közöletlenek. Más eszközök szórványleletek (CSENGERI, 2013) (**IV. melléklet/1. táblázat**) (**IV/1. ábra**).



IV/1. ábra: Kékpala kőeszközök régészeti lelőhelyei.

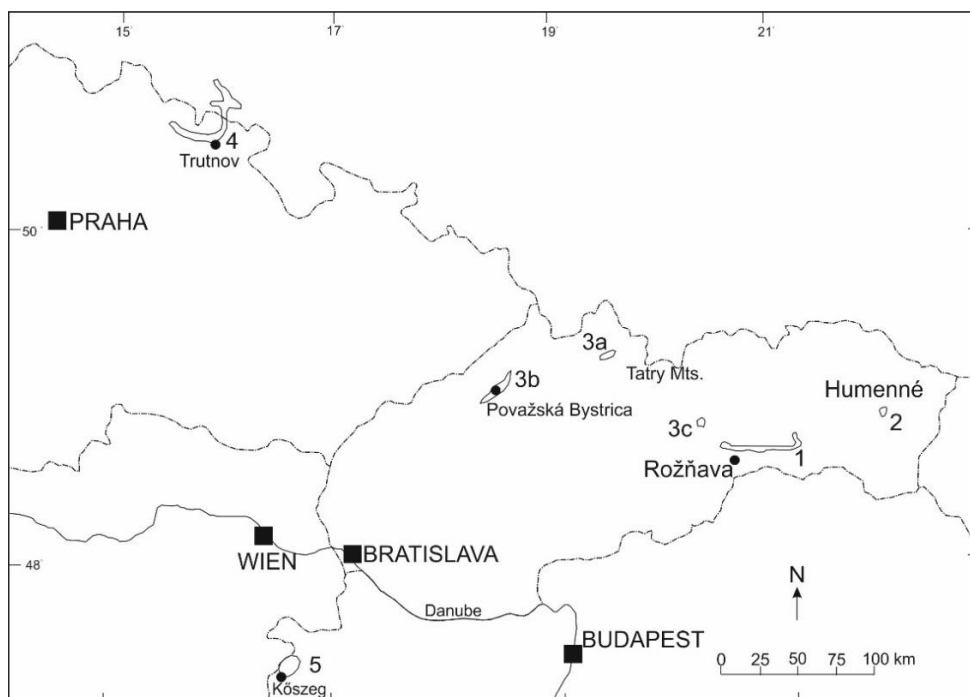
IV.1. Makroszkópos megfigyelések

Makroszkóposan vizsgálva a kőeszközök finomszemcsések, kékesfekete, kékeszöld, zöld, szürkészöld színűek. Uralkodóan masszív megjelenésűek, általában nem foliáltak, bár néhány eszközön határozott foliáció tapasztalható (IV/5. A, 6. C, E ábrák).

Régészeti tipológiájukat tekintve főleg laposvésők vagy azok töredékei (IV/5. A, C, E, 6. A, C, E, 7. A, C, F ábrák), a B18 mintaszámú kőeszköz nyelv alakú, míg a B37 mintajelű kőeszköz kaptafa alakú kőbalta. A D23 jelű félkész, csiszolatlan állapotú (IV/8. C ábra).

Legtöbbjük ép, de mindegyiken felfedezhetők használati nyomok. 3-12 cm hosszúak, 1,5-5,5 cm szélesek és 0,4-5 cm vastagok.

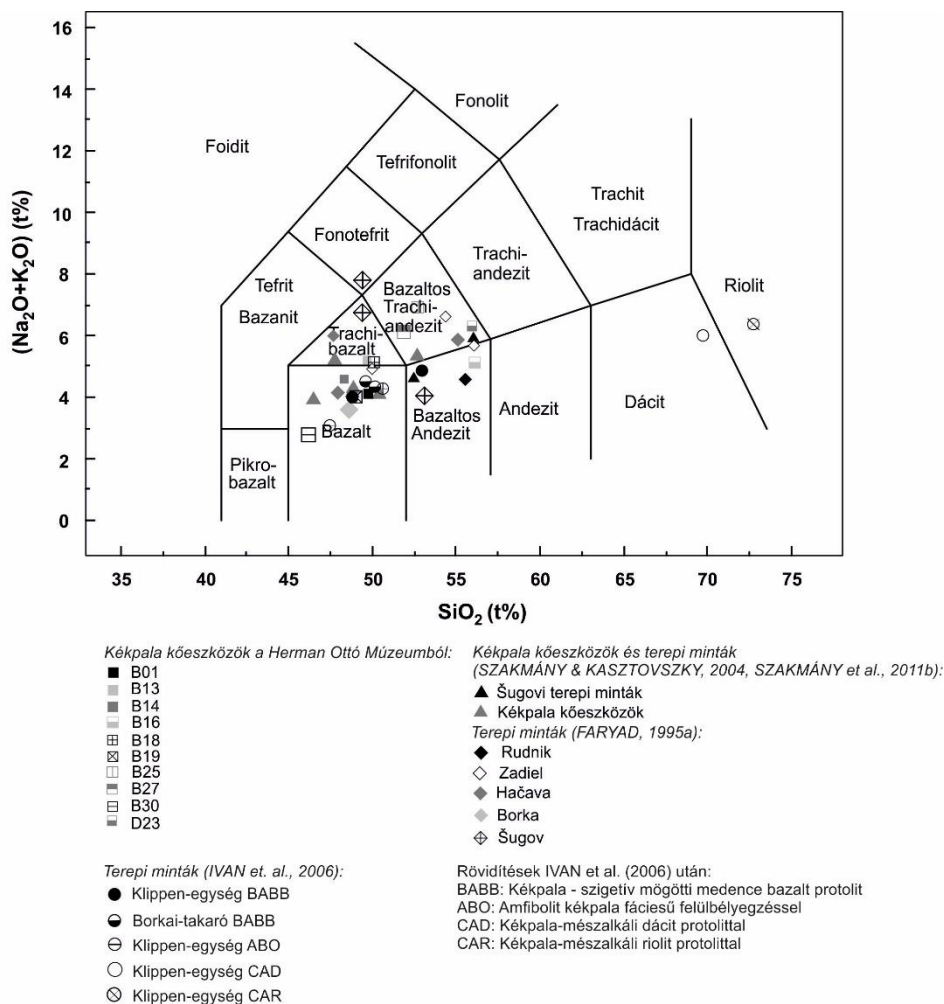
Öt kőbalta felszínén 1-3 mm-es határozott kontúrú, zöld, kerekded foltok figyelhetők meg a sötét mátrixban (IV/5. C, E, 6. A ábrák). 11 kőbaltán ezek a foltok már elmosódottak és a foliáció irányában megnyúltak (IV/5. A, 6. E, 7. A, F ábrák). A kékpala kőeszközök nagy részét vizsgálva masszív és homogén megjelenés tapasztalható, melyeken semmilyen egyedi jegy nem volt felfedezhető. Két kisméretű, egyforma megjelenésű laposvéső (B23, B32) teljesen elkülönül a többi kékpala kőeszköztől. Zöld színűek, szövetük fibroblasztos, méretük is közel azonos (hosszúságuk 5 cm, szélességük 0,5 és 0,7 cm, vastagságuk 1,5 és 2 cm).



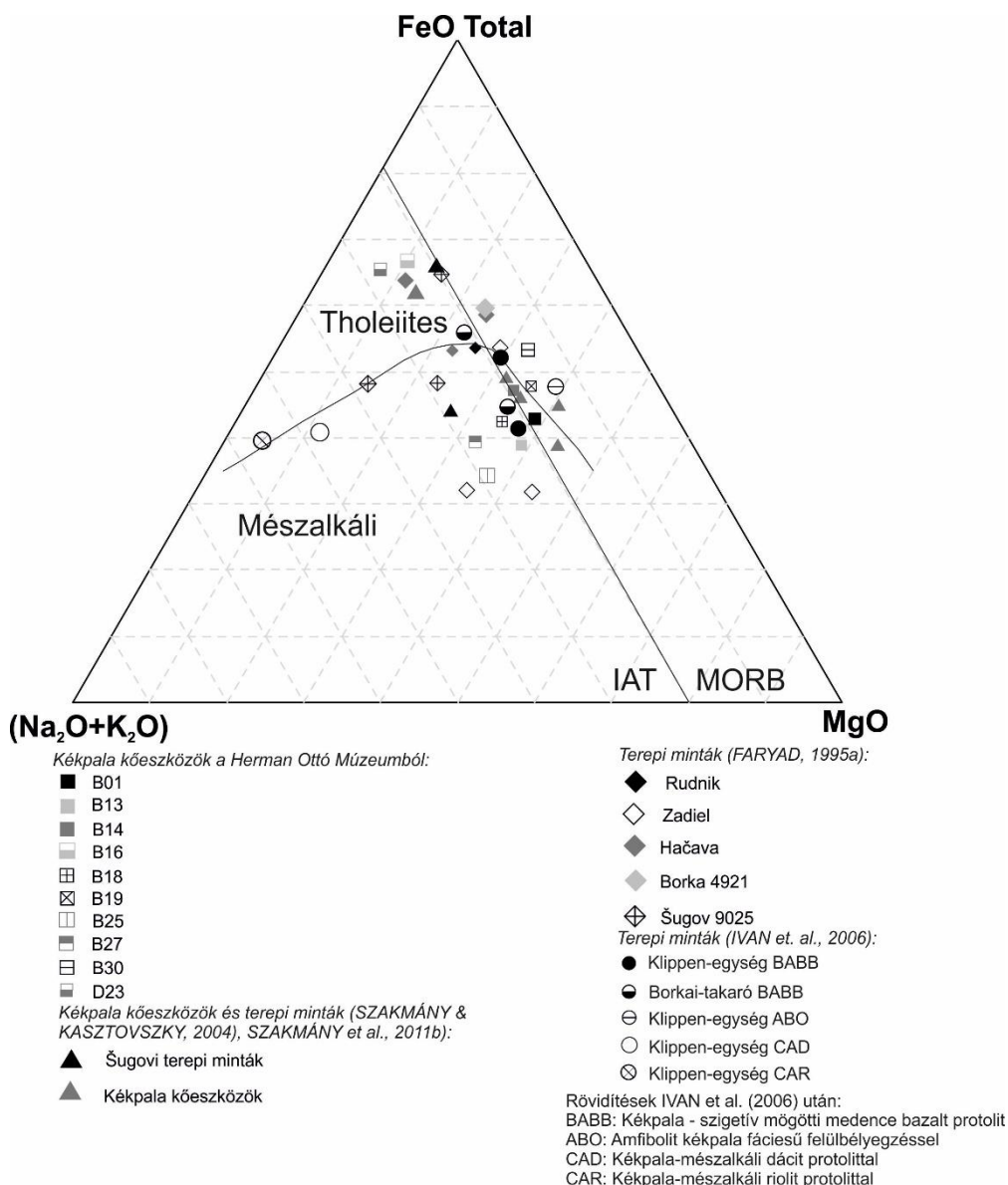
IV/2. ábra: Kékpala lelőhelyek Közép Európában (HOVORKA et al., 2000 után módosítva) (Rövidítések: 1: Mellétei-egység, 2: kékpala kavicsok alsó-kréta konglomerátumból, 3a: kékpala kavicsok az Orava-folyó völgyéből paleogén konglomerátumból, 3b: kékpala kavicsok kréta konglomerátumból a Piennini-szirtövből, 3c: kékpala kavicsok felső-kréta konglomerátumból a Dobšínai-jégbarlangból, 4: Nyugati-Szudéták kékpala előfordulásai, 5: Rohonci-ablak).

IV.2. Kőzetkémia

PGAA vizsgálatlalt elemzett kékpala kőeszközök kőzetkémiai adatait a **IV. melléklet/2 táblázatban** mutatom be. Az eszközöket tipikusan alacsony SiO_2 tartalom jellemzi 44,03-50,92 t%-ig, kivéve a B16 és D23 mintákat, melyben az SiO_2 55,10-56,19 t%. A többi komponens mennyisége TiO_2 1,66-2,30 t%, Al_2O_3 12,37-16,67 t%, Fe_2O_3 9,26-15,53 t%, MnO 0,10-0,93 t%, MgO 1,99-9,58 t% CaO 2,63-11,58 t%, Na_2O 2,58-4,96 t%, K_2O 0,10-2,10 t%. A B16 és D23 gránát-tartalmú minták kőzetkémiai összetételükben eltérnek a többi elemzett kőeszköztől. A SiO_2 - és a Fe_2O_3 -tartalom ezekben a mintában a legmagasabb: a SiO_2 : 55,10-56,19 t% (**IV/3. ábra**), és a Fe_2O_3 : 15,12-15,53 t%; míg az MgO tartalom a legkisebb 1,99-2,66 t%. Az AFM diagramon a vizsgált kőeszközök tholeiites és mészsalkáli jelleget egyaránt mutatnak (**IV/4. ábra**).



IV/3. ábra: Kékpala kőeszközök a Herman Ottó Múzeum gyűjteményéből és korábban vizsgált kékpala kőbalták, valamint kékpala terepi minták kőzetkémiai adatai (FARYAD, 1995a; SZAKMÁNY & KASZTOVSZKY, 2004; IVAN et al., 2006; SZAKMÁNY et al., 2011b.) a TAS diagramon (LE BAS et al., 1986 után) ábrázolva.



IV/4. ábra: Kékpala kőszeközök a Herman Ottó Múzeum gyűjteményéből és korábban vizsgált kékpala kőbalták, valamint kékpala terepi minták kőzetkémiai adatai (FARYAD, 1995a; SZAKMÁNY & KASZTOVSZKY, 2004; IVAN et al., 2006; SZAKMÁNY et al., 2011b.) az AFM diagramon (IRVINE & BARAGAR, 1971) ábrázolva.

IV.3. Petrográfia

A kékpalak ásványi összetevőit a **IV. melléklet/3. táblázatban** mutatom be. A glaukofán nematoblasztos megjelenésű, minden baltában jelen van jelentős mennyiségben. Kivételt jelentenek a C07 és a D14 jelű minták, melyekben alárendelten kb. 10 %-ban, került a glaukofán kimutatásra. A kékamfibolok zónásak és gyakran a foliációra párhuzamosan orintáltak (**IV/5. B, D ábrák**).

Winchit jellemzően a glaukofánok szegélyén jelenik meg a B01, B02, B14, B15, B26 és D14 (IV/5. D) mintákban. A B02 jelű kőeszközben a ferriwinchit is kimutatásra került a glaukofán szegélyéről.

A B01, B06 és B13 és D14 mintákból glaukofán szegélyén képződött a magneziohornblende (IV/5. F, 6. B ábrák), mely a B13 mintában reliktszöveti helyzetben jelenik meg (IV/6. B ábra).

A B01, B02, B06 és B26 mintákból a jellemzően 10 µm méretű aktinolit került kimutatásra, ugyancsak kékamfibol szegélyéről (IV/5. D, F ábrák).

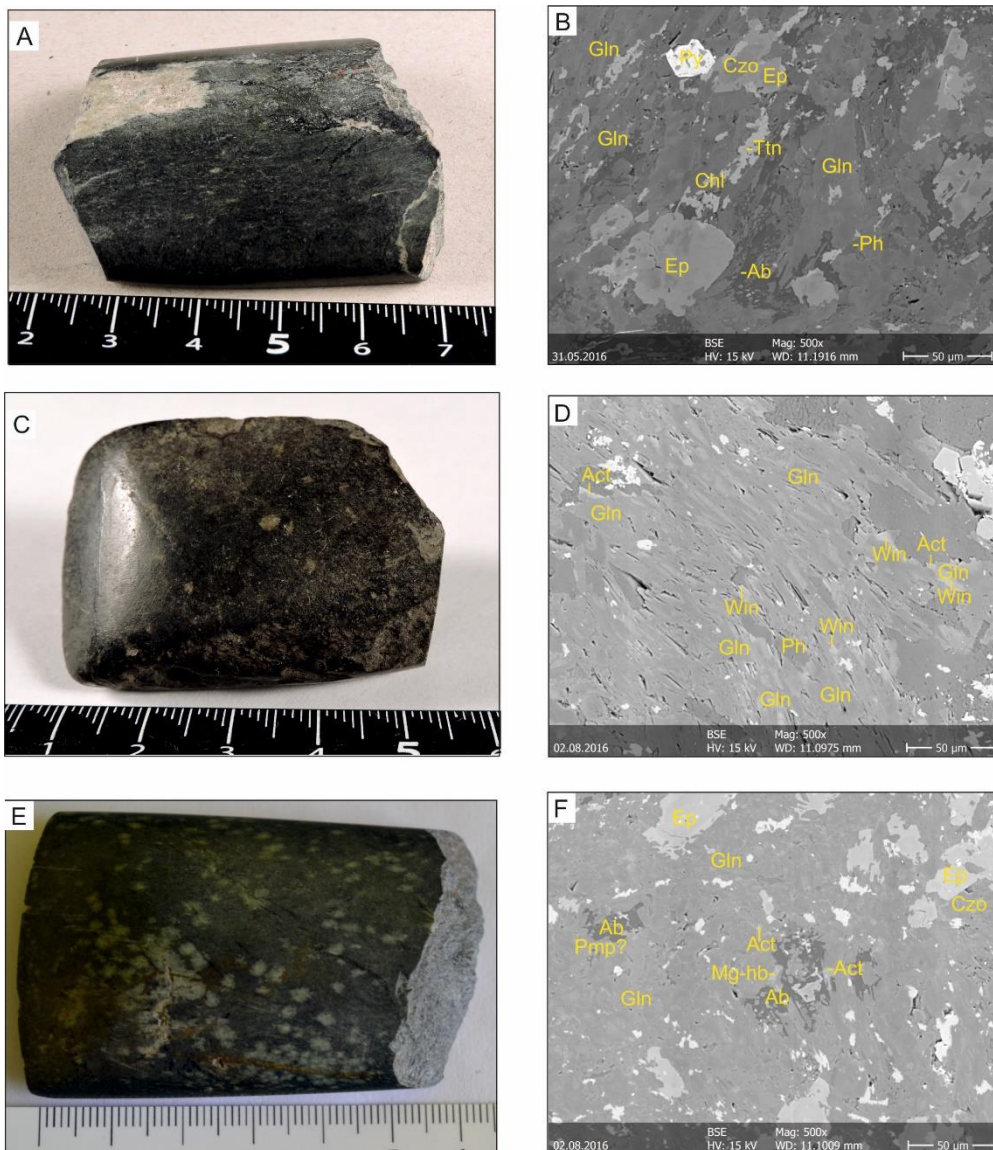
Hat kékpala kőbaltában különböző piroxénfajok tanulmányozhatók. Augit hipidio- és xenoblasztként jelenik meg 0,3-0,5 mm hosszúságban a B07 mintában. Egirinaugit augit szegélyén fordul elő ugyancsak a B07 mintában (IV/6 D ábra). A B14 kőbaltában az augit teljesen egirinaugittá alakult át és titanit zárványokat tartalmaz (IV/6. F ábra). A B15 jelű mintában az egirinaugit xenoblasztokat alkot, vagy glaukofánban zárványként fordul elő. A C07 jelű kőeszközben az egirinaugit augit belsejében és omfacit szegélyén tanulmányozható. A D14 mintában az egirinaugit felemészteződött (IV/7. D ábra).

Omfacitot egirinaugit szegélyén figyeltem meg a B07 kőbaltában (IV/6. D ábra) A B14 és a C07 kőeszközökben az omfacit kloritosodása történik (IV/6. F, 7. G ábra). A B15 mintában omfacit helyettesíti az egirinaugitot (IV/7. B ábra).

Az albit helicites poikiloblasztokat alkotva tanulmányozható az összes kőeszközben nagy mennyiségben. Rendszerint zárványként glaukofánszemcséket tartalmaz, ám azok a kis szemcseméretük miatt (~2-5 µm) részletesen nem lettek vizsgálva.

Oligoklász a B26 mintából lett azonosítva glaukofán mellől; mérete kb. 10-50 µm.

A B08, B16, B18 és D23 jelű kőbaltákból nagy mennyiségben idioblasztos gránát került kimutatásra. A B08, B16 és B18 mintákban a gránátok tipikusan nem zónásak, a kristályok jelentős mennyiségű zárványt tartalmaznak: kvarcot, epidotot, klinozoisitet, kloritot, hematitot, fluorapatitot és cirkont. A B08 jelű kőeszközben a gránát mérete eléri a 0,7 mm-t (IV/8. B ábra). A D23 jelű kőeszközben vizsgált gránát zónás, zárványként biotitot, titanitot, epidotot és cirkont tartalmaz. A gránát mérete 230 µm (IV/8. D ábra).



IV/5. ábra: A-B: B19 jelű minta makroszkópos és BSE képe párhuzamosan orientált glaukofánokkal. C-D: B02 jelű kőeszköz makroszkópos és BSE képe, melyen a winchit a glaukofán szegélyén látható. E-F: B01 jelű kőeszköz makroszkópos és BSE képe, amelyen a magneziohornblende és aktinolit a glaukofán szegélyén jelenik meg.

eléri az 50 μm -t. A szintén Na-piroxén tartalmú D14 jelű kőbaltában a fengit mérete kb. 230 μm és epidot, valamint klintozoisit szegélyezi. (IV/7. E ábra). Fehér csillámokat azokból a kőeszközökből nem sikerült kimutatni, melyeket az eredeti felszín módszerrel elemeztem.

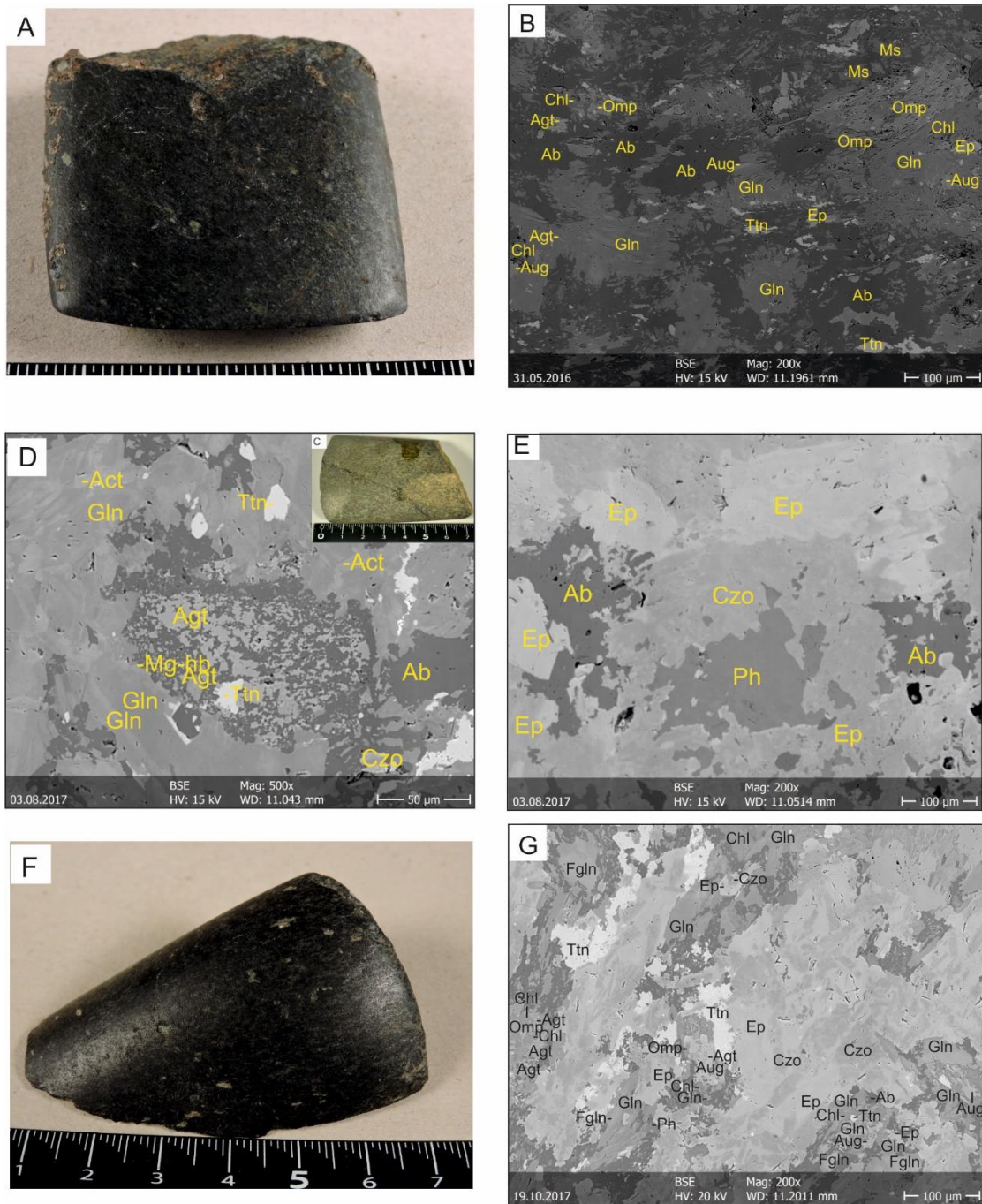
Biotit a D23 kőbaltából gránát zárványaként, valamint annak szegélyéről került leírásra (IV/8. D ábra). Továbbá ferroglaukofán szegélyén is előfordul a mintában.

A klorit az egyik legközönségesebb kőzetalkotó ásvány a vizsgált kékpala kőeszközökben, az EDS/SEM alapján alkotott 4-es csoport kivételével mindegyikből kimutatásra került, habár nem sikerült minden egyes mintában megfigyelni. Azon kőbaltákban melyek csak glaukofán amfibolt tartalmaznak (B19, B24, B26 minták), valamint a Ca-Na amfibolot tartalmazó kőeszközben (B06 minta), klorit a glaukofán szegélyéről került kimutatásra és klinoklornak lett meghatározva. A Na-piroxén tartalmú glaukofanit kőeszközökben klinoklor az egirinaugit és omfacit belsejében képződött (IV/6. F és 7. B ábrák). A Na-piroxént tartalmazó, de erős zöldpala hatást mutató kőeszközökben (C07, D14 minták) a klorit omfacit, egirinaugit, augit, glaukofán és aktinolit szegélyén jelenik meg (IV/7. E, G ábrák).

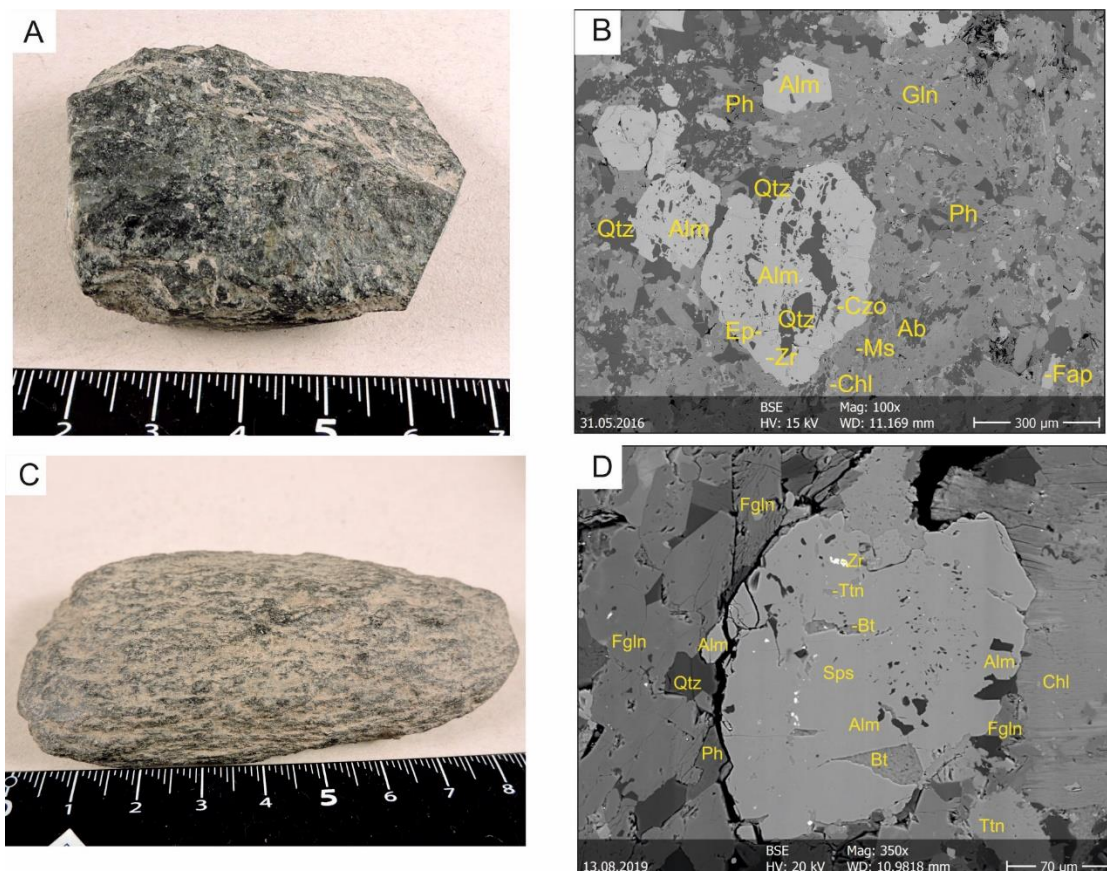
A titanit rendkívül gyakori akcesszória, minden vizsgált kőbaltában megjelenik. A B14 mintában a titanit xenoblasztokat alkot, mérete 0,1 mm (IV/6. D, F ábrák). A B08 mintában a titanit xenoblasztok 0,5 mm nagyságúak és muszkovitot, glaukofánt és fluorapatitot tartalmaznak zárványként.

Az ásványi összetevők alapján 6 fő csoportot alkottam:

1. csoport: glaukofánon kívül más amfibolt nem tartalmaz a kőzet (B19, B23, B24, B25, B38, B39, B40, B41, B42).
2. csoport: glaukofán/ferroglaukofán mellett más amfibolok is kimutatásra kerültek a kőeszközökből: winchit, ferriwinchit, magneziohornblende, aktinolit (B01, B02, B06, B28).
3. csoport: gránátot tartalmaz a minta (B08, B16, B18, D23).
4. csoport: egy kőeszköz került ide, melyből relikta augit került megismerésre (B13).
5. csoport: a kőeszköz a változatos amfibolokon kívül Na-piroxéneket is tartalmaz: egirinaugit, omfacit (B07, B14, B15).
6. csoport: két minta lett idesorolva, melyek alárendelten tartalmaznak kékamfibolt $\pm$ piroxént (C07, D14).



IV/7. ábra: A-B: B15 jelű minta makroszkópos és BSE képe a felemésztődött egirinaugittal. C-E: D14 jelű kőeszköz makroszkópos és BSE képe sok epidottal és klinozoisittal. F-G: C07 jelű kőeszköz makroszkópos és BSE képe sok epidottal és klinozoisittal.



IV/8. ábra: A-B: B08 jelű gránát-tartalmú minta makroszkópos és BSE képe, C-D: D23 jelű félkész gránát-tartalmú balta makroszkópos és BSE képe.

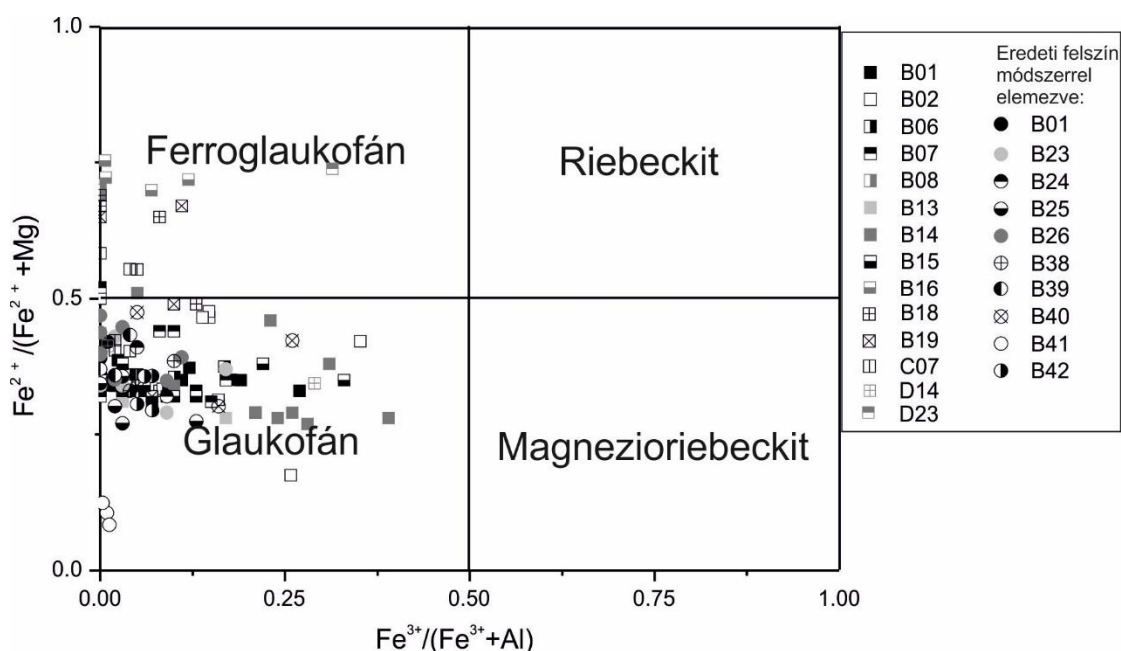
IV.4. Ásványkémia

IV.4.1. Amfibolok

Öt amfibolfajt különítettem el a kékpala köeszközökben. Négy esetben a glaukofánok magja vasdús és a ferroglaukofán ásványfajnak felel meg. A Na-amfibolok összetételét a $\text{Fe}^{3+}/(\text{Fe}^{3+}+\text{Al})$ — $\text{Fe}^{2+}/(\text{Fe}^{2+}+\text{Mg})$ kationarányt szemléltető diagramon mutatom be (**IV/9. ábra**), az elemzések a glaukofán-ferroglaukofán mezőkbe esnek. A B01 mintát mind felületi csiszolatról (fekete teljes négyzet), mind eredeti felszín (fekete teljes kör) vizsgálattal elemeztem. A B01 minta glaukofán elemzéseire meglehetősen szűk tartományba esnek mindkét vizsgálati módszert összevetve. A látható kisebb eltérések a glaukofán zónásságával magyarázhatók, melyeket eredeti felszín módszerrel nem lehet megfigyelni.

A Na-amfibolokban a Si 7,38-8,15 apfu és Na (B): 1,46-1,94 apfu között változik, ásványkémiai elemzéseit a **IV. melléklet/4. táblázatban** mutatom be. A winchitek Si 6,81-8,03 apfu és Na (B) 0,5-1,49 apfu közötti értékekkel jellemezhetők. A winchit ásványkémiai elemzését a **IV. melléklet/5. táblázatban** mutatom be. A magneziohornblendében a Si 6,82-7,97 apfu, míg a Na (B) 0,31-0,49 apfu közötti változik a kationszám. Az aktinolitban a Si 7,65-8,01 apfu, a Na (B) 0,12-0,34 közötti kationszámokkal jellemezhető. Magneziohornblende és aktinolit ásványkémiai elemzéseit a **IV. melléklet/6. táblázatban** mutatom be.

A Na (B) — Al+Fe³⁺+2Ti (C) diagramban ábrázoltam a nátrium-kalcium- és kalcium-amfibolokat, melyek az aktinolit-winchit-hornblende mezőkbe esnek. Továbbá az Na (B) — Al+Fe³⁺+2Ti (C) diagramban ábrázoltam a kékpálákban mért amfibolfajokat is, piros nyíllal jelölve a mag és a szegély közötti fázisváltozásokat (IV/10. ábra).

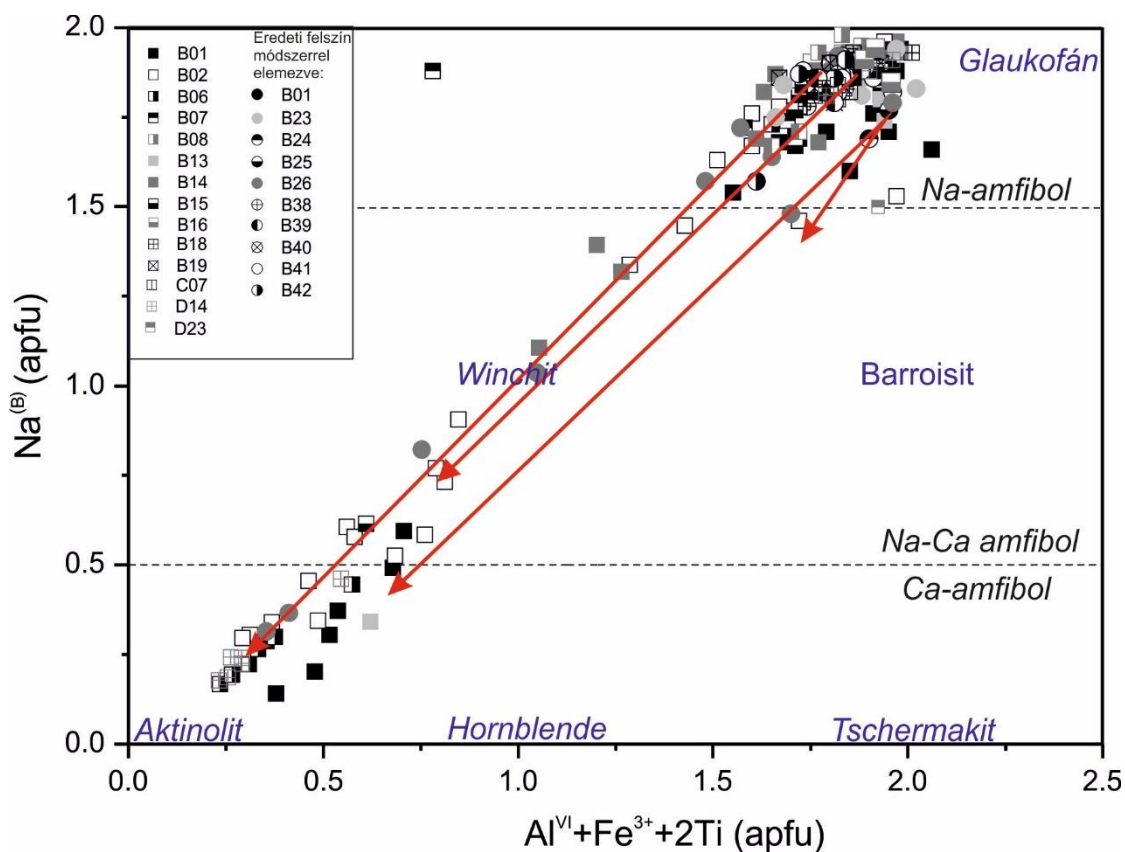


IV/9. ábra: Na-amfibolok kémiai összetétele a Fe³⁺/(Fe³⁺+Al — Fe²⁺/(Fe²⁺+Mg) diagramon ábrázolva.

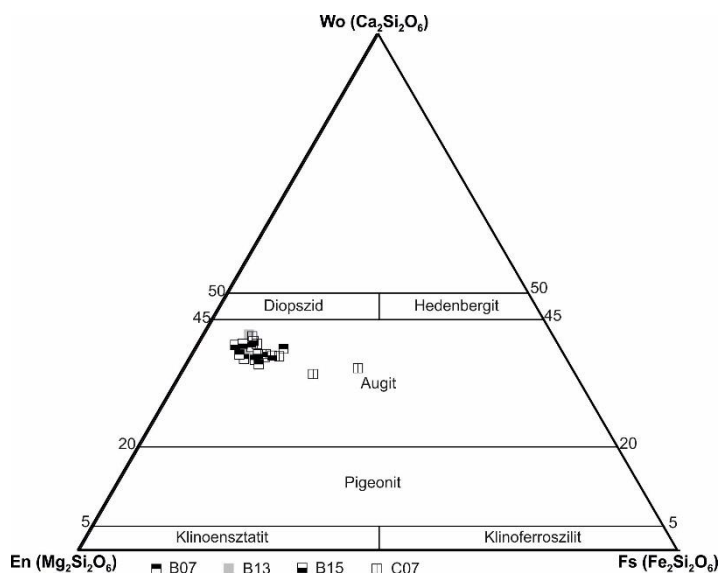
IV.4.2 Piroxének

A reliktaugitok kémiai összetétele szűk tartományban mozog En₃₆₋₅₄ Fs₇₋₂₉ Wo₃₇₋₄₂ (IV/11. ábra) (IV. melléklet/7. táblázat).

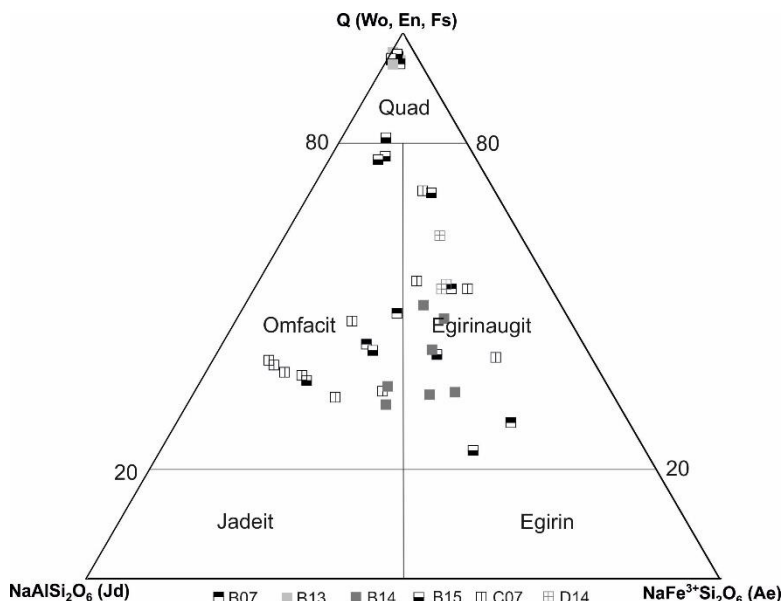
Az egirinaugitokban a Na 0,22-0,77 apfu, a Fe³⁺ 0,10-0,50 apfu, az Al^{VI} 0,07-0,35 apfu között változik. Az omfacitokban a Na 0,22-0,68 apfu, a Fe³⁺ 0,1-0,3 apfu, az Al^{VI} 0,15-0,49 apfu. A Na-piroxének ásványkémiai összetételét a IV. melléklet/8. táblázatban és a IV/12. ábrában mutatom be.



IV/10. ábra: Amfibolok kémiai összetétele a kékpala kőeszközökben az Al^{VI}+Fe³⁺+2Ti — Na^(B) diagramon ábrázolva, nyílal jelezve a mag és szegély közötti fázisváltozásokat.



IV/11. ábra: A kékpala kőeszközökben lévő augitok kémiai összetétele az En-Fs-Wo diagramban.



IV/12. ábra: A kékpala kőeszközökben lévő piroxének kémiai összetétele a Jd-Ae-Q diagramban.

IV.4.3. Gránátok

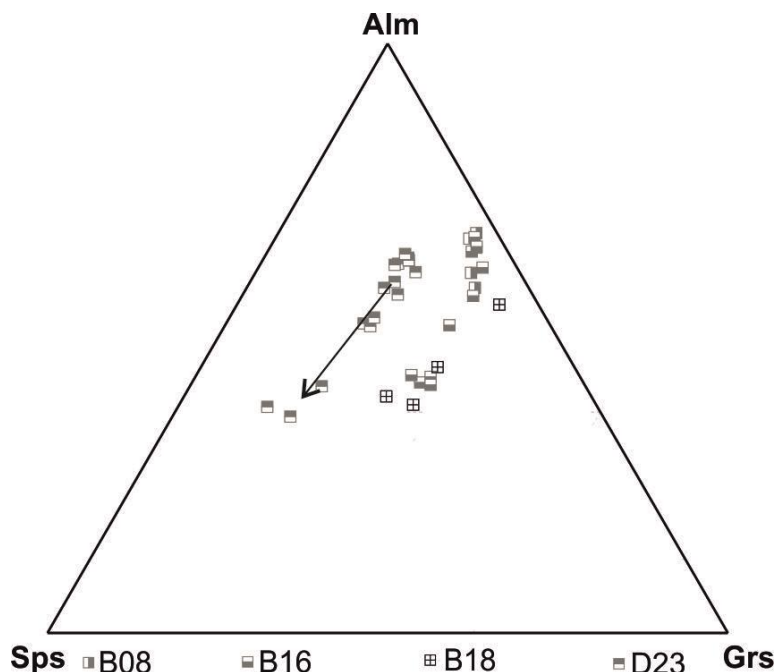
A B08, B16 és B18 kőeszközökben kimutatott gránátok kémiai összetétele $\text{Alm}_{38-67} \text{Gr}_{52-36} \text{Sps}_{3-29} \text{Prp}_{1-3}$ (**IV. melléklet/9. táblázat**). A gránát kémiai összetétele a B08 kőeszközben almandinos jellegű, míg a B18 kőbaltában almandin és grosszulár elegykristálya (**IV/13. ábra**). Az almandin nagyon szűk tartományban mozog mindkét elemzett kőeszköz esetében. A grosszulár szélesebb kémiai összetételt mutat a B18 esetében, mint a B08 kőeszközben. A D23 kőeszközben a gránátok összetétele zónás. A szegély almandinos összetételű: $\text{Alm}_{41-63} \text{Gr}_{51-23} \text{Sps}_{15-38} \text{Prp}_1$ míg a magban spessartinos összetétel figyelhető meg: $\text{Alm}_{36-38} \text{Gr}_{53-18} \text{Sps}_{45-48} \text{Prp}_1$.

IV.4.4. Megfigyelt más ásványok

A plagioklászok tiszta albitok az összes vizsgált kőeszközben. Kivételt jelent a B26 jelű minta, melyből oligoklász került kimutatásra ($\text{An}_{14,04-26,54}$) és periszterit-típusú szételegyedést mutat (MARUYAMA et al., 1982).

Minden egyes vizsgált kőeszközben a vasgazdag zónák epidotot reprezentálnak, míg a vasban szegények klintzoisitet/zoisitet. Ce-tartalmú epidot a B13 kőeszközből került kimutatásra, amelyben a $\text{Ce} = 0,26$ apfu.

A fehér csillám összetételét tekintve fengites jellegű, magas Si tartalommal (3,08-3,47 apfu), Mg-tartalma 0,24-0,49 apfu. Muszkovit négy kőeszközben tanulmányozható a gránát tartalmú B08-ban és a Na-piroxén tartalmú B14, B15 és D14 mintákban. A muszkovit Si- és Mg-tartalma 2,84-2,99 és 0,04-0,09 apfu. A fehér csillámok ásványkémiai elemzéseit a **IV. melléklet/10. táblázatban** mutatom be.



IV/13. ábra: Gránátok kémiai összetétele a B08, B16, B18 és D23 jelű kőeszközökben. Nyíl jelzi a szegélytől a magig változó almandin-spessartin összetételt a D23 mintában.

A klorit az egyik legközségebb kőzetalkotó ásvány, a 4-es csoport kivételével mindegyikből kimutatásra került, habár nem sikerült minden egyes mintában megfigyelni. A Na-piroxén tartalmú kékpala kőeszközökben klinoklor az egirinaugit és az omfacit belsejében képződött (**IV/6. F, 7. B ábrák**). A gránát-tartalmú B08, B16 és B18 kékpala kőeszközökben a klorit vasdomináns. Chamositként lett azonosítva és glaukofán, valamint gránát belsejéből került leírásra (**IV. melléklet/11. táblázat**).

A titanit rendkívül gyakori akcesszória, minden vizsgált kőbaltában megjelenik. Al-tartalma tipikusan nagy értéket vesz fel: 1,57-4,6 t%.

IV.5. Röntgendiffrakciós vizsgálatok

A 33 db kékpala kőeszközből 27 db-on XRD elemzések történtek a fő kőzetalkotók megismerésére. A röntgendiffrakciós elemzések kiértékelései során az első találat a glaukofán (PDF-00-088-2189) és/vagy ferroglaufokán (PDF-00-074-1866) ásványok röntgenkártyája volt. Összevetve a találati listát az EDS/SEM elemzések során kimutatott ásványfázisokkal, megállapítható, hogy az XRD elemzések kiválóan kiegészítették az archeometriai roncsolásmentes elemzéseket. Ezen tapasztalatokat felhasználva megbízhatóan el tudtam különíteni a glaukofánban gazdag kékpalát más metabázis kőeszközöktől. A dolgozat korlátai miatt csak néhány főtípus XRD elemzéseit mutatom be.

A B19 jelű (1. csoport) kőeszközben röntgennel kimutatott ásványfázisok: glaukofán, epidot, albit, klinoklor, titanit (**IV. melléklet/1. ábra**).

A B02 jelű (2. csoport) kőbaltában kimutatott ásványtársaság: glaukofán, aktinolit, winchit, albit, titanit, muszkovit (**IV. melléklet/2. ábra**).

A B16 jelű (3. csoport) kőeszközből a ferroglaukofán, aktinolit, albit, almandin, epidot, kvarc és titanit került megismerésre (**IV. melléklet/3. ábra**).

A B13 jelű (4. csoport) kőeszközben a kimutatott ásványi összetevők: glaukofán, magneziohornblende, augit, albit, epidot, klinoklor, muszkovit és titanit (**IV. melléklet/4. ábra**).

A B14 (5. csoport) mintából a röntgen megerősítette a glaukofán, ferroglaukofán, winchit, omfacit, albit, epidot, muszkovit és titanit jelenlétét (**IV. melléklet/5. ábra**).

A 6. csoportba sorolt két kőeszközön röntgendiffrakciós vizsgálatok nem történtek.

Táblázatban foglaltam össze az összes kékpala kőeszközön elvégzett XRD elemzés eredményeit (**IV. melléklet/12. táblázat**), így azon kőeszközökből is megbízhatóan kimutatásra kerültek a kékamfibolok, melyekről elektron-mikroszondás elemzések nem készülhettek, azok épsége vagy mérete miatt.

IV.6. Termobarometriai modellezés

A termobarometriai becsléseket a THERIAK/DOMINO programcsomaggal (DE CAPITANI, 1994) a JUN92.bs adatbázis használatával végeztem, melybe beillesztésre került a glaukofán-ferroglaukofán elegykristály a tc61.c adatbázisból. A modellezéshez hat mintát választottam ki az EDS/SEM vizsgálat során megfigyelt ásványi összetevők és a rendelkezésre álló PGAA elemzés alapján. A modellezett minták kiválasztása során tekintettel voltam a fő ásványkémiai csoportok termobarometriai szemléltetésére.

A B19 minta teljes kémiai összetétele:

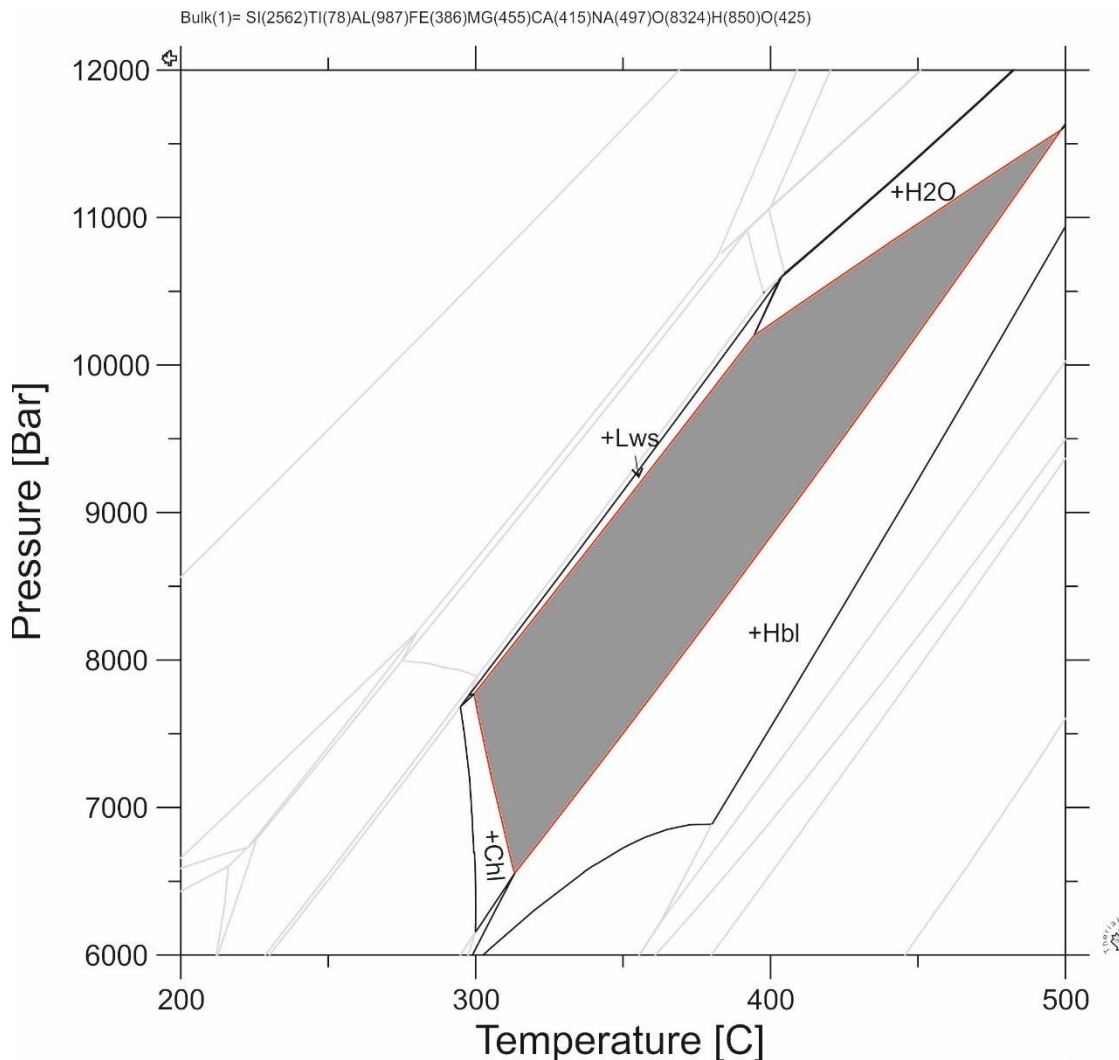
$\text{Si}(2562)\text{Ti}(78)\text{Al}(987)\text{Fe}(386)\text{Mg}(455)\text{Ca}(415)\text{Na}(497)\text{O}(8324)\text{H}(850)\text{O}(425)$.

Az egyensúlyban lévő ásványparagenezis 350 °C-on és 8 kbaron: albit + klorit + epidot + glaukofán + titanit + kvarc. 300 °C és 7 kbar alatt egy új klorit lép be a rendszerbe, ez a legalsó P-T határ. 300 °C és 8-10 kbarnál a lawsonit jelenik meg, míg 300-480 °C és 6,5-11,5 kbar között a hornblende stabil, ami egy határoló reakció eredményeként lép be a rendszerbe (**IV/14. ábra**).

A B01 minta teljes kémiai összetétele:

$\text{Si}(2692)\text{Ti}(63)\text{Al}(854)\text{Fe}(394)\text{Mg}(555)\text{Ca}(432)\text{Na}(474)\text{O}(8464)\text{H}(800)\text{O}(400)$

Az alkalmazott módszer 240-295 °C- és 5,0-6,6 kbar képződési viszonyokat adott meg az albit + klorit + epidot + hornblende + glaukofán + pumpellyit + kvarc ásványegyüttes stabilitási tartományaként (**IV/15. ábra**).



IV/14. ábra: A B19 minta P-T ablaka.

A B18 minta teljes kémiai összetétele:

Si(2612)Ti(124)Al(927)Fe(591)Mg(304)Ca(374)Na(406)O(8354)H(350)O(175)

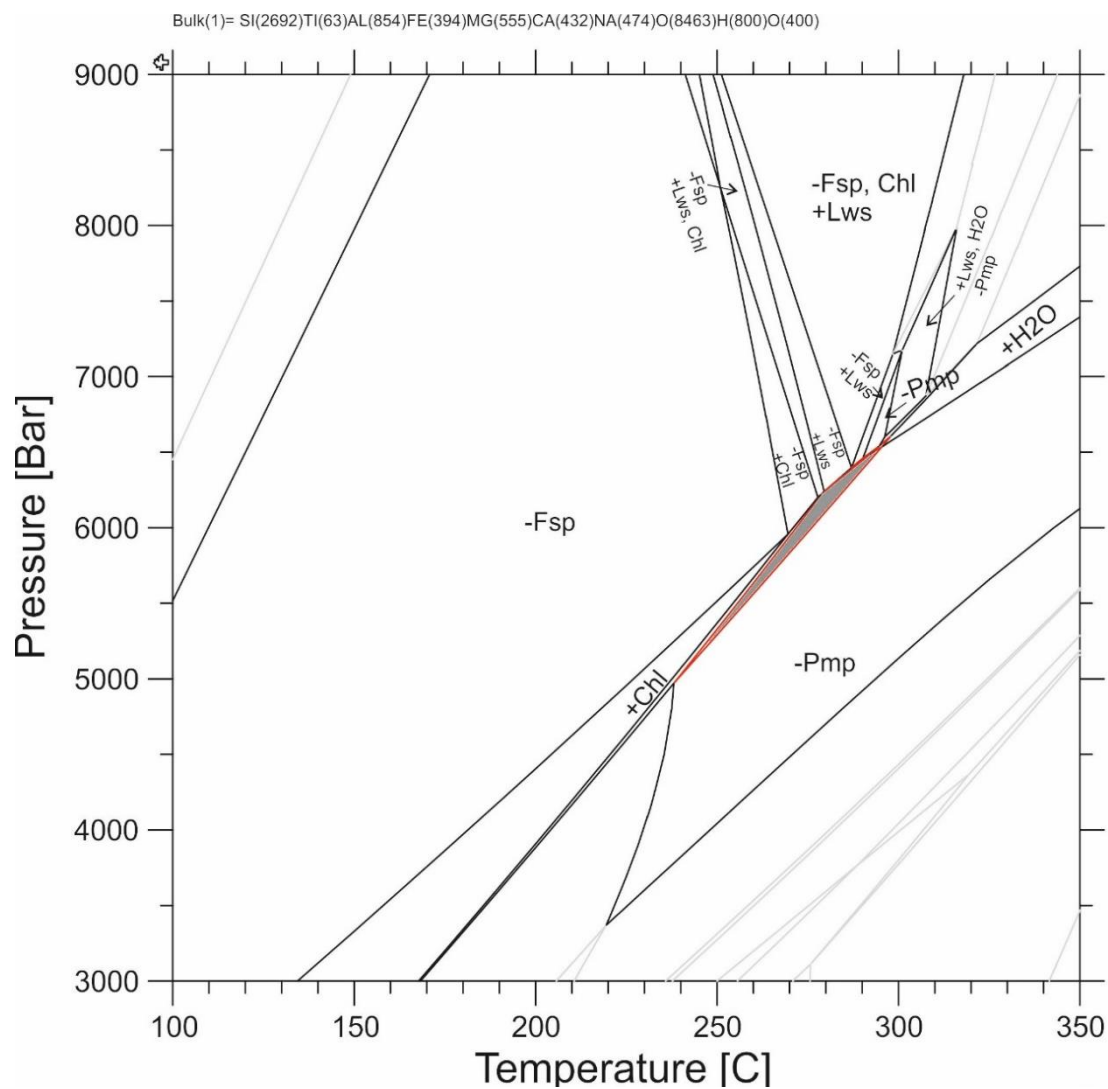
A kőbalta modellezett ásványparagenezise 295-510 °C és 8,0-14,5 kbar viszonyokat jelez. A széles P-T tartomány határolóreakciói: a 295 °C hőmérsékleten és 7,8 kbar nyomáson megjelenő kianit, majd a folyamatos hőmérséklet- és nyomás növekedéssel megjelenik a rendszerben a hornblende, ilmenit, klinopiroxén és kloritoid. (IV/16. ábra).

A B13 minta nagyméretű relikst augitokat tartalmaz (IV/6. B ábra), melyek a reaktív modális összetételnek nem részei. Ez alapján a többi megfigyelt kőzetalkotó ásvány részarányaival számolva a kőzet teljes kémiai összetétele:

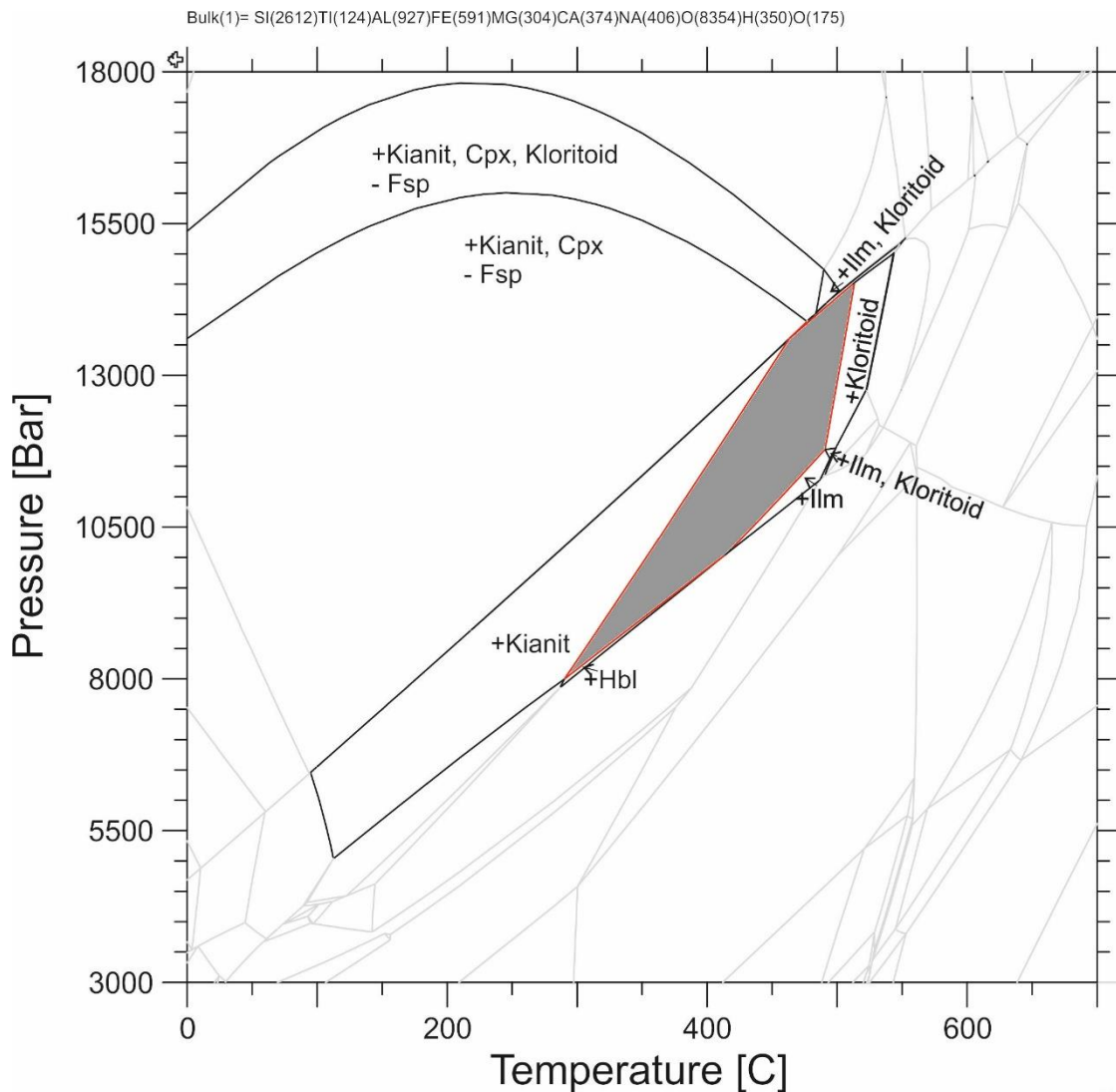
Si(1932)Ti(156)Al(561)Fe(227)Mg(315)Ca(317)Na(400)O(6100)H(400)O(200)

Az egyensúlyban lévő ásványparagenezis 350 °C-on és 7 kbaron: albit + klorit + epidot + hornblende + glaukofán + titanit. A hőmérsékleti minimumot 225 °C és 3,5 kbar viszonyoknál két klorit megjelenése jelzi a rendszerben. 220-415 °C és 3,6-7,5 kbarnál kvarc lép be a

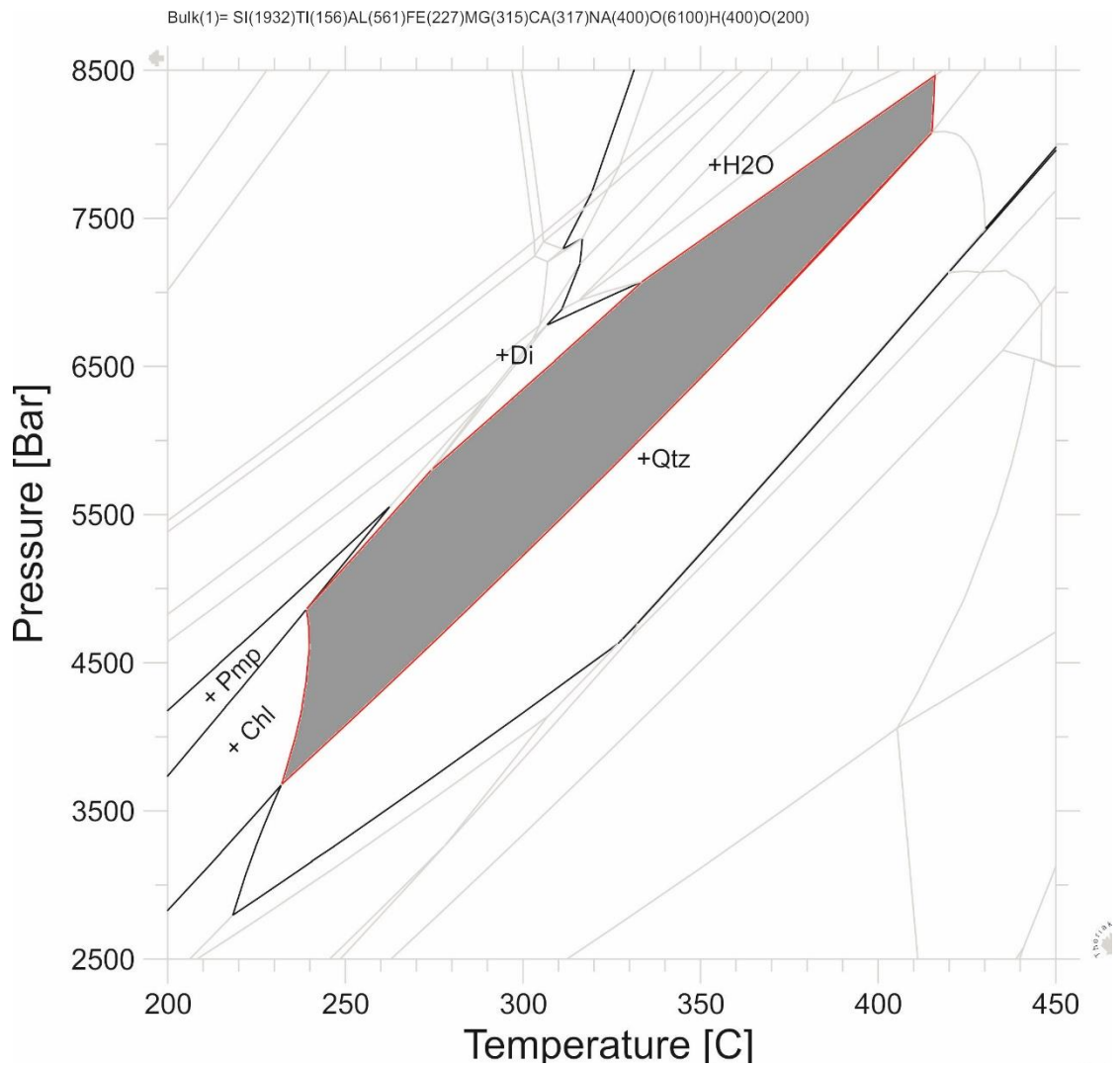
reakcióba továbbá 250-330 °C és 4,4-6,5 kbar PT viszonyoknál megjelenik a diopszid (IV/17. ábra).



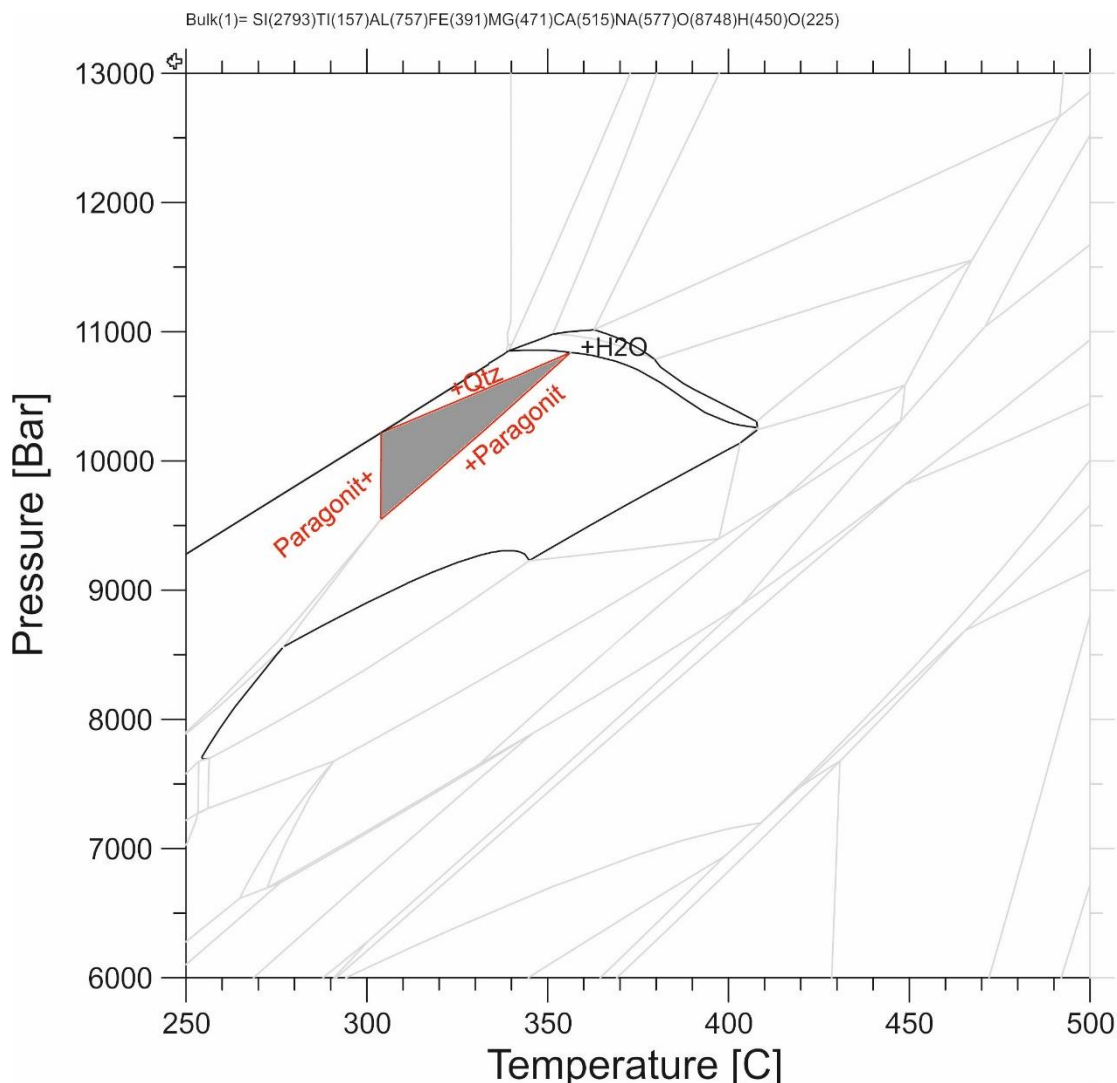
IV/15. ábra: A B01 minta P-T ablaka.



IV/16. ábra: B18 minta P-T tartománya.



IV/17. ábra: A B13 minta P-T ablaka.



IV/18. ábra: B14 jelű kőbalt P-T ablaka.

A B14 minta teljes kémiai összetétele:

Si(2739)Ti(157)Al(757)Fe(391)Mg(471)Ca(515)Na(577)O(8748)H(450)O(225).

Az egyensúlyban lévő ásványparagenezis albit + klinopiroxén + epidot + glaukofán + hematit + titanit. A szűk P-T ablakot 300-350 °C és 9,5-10 kbar viszonyoknál a paragonit megjelenése határolja, valamint 300-350 °C és 10,2-10,7 kbarnál kvarc lép be a rendszerbe (IV/18. ábra).

IV.7. Diskusszió

A kőeszközök változatosnak bizonyultak ásványi összetevőik alapján. Az elektron-mikroszondás elemzések szerint hat csoportot állítottam fel (IV. melléklet/3., és 13. táblázatok).

Az 1. csoport metabázitjai finomszemcsések, a glaukofán mellett nem fordul elő más amfibolfaj (IV/5. B ábra). A glaukofán zónás, vasdús maggal jellemezhető. A B19 mintán termobarometriai modellezést végeztem, melyben a modellezett ásványtársaság 300-500 °C-on és 6,5-11,5 kbar nyomáson stabil (IV/14. ábra).

A 2. csoportot Na-Ca- és Ca-amfibolok jellemzik, melyek a glaukofánok szegélyéről lettek azonosítva. A B01, B02 és B26 kőbaltákban winchit, továbbá a B02-ben ferriwinchit is tanulmányozható a glaukofán kristály szegélyén (IV/5. **D ábra**). Magneziohornblende ugyancsak a Na-amfibol szegélyéről lett kimutatva a B01 (IV/5. **F ábra**) és B06 mintákból.

A winchit és ferriwinchit képződése a glaukofán szegélyén T növekedést és P csökkenést jelez a kékpala fáciesű metamorfózist követően (OTSUKI & BANNO, 1990). Ezt szintén alátámasztja a winchit és a glaukofán-aktinolit közötti elegyedési hézag és a winchit ismeretlen felső hőmérsékleti stabilitási határértéke (MARESCH et al., 1982). A B26 kőeszközből kimutatott oligoklász periszterit-típusú szételegyedést mutat (MARUYAMA et al., 1982), ami szintén megerősíti az említett metamorf fejlődést. Az aktinolit jelenléte a glaukofán szegélyén (IV/5. **D, F ábrák**) az összes mintában, zöldpala fáciesű felülbélyegzést indikál.

A Dominoval modellezett ásványtársaság stabilitási tartománya a B01 jelű (2. csoport) kőeszköze 240-295 °C- és 5,0-6,6 kbar (IV/15. **ábra**).

A 3. csoportba soroltam a B08, B16, B18 és D23 kőeszközöket gránát tartalmuk miatt. A glaukofánok mellett más amfibolfaj, sem piroxén nem került kimutatásra. BUCHER & GRAPES (2011) szerint magasabb hőmérsékletet jelez a gránát jelenléte metabázitokban. A Dominoval modellezett P-T tartomány a B18 minta esetében 290-510 °C és 8,0-14,5 kbar a stabilitási tartomány (IV/16. **ábra**). A B08, B16 és D23 gránát-tartalmú minták mágneses szuszeptibilitása nagyobb értéket mutat, mint a többi vizsgált kőbaltáé. Ezt valószínűsíthetően a fenti három mintában a ferroglaufok nagyobb modális mennyisége indokolja.

A 4. csoportba mindössze a B13 kőeszközt soroltam augit tartalma miatt. Az augit szöveti helyzete alapján relikta magmás fázisnak tekinthető (IV/6. **B ábra**) (FARYAD, 1997a; JÓZSA et al., 2001). Középszemcsés mérete, valamint az alacsony illótartalom miatt őrződött meg a kékpala fáciesű metamorfózis folyamatában (PHILPOTTS & AGUE, 2009). Az augit nélkül modellezett ásványtársaság P-T tartománya 230-415 °C és 3,6-8,5 kbar (IV/17. **ábra**).

Az 5. csoportba a B07, B14 és B15 mintajelű kőbaltákat soroltam. A progresszív metamorfózis során az augit egirinaugittá és/vagy omfacittá formálódott (IV/7. **D, G ábrák**). Az omfacit már átmenetet jelez az eklogit fácies felé (BUCHER & GRAPES, 2011). Továbbá a winchit jelenléte a kékamfibolok szegélyén megerősíti a progresszív metamorfózist. Az 5. csoportba sorolt minták makroszkóposan hasonlítanak egymásra, a zöld foltok egy határozott irányba megnyúltak, foliáltak. A B14-es minta modellezett P-T tartománya 300-350 °C és 9,5-10 kbar (IV/18. **ábra**).

A 6. csoportba sorolt két kőeszköz erőteljes retrográd metamorfózist szenvedett. A C07 és D14 kőeszközökben kb. 10 % a glaukofánok modális mennyisége (IV/7. **C-G ábrák**).

Az ásványkémiai vizsgálatok összefoglalásaként elmondható, hogy a kékpalak több fázisú metamorfózist szenvedtek továbbá a vizsgált kőeszközökben felfedezhető a kékpala fáciesű metamorfózis eltérő fejlődése. A Na-piroxén tartalmú kékpala kőbalták a hőmérsékletnövekedéssel az eklogit fácies felé történő fejlődési irányt ábrázolnak.

Magyarországon az archeometriai kutatások kékpala kőeszközöket, csak az északi régióból tártak fel (JÓZSA et al., 2001; ORAVECZ & JÓZSA, 2005). Korábbi szakirodalmi adatok alapján a kékpala csiszolt kőeszközök forrásterülete a Mellétei-egységhez köthető (JÓZSA et al., 2001; HOVORKA & SOJÁK, 1997; HOVORKA et al., 2000), mely egy 20 km hosszú szubdukciós zónához kapcsolódik a Mellétei-egységben (FARYAD, 1995a, 1997a, 1997b,

1999b; FARYAD & HENJES-KUNST, 1997; FARYAD et al., 2005a). Ennek a 33 db kékpala csiszolt kőeszköznek az előfordulása és gyakorisága jól magyarázható a nyersanyag forrásterület közelségével és regionális elterjedésével.

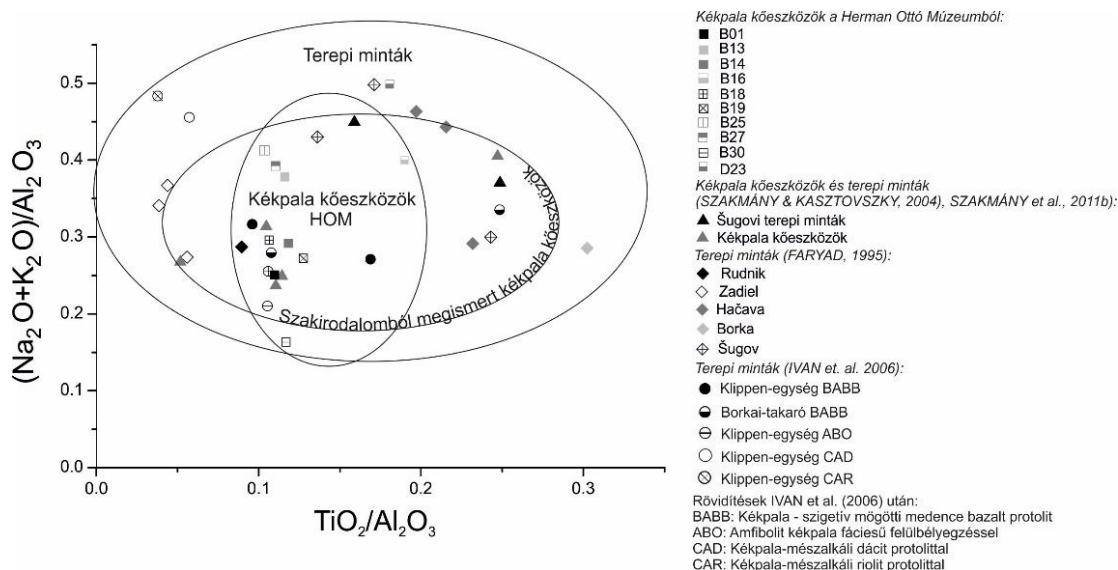
A PGAA adatokat összehasonlítottam a Herman Ottó Múzeum gyűjteményéből származó korábban vizsgált kékpala kőeszközök PGAA adataival és a Mellétei-egységből származó terepi minták kőzetkémiai adataival (FARYAD, 1995a, SZAKMÁNY & KASZTOVSZKY, 2004; SZAKMÁNY et al., 2011a) valamint a Piennini-szirtövből származó terepi minták adataival (IVAN et al., 2006) és azokat TAS (IV/3. **ábra**) és AFM (IV/4. **ábra**) diagramokra vittem fel. A TAS diagramon a vizsgált kőeszközök zömében bazalt, trachibazalt, bazaltos trachandezit és bazaltos andezit mezőkbe esnek, kivételt képez ez alól egy šugovi minta, mely a fonotefrit mezőbe került és a Piennini-szirtövből származó két minta, melyek a dácit és a riolit mezőkbe esnek (IV/3. **ábra**).

Az AFM diagramban a minták egy vas-kimerülési trenddel jellemezhetők, mely alapján inkább mészkalkáli, mint tholeiites összetételűek (IV/4. **ábra**).

Korábbi eredmények alapján a $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 - (\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ diszkriminációs diagram kiválóan elkülöníti a kékpalákat a zöldpaláktól a magasabb alkália tartalom miatt (SZAKMÁNY & KASZTOVSZKY, 2004; SZAKMÁNY et al., 2011b). A kékpala csiszolt kőeszközök kőzetkémiai adatait ábrázoltam a Mellétei-egységi kékpala kibúvással (FARYAD, 1995a), valamint a távolabbi szlovákiai Piennini-szirtövből megismert terepi adatokkal is (IVAN et al., 2006), továbbá a korábban vizsgált kékpala kőeszközök és terepi minták kőzetkémiai adataival (SZAKMÁNY & KASZTOVSZKY, 2004, SZAKMÁNY et al., 2011b). A diszkriminancia diagram alapján a kőbalták a Rudník, Szádelő és Šugov-völgy környékén előforduló kékpalákra és a korábban tanulmányozott kékpala csiszolt kőeszközökre hasonlítanak leginkább (IV/19. **ábra**).

A termobarometriai modellezést a 6. csoport kivételével minden csoportból egy-egy kőeszközre elvégeztem. A 6. csoport nem volt alkalmas termobarometriai számolásra, mert a két kőeszköz nagyon sok relikst szemcsét tartalmaz. A csoportokra becsült P-T tartományokat bemutató diagramra felvittem a két fő lehetséges forrásterületek termobarometriai adatait is. (FARYAD & HOINKES 1999, IVAN et al., 2006) (IV/20. **ábra**). Jól látszik, hogy a kőeszközök inkább a Mellétei-egység kékpalaival fednek át, bár a B14 jelű kőbalta esetében a termobarometriai számítás alapján a Piennini-szirtöv is szóba jöhet (IV/20. **ábra**).

Új vizsgálati eredményként került leírásra a kékpala kőeszközökben a glaukofánok röntgendiffrakciós módszerrel történő azonosítása (KRISTÁLY & KERESKÉNYI, 2016). A vizsgálatok során az XRD által első találatként jelzett kékamfibol ásvány jelenlétét az EDS/SEM vizsgálatok is minden esetben alátámasztották.



IV/19. ábra: Kékpala köeszközök PGAA közetkémiai adatainak összevetése a $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ vs. $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ diszkriminációs diagramon kékpala terepi mintákkal (FARYAD, 1995a; IVAN et al., 2006), valamint korábban vizsgált kékpala köeszközök és további kékpala terepi minták adataival (SZAKMÁNY & KASZTOVSZKY, 2004; SZAKMÁNY et al., 2011b).

IV.7.1. Lehetséges forrásterületek

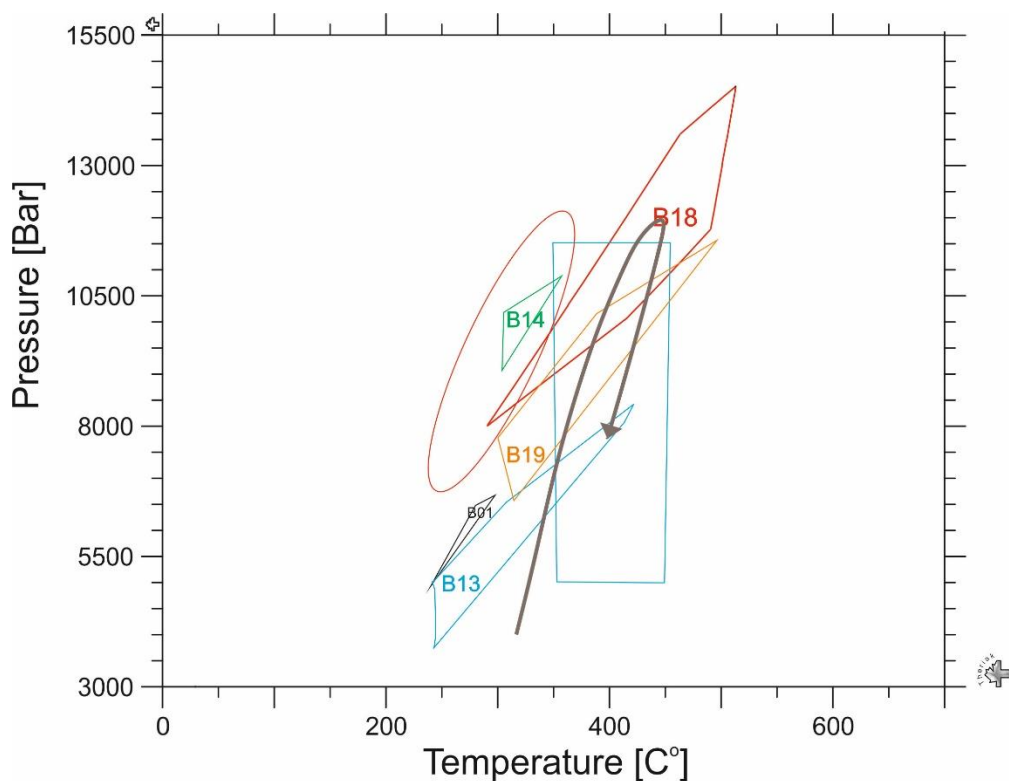
A Mellétei-sorozatban kibukkanó kékpálák ásvány- és közettani, valamint geokémiai összetételét FARYAD (1995, 1997a, 1997b, 1999b), FARYAD & HENJES-KUNST (1997) és FARYAD et al. (2005a) tárgyalja. Ásványi komponenseit összevetve az általam kapott ásványkémiai adatokkal tökéletes egyezést mutatnak. Ezen túlmenően a Mellétei-egységben előforduló kékpálák geológiai és petrológiai fejlődésben (FARYAD, 1995a, 1997a, 1997b, 1999b; FARYAD & HENJES-KUNST, 1997; FARYAD et al., 2005a) is nagy hasonlóságot mutatnak az általam megfigyelttel. IVAN et al. (2006) a Piennini-szirtövben előforduló kékpálákból két csoportot különít el:

- ívmögötti medence jellegű,
- mészalkáli kőzetekből képződött kékpálák.

Amint az AFM ábrán (IV/4. ábra) is látszik a köeszközök mészalkáli és tholeiites összetételűek. Ebből következően nem zárható ki, hogy a kékpala nyersanyag forrásterülete Povazska Bystrica a Piennini-szirtövben, habár az ottani kékpálák előfordulása nem gyakori. Másrészt a vizsgált csiszolt köeszközök nagy hasonlóságot mutatnak ásvány- és közetkémiai szempontok alapján a Rudník, Szádelő és Šugov-völgy környékén előforduló kékpálákkal és a korábban tanulmányozott kékpala csiszolt köeszközökkel (IV/2., 3., 19. ábrák).

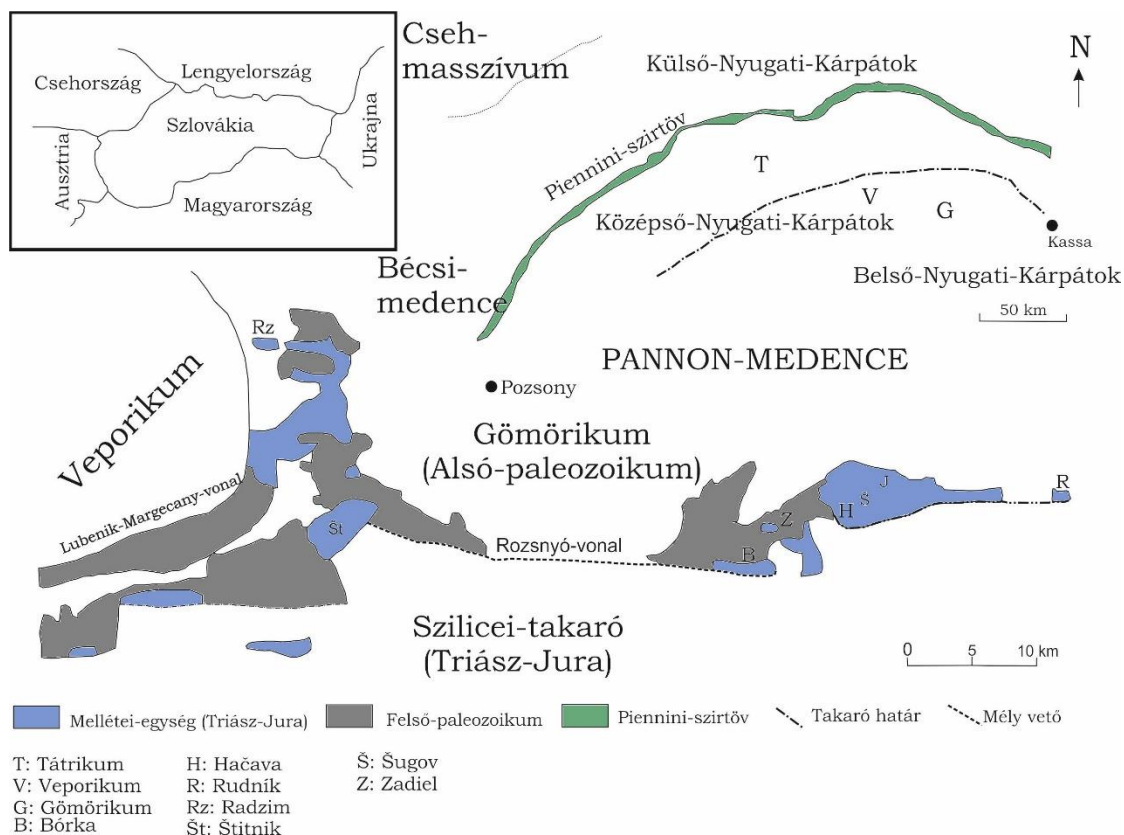
A felszíni előfordulások a Mellétei-egységben nagyon közel helyezkednek el egymáshoz (IV/21. ábra). Az ásvány- és közettani megfigyelések alapján feltételezhetően a kékpala proveniencia területe a Mellétei-egység, de a Piennini-szirtövben kréta konglomerátumban előforduló kékpala kavicsok sem zárhatók ki egyértelműen (FARYAD, 1995a, 1997a, 1997b, 1999b; FARYAD & HENJES-KUNST, 1997; FARYAD et al., 2005a; HOVORKA et al., 2000; JÓZSA et al., 2001; IVAN et al., 2006, KERESKÉNYI et al., 2018.). A Nyugati-Szudétákban, a Rohonci-egységben, a Križna-takáróból, az Orava-folyó völgyéből, valamint a Dobsinai-

jégbarlang közelében lévő felső-kréta(?) konglomerátumból szórványosan előforduló kékpala kavicsokból összehasonlító ásvány- és kőzetkémiai szakirodalom nem állt rendelkezésre, viszont a csiszolt kékpala kőeszközök koncentrált elterjedése az észak-magyarországi régióban regionális forrásterületet indokol.



○ Piennini-szirtőv (IVAN ET AL., 2006) □ Mellétei-egység (FARYAD & HOINKES 1999)

IV/20. ábra: A kékpala kőeszközök PT tartományának metszete összevetve a Piennini szirtővből és a Mellétei-egységből leírt kékpalák P-T viszonyaival. Nyíl jelzi a Mellétei-egységből származó kékpalák P-T útját (FARYAD & HOINKES, 1999).



IV/21. ábra: Mellétei-egység kékpala előfordulásai a Nyugati-Kárpátokkal, vázlatos geológiai térképen ábrázolva BAJANÍK et al., (1983) után. (Rövidítések: Rz: Radzim, Št: Štitník (Csetnek), B: Bórka, Z: Zadiel (Szádelő), H: Hačava (Ájfalucska), Š: Šugov, J: Jasov (Jászó), R: Rudník, T: Tátrikum, V: Veporikum, G: Gömörikum.)

V. KÉKPALA-ZÖLDPALA ÁTMENETI FÁCIESŰ KÖZETTÍPUS

A Herman Ottó Múzeum régészeti gyűjteményéből az eddigi vizsgálatok során négy neolitikus korú kékpala-zöldpala átmeneti kőzettípusba sorolható kőbalta vizsgálatát végeztem el. Kékpala-zöldpala átmeneti kőzettípusúak azok a kőeszközök, melyek a metamorf fejlődésük során elérték a kékpala fáciest, ám a kőzetet ért zöldpala fáciesű retrográd metamorfózis jegyei erőteljesen tükröződnek a szöveti képen és az ásványos összetevőkön.

A leletek Borsod-Abaúj-Zemplén megye különböző lelőhelyeiről kerültek elő (V/1. ábra). A Szendrőről vagy környékéről és a Fancsal Tsz. kertjéből előkerült kőbalták szórványleletek. Bükki kultúrához sorolható a borsod-derékegyházi (Edelény) kőbalta, míg tiszadobi vagy bükki kultúrájú a Kőlyuk-barlang (Parasznya) lelőhelyről napvilágot látott kőeszköz (KALICZ & MAKKAY, 1977).



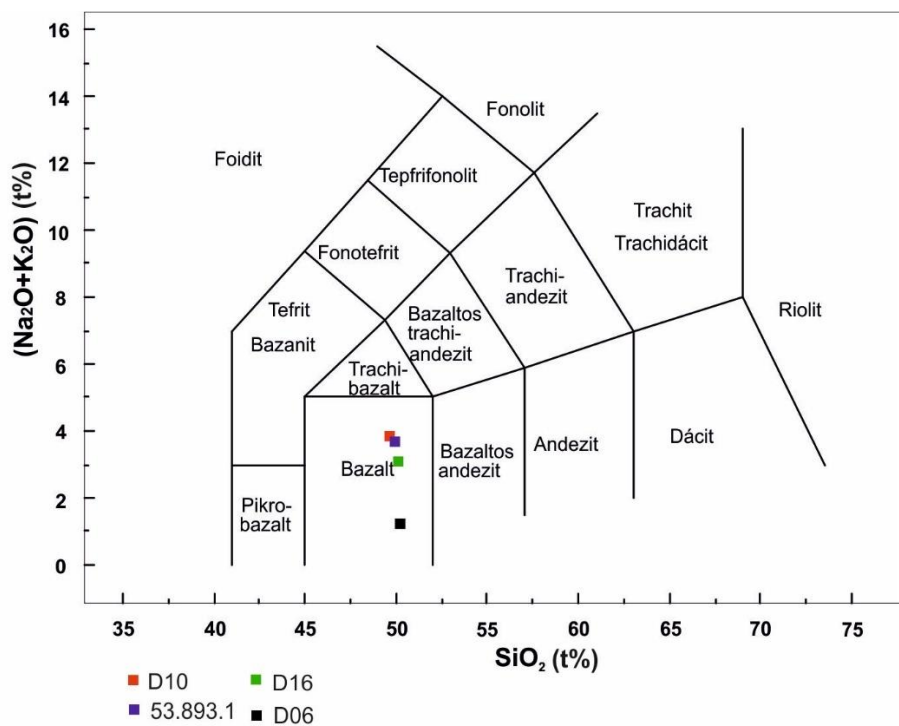
V/1. ábra: Kékpala-zöldpala nyersanyagú kőeszközök régészeti lelőhelyei.

V.1. Makroszkópos vizsgálatok

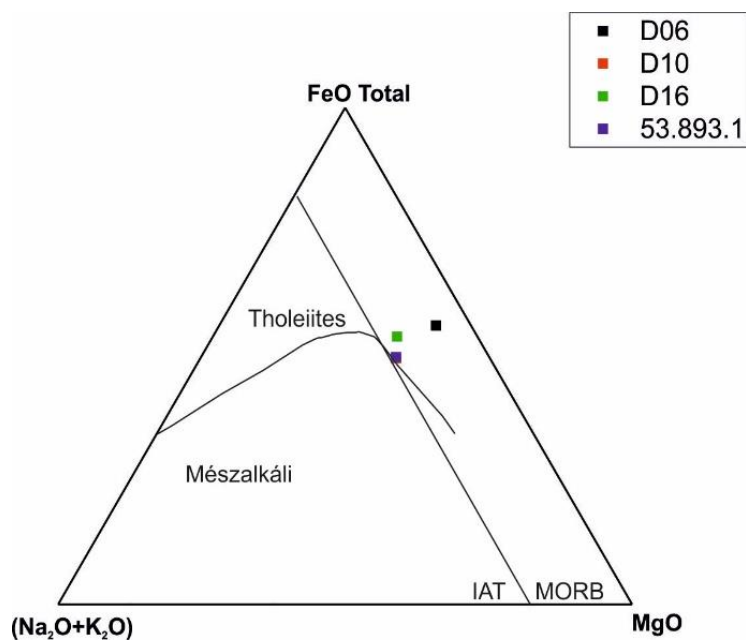
Makroszkóposan vizsgálva a kőeszközöket, színük zöld, finomszemcsések és tömött szövetűek. Mérettartományuk azonos (hossz: 8-12 cm, szélesség: 3,5-5,5 cm, vastagság: 1,5-3 cm); régészeti tipológiájukat tekintve vastag laposbalták (V/4. A-B ábrák). Mágneses szuszeptibilitásuk alacsony, szűk tartománnyal jellemezhetők: $0,39-0,57 \cdot 10^{-3}$ SI.

V.2. Kőzetkémia

A PGAA módszerrel mért kőzetkémiai eredményeket TAS-diagramon ábrázolva a kőzetek bazaltos protolitot mutatnak, szubalkáli jelleggel (V/2. ábra). Az AFM diagramon ábrázolva tholeiites mezőbe esnek, a D10 és az 53.893.1-es minták egymást fedik a diagramon a három ábrázolt komponens azonos aránya miatt (V/3. ábra). A kőzetkémiai elemzéseket az V. melléklet/1. táblázatban részletezem.



V/2. ábra: Kékpala-zöldpala kőeszközök kőzetkémiai ábrázolása a TAS diagramon.



V/3. ábra: Kékpala-zöldpala kőeszközök kőzetkémiai ábrázolása az AFM diagramon (IRVINE & BARAGAR, 1971). A D10 és az 53.893.1 minták átfednek.

V.3. Petrográfia és ásványkémia

Az elvégzett EDS/SEM vizsgálatok alapján változatos amfibolfajok kerültek megismerésre a köeszközökből. A D10 és D16 mintákban a kristályok magjában glaukofán, ennek a szegélyén winchit és aktinolit figyelhető meg. A D16 mintában a glaukofán szegélyén a winchittel azonos pozícióban magneziohornblende is kimutatásra került (V/4. D, 5. ábrák).

A D06 mintában néhány szemcsénél a magban aktinolit vagy alumínium szegény magneziohornblende őrződött meg, szegélyükön alumíniumdús magneziohornblende vagy winchit, ferriwinchit kristályosodott ki (V/4. B, 5. ábrák). Ugyanakkor egyes aktinolitszemcsék kloritosodása is megfigyelhető. Az 53.893.1 jelű kőbaltát épsége miatt eredeti felszín módszerrel vizsgáltam, ennek korlátai miatt, a szöveti képből az amfibolok fejlődéstörténete nem rekonstruálható, de a kimutatott winchit, aktinolit és további ásványos összetevők alapján ugyanabba a kőzettípusba soroltam ezt a kőbaltát is. Az amfibolelemzéseket az V. melléklet/2. táblázatban mutatom be.

A plagioklász mind a négy mintában az albit (V/4. D ábra).

Az epidotok zónások, vastartalmuk a szegélytől a mag felé csökken. Jellemző az összes kőbaltára, hogy az epidot/klinozoisit mennyisége jelentős, kb. 20-30%. A 53.893.1 köeszközben ezen kívül julgoldit (pumpellyit-csoport) is kimutatásra került. Titanitot ugyancsak az összes köeszköz tartalmaz, Al_2O_3 tartalmuk jellemzően magas: 1,23-1,90 tömeg%.

Klorit is jelen van az összes mintában, általában az aktinolit kloritosodik (V/4. B, D. ábrák). Fengit csak a D10 mintában volt kimutatható.

Kalcit a D06 mintában a kvarc és az aktinolit mellett figyelhető meg, míg a D16 köeszközben az aktinolit és az epidotosodó aktinolitkristályok közötti teret tölti ki (V/4. B ábra).

V.4. Diszkusszió-lehetséges forrásterületek

A köeszközök régészeti lelőhelyei változatosak, két köeszköz szórványlelet, ám a másik kettő alaposan feltárt régészeti lelőhelyről került elő. Régészeti tipológiájuk, méretük és színük azonos. Mágneses szuszeptibilitási értékeik szűk tartományt fednek le.

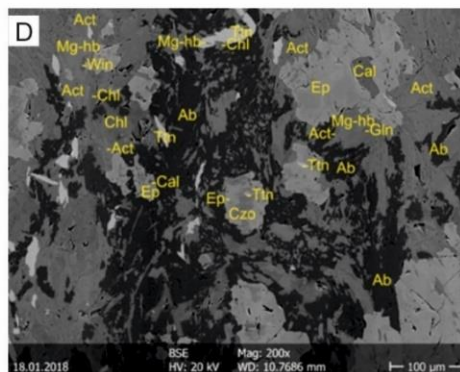
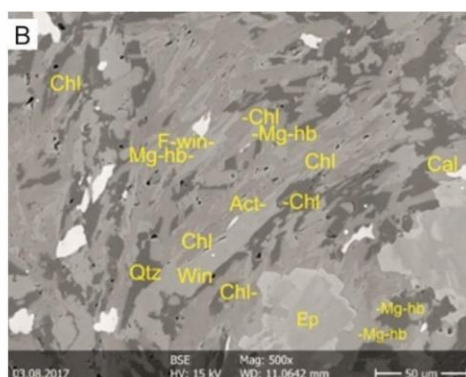
A köeszközök kőzetkémiai összetétele egyveretű, bazaltos eredetet és tholeiites jelleget takar a PGAA vizsgálatok alapján (V/2., 3. ábrák).

A szöveti és az ásványi összetevőket vizsgálva mind a négy köeszközben felfedezhetők a kékpala fáciesű metamorfózis jegyeit őrző ásványok, illetve annak közvetlen átalakulási termékei (glaukofán, winchit, ferriwinchit). A D10 és D16 mintákban glaukofán őrződött meg az amfibol magjában, szegélyén winchit vagy alumíniumban gazdagabb magneziohornblende látható, míg azok szegélyén az aktinolit képződött. A D06 jelű kőbaltában néhány szemcsében az aktinolit maghelyzetben fordul elő, reliktkumként, szegélyén winchit, ferriwinchit kristályosodott ki (V/5. ábra). Ugyanakkor a kloritosodó aktinolit szegélyként is megjelenik a D06 jelű mintában (V/4. B ábra).

Az összes mintában a kloritosodó aktinolit, továbbá az epidot/klinozoisit nagy mennyisége és szöveti helyzete zöldpala fáciesű retrográd metamorfózisra utal. A vizsgált köeszközök szöveti képe és ásványos összetétele kékpala-zöldpala átmeneti állapotot tükröz, melyben még felfedezhetők a reliket kékpala fáciesű ásványok, de a kőzet túlnyomó része már zöldpala fáciesű ásványos összetevőket tartalmaz, illetve két kőbaltá esetében a glaukofánt már nem sikerült kimutatni.

A Kárpát-medence környékén kékpala kőzettípusok Dél-Szlovákiából a Mellétei-egységből ismertek. Korábbi archeometriai kutatások a kékpala nyersanyagú kőeszközöket innen származtatják (KERESKÉNYI et al., 2018) (lásd IV. fejezet- diszkusszió). Felszínén a Gömörükumban, a Borkai-takaróban, délnyugatra Kisszabos (Slavoška) településtől egy kis kőfejtőben találhatók olyan metabázitok, melyekben megjelennek a kékpala-zöldpala átmenetet képviselő kőzetek. Ásványi összetevőik: klorit + epidot + albit + winchit, míg a későbbi metamorfózist aktinolit + klorit + epidot + albit + titanit ásványtársasága jelzi (FARYAD, 1999a, VOZÁROVÁ, 1999). Az Iňačovce-Krichevo-egységben, Kelet-Szlovákiában is található kékpala-zöldpala átmenetet képviselő kőzet, ahol a Na-Ca-amfibolok reliktek. Az ásványos összetevők: magnezioriebeckit + winchit + aktinolit + kvarc, a kőzetben jelen lehet még klorit, biotit, fengit, titanit, albit, hematit (BIRONĚ et al., 1999).

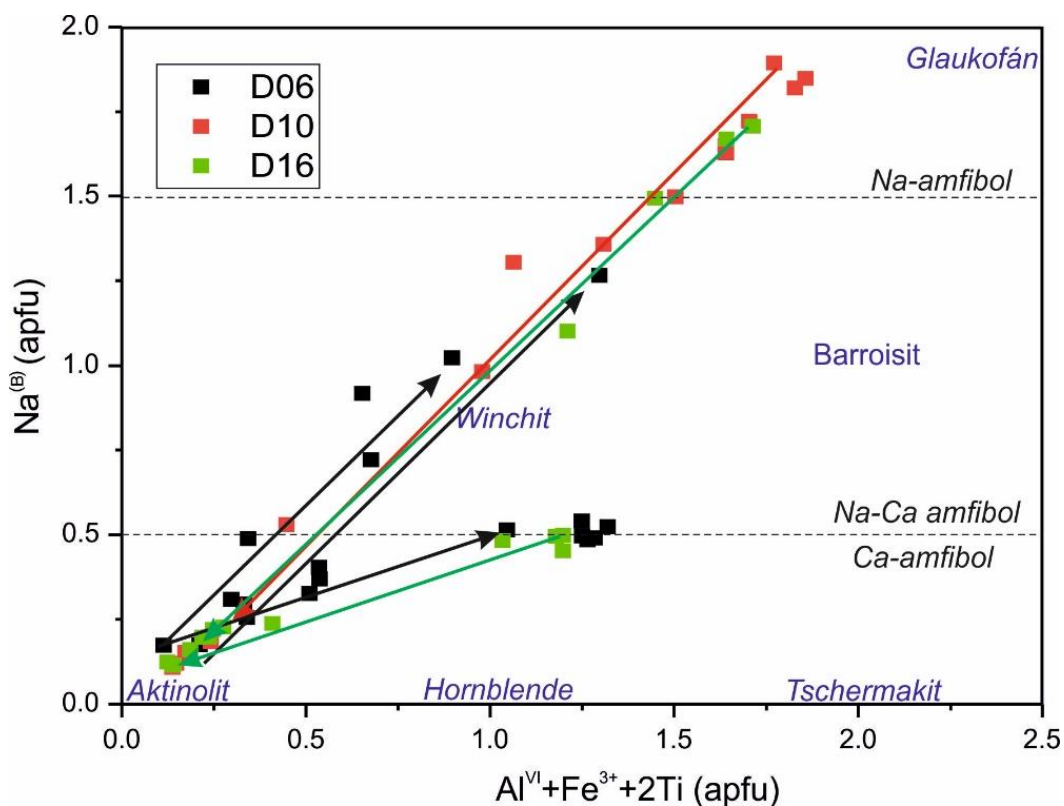
A jó egyezést mutató ásványegyüttes, továbbá a nyersanyag lelőhely közelsége miatt a négy vizsgált kőeszköz forrásterülete Kisszabos (Slavoška) település környezete lehet vagy az Iňačovce-Krichevo-egységben található (KERESKÉNYI et al., 2020b).



A – B A D06 jelű kőbalták makroszkópos és BSE képei.

C – D A D16 jelű kőbalták makroszkópos és BSE képei.

V/4. ábra: A D06 és D16 kőbalták makroszkópos és BSE képei.



V/5. ábra: Amfibolok kémiai összetétele a kékpala-zöldpala átmeneti típusú kőeszközökben az $\text{Al}^{\text{VI}}+\text{Fe}^{3+}+2\text{Ti}$ vs $\text{Na}^{(\text{B})}$ diagramon ábrázolva, nyíllal jelezve a mag és szegély közötti fázisváltozásokat.

VI. AMFIBOLITOK

A Herman Ottó Múzeum neolit csiszolt kőeszköz gyűjteményéből 28 db mintát amfibolit közettípusba soroltam. Dolgozatomban amfibolitként tárgyalom azt a kőzetet, mely a regionális metamorfózis során elérte az amfibolit fáciest.

A leletek többsége alaposan feltárt régészeti kontextusból került elő, a kőeszközök régészeti lelőhelyeit az **VI/1. ábrán** tüntetem fel. Borsod-Derékegyháza (Edelény) és Szerencs-Taktaföldvár a két legnagyobb leletegyüttessel rendelkező régészeti lelőhely. Az előbbi lelőhelyről származó kőbalták a középső neolitikus bükki kultúrához sorolhatók (KALICZ & MAKKAY, 1977), míg az utóbbi lelőhely a késő neolitikus, tiszai kultúrát képviseli (SELJÁN, 2005). A Tiszadorogma (KALICZ & MAKKAY, 1977) és Tiszavalk/Kenderföldek (CSENGERI, 2013) lelőhelyeken végzett ásatások alkalmával ismertté vált leletanyag a középső neolit AVK időszakhoz köthető. Szirmabesenyő vagy környéke és Miskolc/Aldi2 régészeti lelőhelyű kőeszközök szintén középső neolit bükki vagy AVK jellegzetességeket mutató régészeti kontextusból ismertek (KALICZ & MAKKAY, 1977, CSENGERI, 2011). A Hejőkürt/Lidl lelőhely leletanyaga a korai tiszadobi kultúrához sorolható (CSENGERI, 2015), míg az emődi vizsgált kőbalta AVK, Tiszadob, Tiszadob-Bükk és bükki kultúrákhoz egyaránt kapcsolódhat a kerámiatöredékek alapján (CSENGERI, 2013) (**VI. melléklet/1. táblázat**). A többi kőeszköz szórványleletként került a régészeti gyűjteménybe.

Az amfibolit nyersanyagú kőeszközök meglehetősen gyakoriak a neolitikumban (HOVORKA et al., 2001, MÉRES et al., 2001, PŘICHYSTAL, 2013), ugyanis a dús amfibolkötegeknek köszönhetően, ezek a kőeszközök különösen rugalmasan és szívósan viselkednek a munkavégzés során.

A Nyugati-Kárpátokban a legközelebbi és legnagyobb amfibolittestek előfordulásai nincsenek messze a régészeti lelőhelyektől. A Nyugati-Kárpátok három fő geológiai egységből áll: Veporikum, Gömörikum és Tátrikum (PLAŠIENKA et al., 1997). A Veporikumban az amfibolit nem gyakori, de nagyobb kőzettestek a Čierna Hora és a Branisko-hegységben (FARYAD, 1999a, FARYAD & JACKO, 2002, FARYAD et al., 2005b), a LAC (Leptinit-Amfibolit Komplexum) a Veľký Zelený-pataknál és Čierny Balognál (PUTIŠ et al., 1997) fordulnak elő. A Gömörikumban a GAC (Gneisz-Amfibolit-Komplexum) kibúvások Klátovnál (FARYAD, 1990, 1999a, FARYAD & SPIŠIAK, 1999) és Rudňanyánál (RADVANEC et al., 2017) látnak napvilágot. Az Ochtiná-csoport amfibolitjai a Veporikum és a Gömörikum kontaktusán (NOVOTNÁ et al., 2015) tárulnak fel. Távolsági megjelenései a kőzetnek a Tátrikumban is vannak (IVAN et al., 2001), melyek közül a Kis-Kárpátok (IVAN et al., 2001) és a Tribeč-hegység (FARYAD, 1999a) amfibolitjai a legjelentősebbek. A Zemplénikum egysége helyezkedik el legközelebb a régészeti lelőhelyekhez, de itt az amfibolitok kisebb területen fordulnak elő, mint a fentebb felsorolt geológiai egységekben (FARYAD, 1995b, FARYAD & VOZÁROVÁ, 1997). Szlovákia főfolyói, melyek Magyarországra érkezve juttatják el a lehordott területek hordalékait, ugyancsak nem zárhatók ki a lehetséges forrásterületek közül (**VI/2. ábra**).

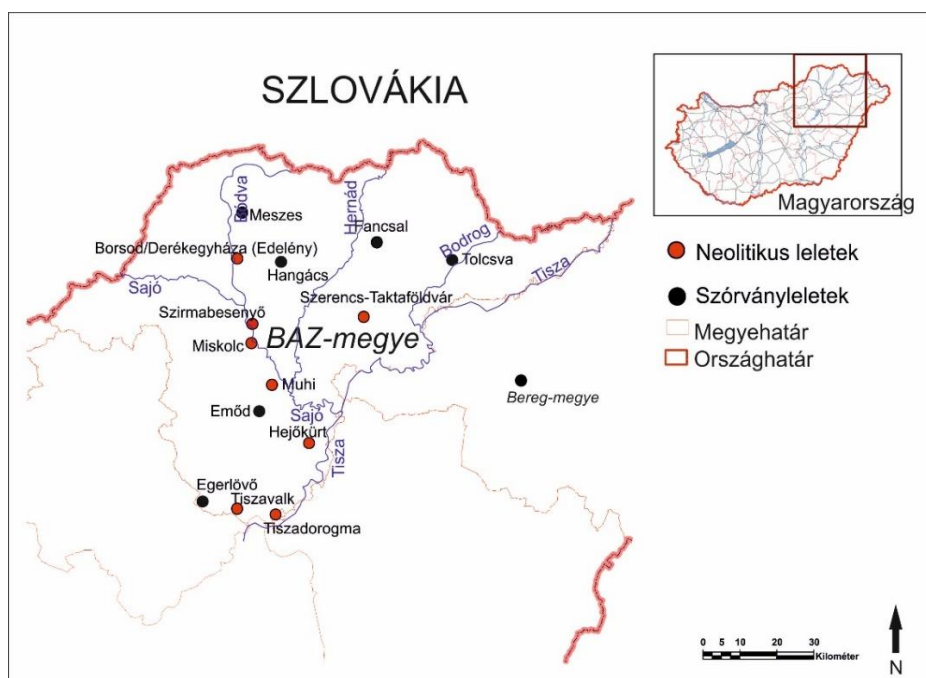
Korábbi archeometriai munka során HOVORKA & CHEBEN (1997) vizsgálta a Szlovákia délnyugati részén fekvő Bajč régészeti lelőhelyről származó, középső neolit, Zseliz kultúrába tartozó változatos amfibolit és zöldpala csiszolt kőeszközöket vizsgálta. Az itt talált kőbalták lehetséges forrásterületeinek a Kis-Kárpátokat, a Szlovák-érchegységet, a Tribeč-hegységet, a

Cseh-masszívum keleti részét, a Keleti- vagy Északi-Alpokat valamint a Garam- és Duna-folyók medreit valószínűsítik.

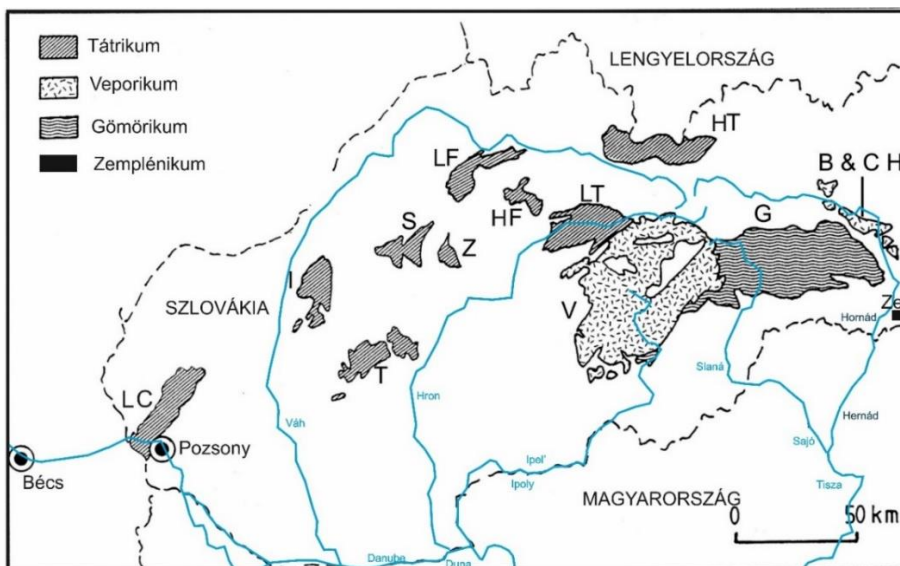
VI.1. Makroszkópos megfigyelések

A legtöbb kőeszköz ép, bár némely kőbaltán használatból eredő sérülések vagy kopásnyomok láthatók. 4-11,5 cm hosszúak, 1-6,5 cm szélesek és 0,5-4 cm vastagságúak. Régészeti tipológiájukat tekintve zömében laposvésők. Kivételt képeznek a D21, D32 és D39 minták, melyek kaptafa alakú kőbalták, a D38 és D40 átfúrt nyéllyukas kőbalták, és a D48 jelű nyelvalakú kőbalta.

A kőbalták finomszemcsésék, kompakt szövetűek, jellemzően foliáltak. Színük szürke, szürkésfekete és sötétbarna. Zöld és barna foltok és sávok szabad szemmel megfigyelhetők felszínükön (VI/6. A, C, E, 7. A, D, F, H, 8. A, C ábrák). A D22 jelű kőbalta durvaszemcsés szövetű, melyben szabad szemmel is megfigyelhetők az amfibol- és kvarckristályok (VI/9. A ábra). Uralkodó mágneses szuszceptibilitás értékeik $0,5-2,67 \cdot 10^{-3}$ SI között változnak. Hét mintánál (B12, C02, D04, D08, D18, D21, D33) magasabb értékeket mértem, elérve a $46 \cdot 10^{-3}$ SI-t, míg négy kőeszköznél (D17, D32, D35, D38) az MS értékek $0,5 \cdot 10^{-3}$ SI alatt voltak (VI. melléklet/1. táblázat).



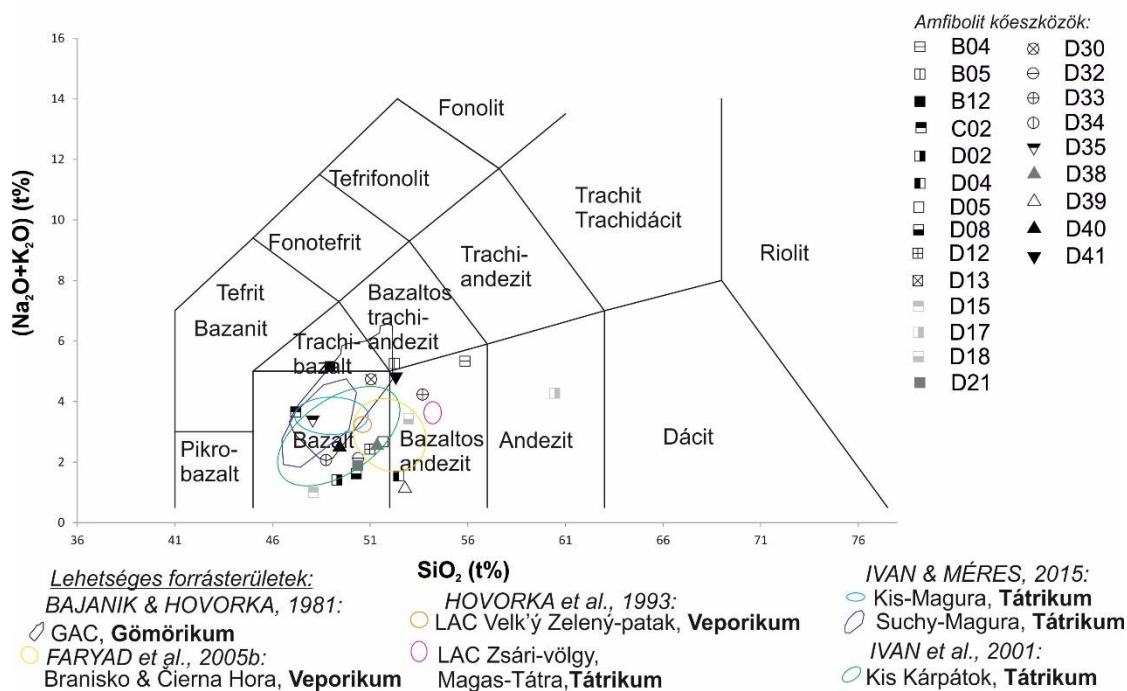
VI/1. ábra: Amfibolit kőeszközök régészeti lelőhelyei.



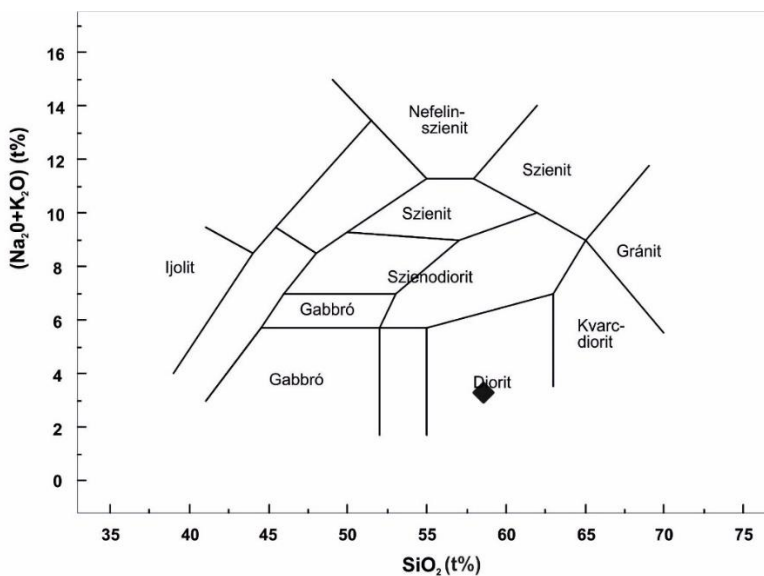
VI/2. ábra: Amfibolit előfordulások Szlovákiában, továbbá a szlovák főfolyókák vázlatos térképen ábrázolva (KRÁL' et al., 1997 után módosítva). Rövidítések: B & CH: Branisko és Čierna Hora, G: Gömörikum, V: Veporikum, Ze: Zemplénikum, LT: Alacsony-Tátra, HT: Magas-Tátra, LF: Alacsony-Fátra, HF: Magas-Fátra, S: Sztrázso-hegység, Z: Zsár-hegység, I: Inóc-hegység, T: Tribeč-hegység, LC: Kis-Kárpátok.

VI.2. Kőzetkémia

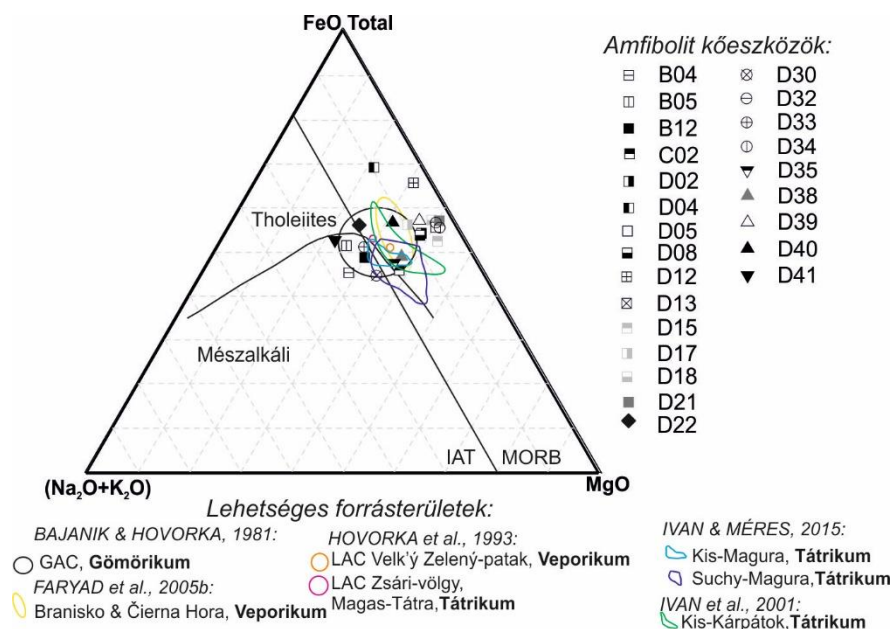
PGAA vizsgálattal elemzett amfibolit kőeszközök kőzetkémiai adatait a **VI. melléklet/2. táblázatban** mutatom be. A kőbaltákat jellemző SiO_2 -tartalom 46,55-59,00 t%. A D12 mintában mért TiO_2 -tartalom 3,70 t%, mely markánsan magasabb, mint a többi kőeszköz esetében. A minták a TAS-diagramban ábrázolva a bazalt, trachibazalt, bazaltos andezit és andezit mezőkbe esnek, szubalkáli összetételt mutatva, mivel a $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ tartalmuk 0,92-5,17 t% közötti (**VI/3. ábra**). A D22 jelű minta elemzését a mélységi magmás kőzetek ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$) diagramjába illesztettem be, ahol diorit protolitot jelez az eredmény (**VI/4. ábra**). Az AFM-diagramban a vizsgált kőeszközök főleg tholeiites jelleget mutatnak (**VI/5. ábra**).



VI/3. ábra: Amfibolit köeszközök, valamint amfibolit terepi minták kőzetkémiai adatai a TAS-diagramon (LE BAS et al., 1986) ábrázolva.



VI/4. ábra: A $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ — SiO_2 diagramon (COX et al., 1979) a D22 jelű köeszköz kőzetkémiai adatai.



VI/5. ábra: Amfibolit köeszközök, valamint amfibolit terepi minták kőzetkémiai adatai az AFM-diagramon (IRVINE & BARAGAR, 1971) ábrázolva.

VI.3. Petrográfia és ásványkémia

23 mintát EDS/SEM módszerrel vizsgáltam meg, melyből nyolc köeszközt ép állapota miatt az eredeti felszín módszerét alkalmaztam. Az utóbbi módszernél az amfibolok zónássága nem minden esetben figyelhető meg.

A vizsgált köeszközök többsége a BSE felvételeken is láthatóan finomszemcsés, kivéve a D08, D12, D13, D15, D18, D22, D30 jelű durvaszemcsés köeszközöket (**VI/6, 7, 9. ábrák**). A minták többsége foliált (**VI/6. A, 7. A, F, H., 8. ábrák**), kivételt képeznek a B12, D17, D18, D22, D33, D45, D47 jelű kőbalták (**VI/7. H, 9. A ábrák**).

A vizsgált amfibolit köeszközöket főleg kalcium-amfibolok (Mg-hb, Act, Tsch, Prg, Sdg) valamint azok vasgazdag megfelelői, változatos összetételű plagioklászok, epidot/klinozoisit és kloritok alkotják (**VI. melléklet/3. táblázat**). Titanit, ilmenit és a kvarc gyakori akcesszóriák. Tekintettel a fő kőzetalkotó ásványok szöveti helyzetére, az ásványkémiai klasszifikációra és az egyensúlyt mutató ásványtársaságra, három főcsoportot különböztettem meg.

Az első csoportba hat köeszközt soroltam, melynél az amfibol magjában alacsonyabb $Al_{(tot)}$ -tartalmú (0,14-2,84 apfu) kalciumos amfibol (Act, Mg-hb) kristályosodott ki, míg a szegélyén nagyobb $Al_{(tot)}$ (0,73-2,83 apfu) értékek jellemzik a kalciumos amfibolokat (Mg-hb, Prg, Tsch), őrizve a progresszív metamorfózis jegyeit (**VI. melléklet/3. táblázat**).

A második csoportba sorolható a vizsgált amfibolit kőbalták többsége (16 minta), melyben magneziohornblende, pargasit, sadanagit és ezek vas-gazdag megfelelői kristályosodtak ki a magban, míg szegélyüket tipikusan aktinolit alkotja. A 2. főcsoportban az ásványi összetevők alapján négy további alcsoportot hoztam létre:

2a alcsoportba sorolt köeszközökben káliföldpát, biotit és klinopiroxén nem került kimutatásra (B12, D02, D04, D08, D18, D21, D32, D47),

2b alcsoport: káliföldpát ± biotit tartalmú amfibolitok (B04, B05, C02, D48)

2c alcsoport: klinopiroxén ± biotit tartalmú amfibolitok (D15, D34, D45)

2d alcsoport: biotit-tartalmú amfibolit, káliföldpát és klinopiroxén nélkül (D17).

Az oszlopos és jellemzően zónás magneziohornblende nematoblasztként a két főcsoport összes kőeszközéből kimutatásra került jelentős mennyiségben (**VI. melléklet/3. táblázat**).

A harmadik csoportba a durvaszemcsés szövetű D22 jelű kőbaltát került, melyen már szabad szemmel is megfigyelhetők az amfibol- és kvarckristályok (**VI/9. A ábra**).

VI.3.1 Amfibolok

1. csoport

Az 1. csoportban az amfibolok magjából aktinolit és magneziohornblende került kimutatásra. A $^B\text{Na}/(\text{Ca}+\text{Na})$ értékei szűk tartományt fednek le magban és szegélyben egyaránt: 0,00-0,19. A ^ANa és X_{Mg} átfedést mutatnak magban és szegélyben. A $^A\text{Na} = 0,00-0,65$ apfu, az $X_{\text{Mg}} = 0,49-0,79$ értékekkel bír.

Aktinolitot a D30 jelű minta kivételével az összes kőeszköz tartalmazta. Tipikusan az amfibol mag helyzetből került leírásra $^{\text{IV}}\text{Al} = 0,12-0,44$, $^{\text{VI}}\text{Al} = 0,01-0,65$ és $\text{Al}_{(\text{tot})} = 0,14-1,03$ apfu értékekkel. A D05, D30 és D31 kőeszközökből magban előforduló magneziohornblendékben az $^{\text{IV}}\text{Al} = 0,33-1,13$, $^{\text{VI}}\text{Al} = 0,50-1,71$, $\text{Al}_{(\text{tot})} = 0,44-2,84$ apfu. A D05, D12, D13 és D33 jelű mintákban magneziohornblende-magnezioferrihornblende ($^{\text{IV}}\text{Al} = 0,28-1,12$, $^{\text{VI}}\text{Al} = 0,60-1,64$ és $\text{Al}_{(\text{tot})} = 0,73-2,75$ apfu) keretezi az aktinolit-magneziohornblendét. Tschermakit ($^{\text{IV}}\text{Al} = 1,10-1,48$, $^{\text{VI}}\text{Al} = 1,15-1,55$ és $\text{Al}_{(\text{tot})} = 2,50-2,63$ apfu) került leírásra korábban kristályosodott ásványok szegélyéről a D05, D30 és D31 jelű kőeszközökből. Pargasit ($^{\text{IV}}\text{Al} = 0,72-1,13$, $^{\text{VI}}\text{Al} = 1,52-1,70$ $\text{Al}_{(\text{tot})} = 2,31-2,83$ apfu) az aktinolit-magneziohornblende szegélyén figyelhető meg a D30 és D31 mintákban.

2. csoport

A 2. csoport amfiboljaiban a $^A\text{Na} = 0,00-0,60$ apfu, $^B\text{Na}/(\text{Ca}+\text{Na}) = 0,00-0,19$, míg a $X_{\text{Mg}} = 0,30-0,79$ szűk értéktartományokat mutat, melyek átfednek a magban és a szegélyen.

A 2a alcsoportban a vizsgált kőbalták amfibolmagjában magneziohornblende ($^{\text{IV}}\text{Al} = 0,01-0,93$, $^{\text{VI}}\text{Al} = 0,07-1,79$, $\text{Al}_{(\text{tot})} = 0,84-2,29$ apfu) őrződött meg, míg a szegélyt aktinolit-hornblende ($^{\text{IV}}\text{Al} = 0,18-0,54$, $^{\text{VI}}\text{Al} = 0,00-0,50$, $\text{Al}_{(\text{tot})} = 0,23-0,89$ apfu) alkotja. Ferritschermakit és ferrotschermakit ($\text{Al}_{(\text{tot})} = 2,13$ apfu) a D08 minta magjából került leírásra. A D47 jelű kőeszköz amfibolmagját magneziohornblende és pargasit-ferropargasit ($\text{Al}_{(\text{tot})} = 2,64-3,31$ apfu) alkotja. A B12 kőbaltá amfibolmagjában a ferropargasit, sadanagait és ferrosadanagait fajokban az $\text{Al}_{(\text{tot})}$ magasabb értékeket mutat: 2,97-3,45 apfu.

A 2b alcsoport mintáinak magjában magneziohornblende-ferrohornblende kristályosodott ki, habár a D48 jelű kőeszközben pargasit és ferropargasit is kimutatásra került. Az amfibolmagokban az $^{\text{IV}}\text{Al} = 0,41-0,75$, $^{\text{VI}}\text{Al} = 0,39-1,40$, $\text{Al}_{(\text{tot})} = 0,86-2,00$ apfu, míg a szegélyen az aktinolitokban ezek az értékek jelentős csökkenést jeleznek $^{\text{IV}}\text{Al} = 0,23-0,48$, $^{\text{VI}}\text{Al} = 0,00-0,42$, $\text{Al}_{(\text{tot})} = 0,36-0,66$ apfu.

A 2c alcsoport amfibolmagjaiban magneziohornblende-ferrohornblende kristályosodott ($^{\text{IV}}\text{Al} = 0,30-0,92$, $^{\text{VI}}\text{Al} = 0,60-1,30$, $\text{Al}_{(\text{tot})} = 0,83-2,21$ apfu), míg a szegélyen magneziohornblende-aktinolit ($^{\text{IV}}\text{Al} = 0,07-0,35$, $^{\text{VI}}\text{Al} = 0,27-0,64$, $\text{Al}_{(\text{tot})} = 0,52-1,03$ apfu) növekedett tovább.

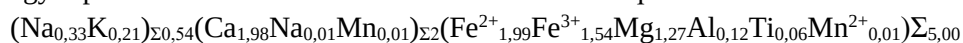
A 2d alcsoportba a D17 jelű mintát soroltam, amelynek az amfibolmagjában magneziohornblende-ferropargasit ($^{\text{IV}}\text{Al} = 0,35-1,03$, $^{\text{VI}}\text{Al} = 0,39-1,68$, $\text{Al}_{(\text{tot})} = 0,86-2,73$ apfu)

figyelhető meg, amit magneziohornblende–aktinolit keretez ($^{IV}Al = 0,13-0,42$, $^{VI}Al = 0,05-0,43$, $Al_{(tot)} = 0,18-0,76$ apfu).

A kalcium-amfibolok kémiai elemzési eredményeit a **VI. melléklet/4., 5. táblázatokban** mutatom be.

3. csoport

A kőeszközből egy ritka amfibolfaj, a ferroferrisadanagait került meghatározásra (**VI/9. B, C ábrák**), mely a régi amfibol nevezéktan szerint (LEAKE et al., 1997) a hastingsit fajba sorolható. Az amfibol elemzésekben a FeO-ként mért összes vastartalom 27,77-30,24 tömeg%; egy reprezentatív elemzésből számolva az amfibol képlete:



$(Si_{5,68}Al_{2,32})_{\Sigma 8} O_{22} (OH)_2$. Az amfibol kémiai elemzési eredményeit a **VI. melléklet/6. táblázatban** mutatom be.

Összességében megállapítható, hogy az amfibolit kőeszközökből vizsgált amfibolok az aktinolit, magneziohornblende, tschermakit, pargasit és sadanagait mezőkben helyezkednek el a $A(Na+K+2Ca) - C(Al+Fe^{3+}+2Ti)$ diagramokban (**VI/10, 11. ábrák**).

VI.3.2. Piroxének

A piroxének képletét 6 oxigénre, a FeO/Fe₂O₃ arányt pedig 4 kationra számoltam. Az amfibolitokból kimutatásra került normalizált piroxén szélsőtag komponenseket az En-Fs-Wo diagramban (MORIMOTO, 1989) ábrázoltam.

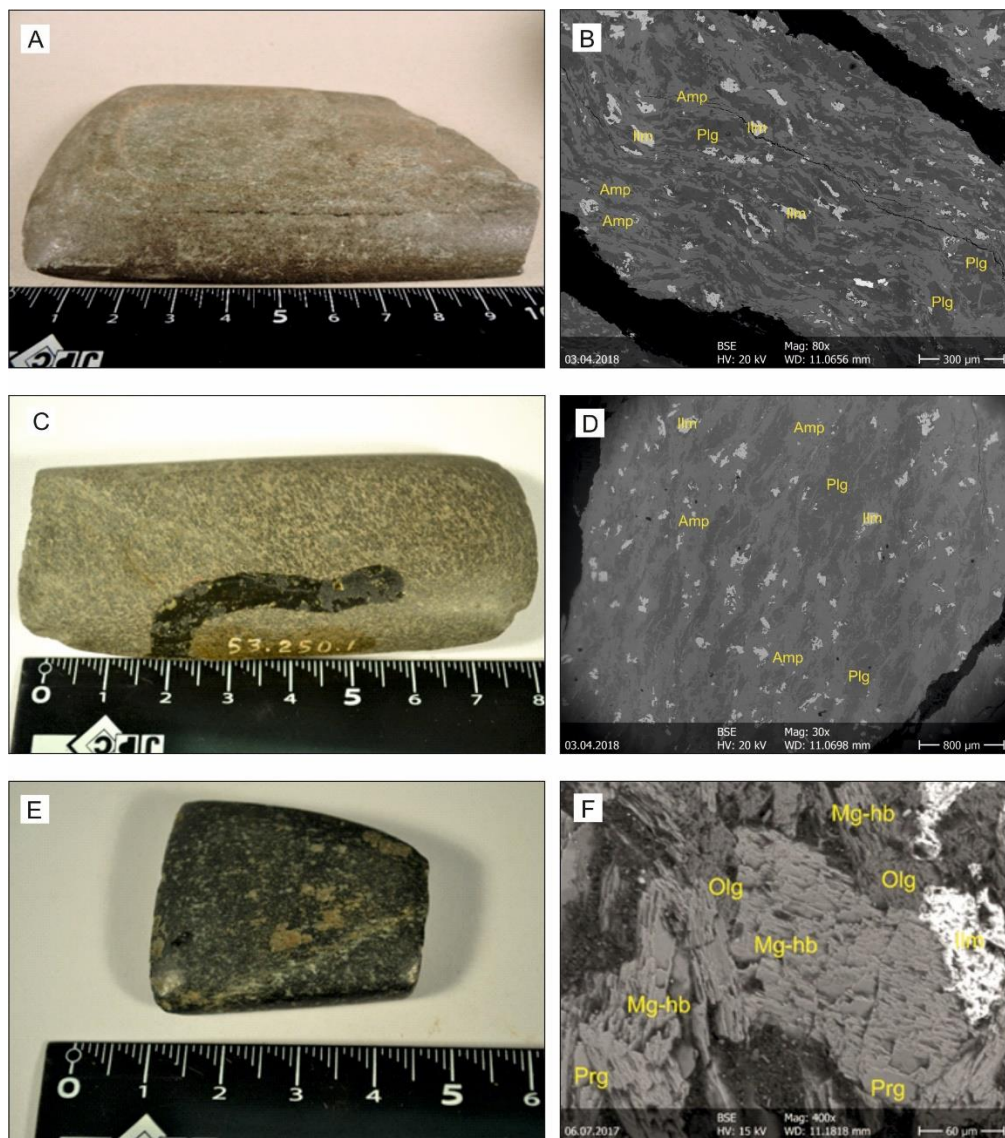
Az augit reliktt fázisként, kis mennyiségben fordul elő amfibolok mellől a D34 és D45 jelű kőeszközökből. A D34 piroxénjének kémiai összetétele: En_{0,37} Fs_{0,28} Wo_{0,34}, míg a D45 minta piroxén-összetétele En_{0,28-0,39} Fs_{0,25-0,5} Wo_{0,23-0,42} értékek között változik (**VI/12. ábra**).

Diopszidot ugyancsak reliktt fázisként a D15 mintában figyeltem meg, kémiai összetétele szűk tartományt fed le: En_{0,38} Fs_{0,15} Wo_{0,47} (**VI/12. ábra**).

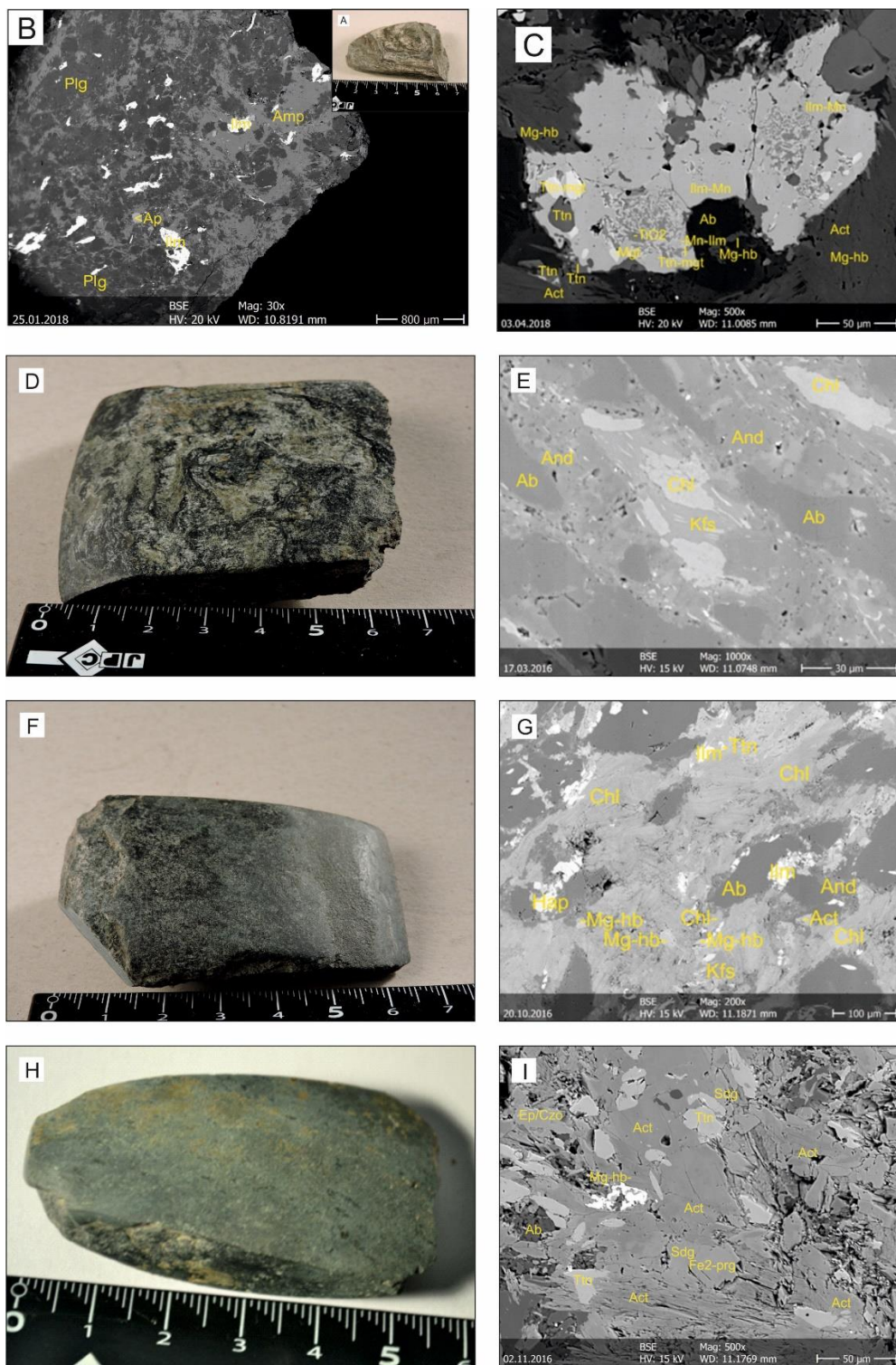
VI.3.3. Földpátok

Az amfibolitokban mért plagioklászok változatos kémiai összetételt mutatnak az albittól a bytownitig (**VI/13. ábra**).

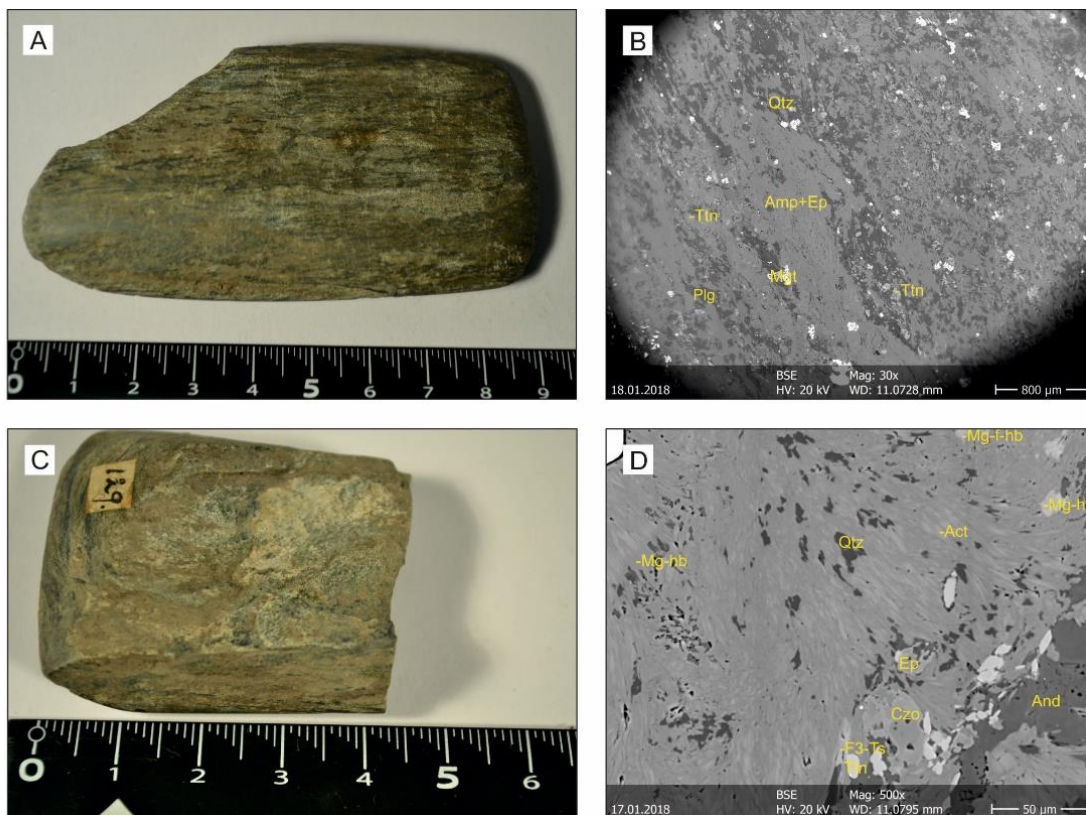
Az 1. csoportban, a D31 mintában a mag-perem zonáció a plagioklászokban az eredeti felszín vizsgálatok korlátai miatt nem mutatható ki. A plagioklász összetétele oligoklász-andezin (An_{23,0-30,0}). A D05 és D13 jelű kőeszközök magjából feltehetőleg reliktt fázisként labradorit (Plg1) került leírásra, szűk összetételi tartománnyal (An_{54,3-61,9}), míg a szegélyét (Plg2) andezin alkotja (An_{47,1-49,9}) (**VI. melléklet/3. táblázat**). A D12, D30 és D33 jelű kőbaltákban albit (An_{0,0-6,7}) a prekinematikus plagioklász (Plg1) (**VI. melléklet/3. táblázat**). A D30 és D33 mintákban oligoklász (An_{15,9-29,6}) (**VI/13. ábra**), a D12 kőeszközben andezin (An_{37,9-44,5}) a posztkinematikus szöveti helyzetben képződő plagioklász (Plg2) (**VI. melléklet/3. táblázat**).



VI/6. ábra: Az 1. csoportba tartozó kőeszközökről készült makroszkópos és BSE-képek. **A—B:** D12 minta, **C—D:** D13 minta, **E—F:** D30 minta (eredeti felszín módszerrel elemezve).



VI/7. ábra: A 2. csoportba tartozó kőeszközökről készült makroszkópos és BSE-képek. **A—B** ilmenit-gazdag D18 minta (2a alcsoport). **C:** lmenitet részben titanit helyettesíti magnetit-zárvánnyal a D18 minta BSE felvételén. **D—E:** B04 minta (2b alcsoport). **F—G:** B05 minta (2b alcsoport). **H—I:** B12 minta (2a alcsoport).



VI/8. ábra: Makroszkópos és BSE képek a foliált, epidot-gazdag D04 mintáról (A-B: 2a alcsoport) és a jól foliált D08 mintáról (C-D: 2a alcsoport).

A 2. csoportban, a D04, D08, D45 és D48 jelű köeszközökben az andezin ($An_{40,3-49,5}$) és labradorit ($An_{50,9-64,8}$) szöveti viszonyai nem egyértelműek. A C02 és D15 mintákban reliktfázisként (Plg1) labradorit és bytownit ($An_{63,1-89,0}$) került kimutatásra, míg a szegélyen (Plg2) oligoklász-andezin ($An_{13,4-46,5}$) összetételű plagioklász kristályosodott ki. A 2. csoport többi vizsgált mintájánál a reliktfázisok összetétele $An_{24,4-65,7}$ (Plg1), míg posztkinematikus fázisként széles összetételi tartománnyal, albit ($An_{0,0-9,1}$) (Plg2) figyelhető meg (VI. melléklet/3. táblázat, VI/7. E, G, I ábrák). Káliföldpátot reliktfázisként a 2b alcsoportban találtam (VI/7. E, G ábrák).

A 3. csoport D22 jelű köeszközéből andezint ($An_{45,95-47,00}$) reliktfázisként (Plg1) figyelhető meg, az átalakulás során albit képződött (Plg2) (VI/9. B, C, D ábrák).

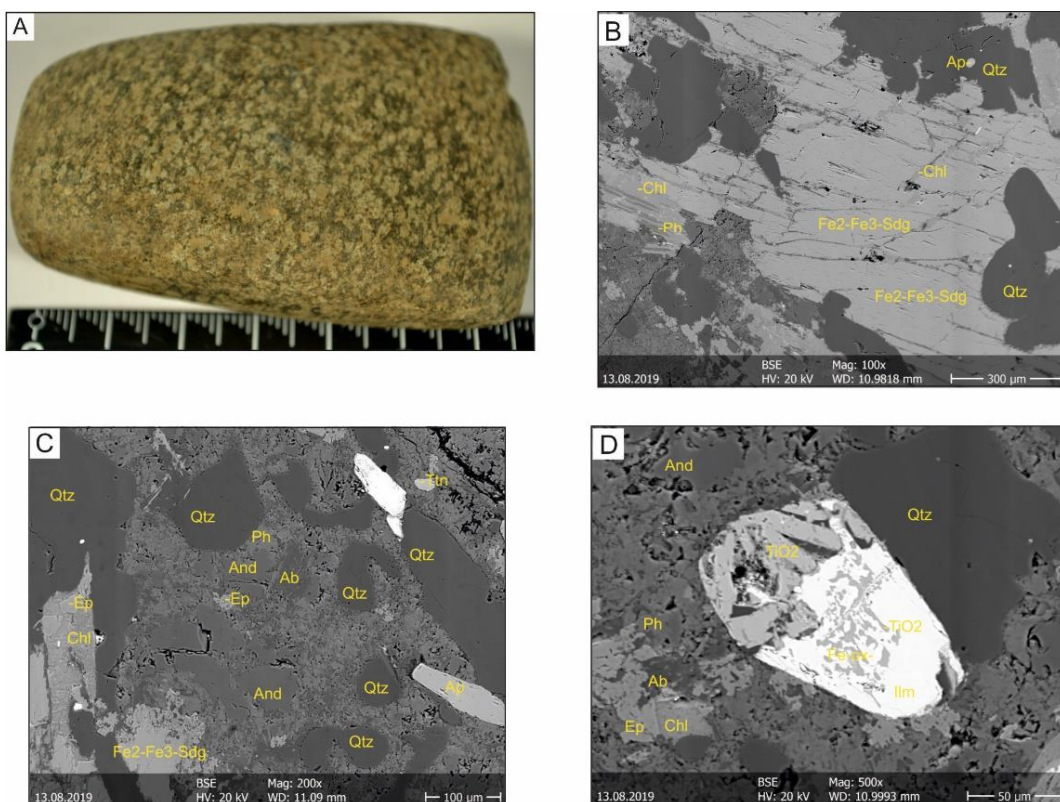
VI.3.4. Megfigyelt más ásványok

Epidot/klinozoisit kilenc mintában van jelen (VI. melléklet/7. táblázat). Tipikusan zónásak, ahol a Fe-tartalom a magtól a szegély felé növekszik. A D02 és D04 jelű köbaltákban a megfigyelt epidot és klinozoisit mennyisége eléri a 30%-ot (VI/8. B, D ábrák).

Biotit a C02, D15 és D17 (2. csoport) köeszközökből mutattam ki. A C02 és D17 köeszközökben a biotit kloritosodik. A biotitok kémiai elemzési eredményeit a VI. melléklet/8. táblázatban mutatom be.

Az *ilmenit* idioblasztos és hipidioblasztos szemcséket alkotva jelenik meg gyakori akcesszóriaként a vizsgált köeszközök többségében. A B12, D15 és D18 köeszközökben (VI/7.

C ábra) az ilmenit már részben titanitosodott, továbbá a D18 mintában az ilmenit magnetit, valamint Ti-tartalmú magnetit zárványokat is tartalmaz (**VI/7. C ábra**). A B12, D15 és D18 mintákban az ilmenit MnO-tartalma viszonylag jelentős, 3,0-3,97 tömeg% közötti értékeket mutat. A D18 jelű köeszközben az ilmenitlamellák elérik a 600 μm -t.

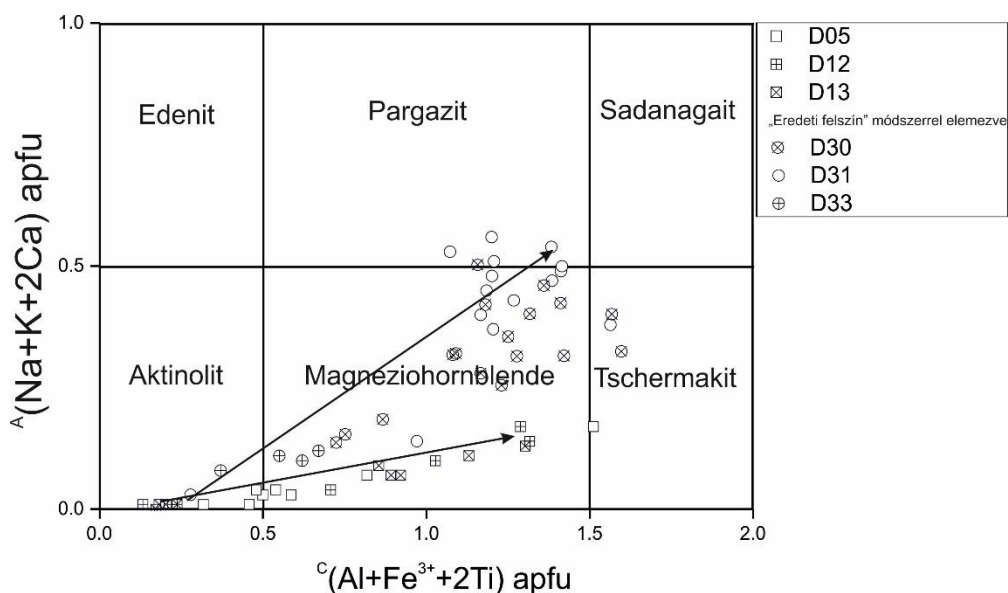


VI/9. ábra: Makroszkópos és BSE képek a durvaszemcsés ferroferrisadanagait-tartalmú D22 jelű kőbaltáról.

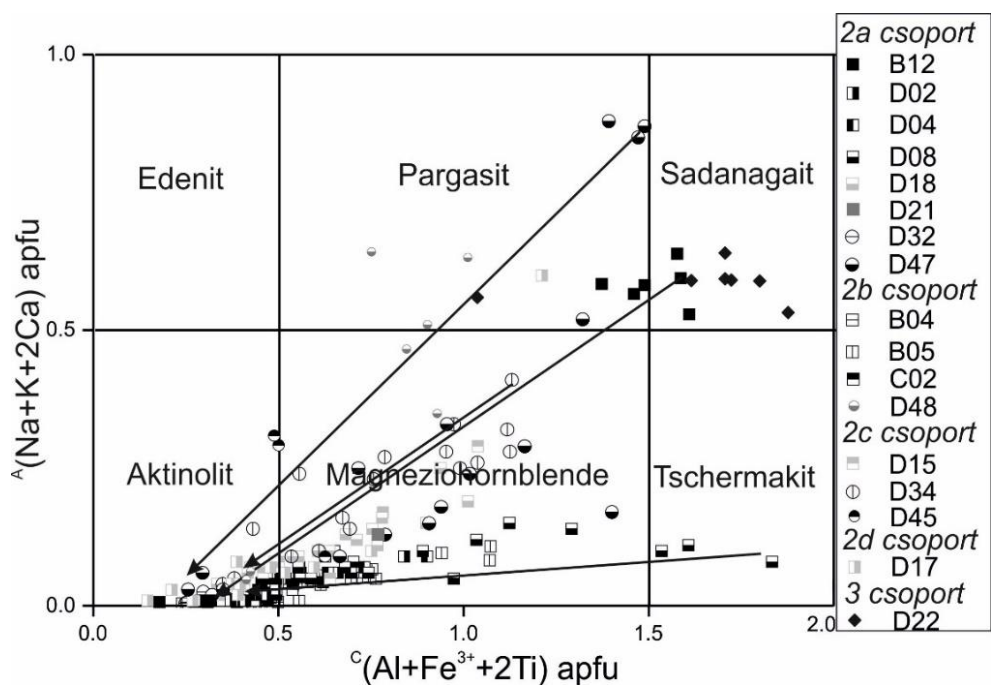
A *titanit* az egyik leggyakoribb akcessória, a B05, D13, D31 és D33 jelű köeszközök kivételével minden mintában megjelenik. Al_2O_3 -tartalma tipikusan nagy, 1,26-5,79 t% között változik. A legmagasabb értéket a D05 mintában mértük, de a B04, D15, D18 és D45 mintákban is viszonylag magas értékeket mutatott (2,28-4,01 tömeg%).

Magnetit a D04, D18, D21 és D33 mintákból kerültek leírásra. A D04 kőbaltában a foliációs sík mentén oszlik el és mérete eléri a 200 μm -t (**VI/8. B ábra**). A D18 jelű köeszközben a magnetit és Ti-tartalmú magnetit (TiO_2 : 4,29 wt%) zárványként fordul elő Mn-tartalmú ilmenitben (**VI/7. C ábra**).

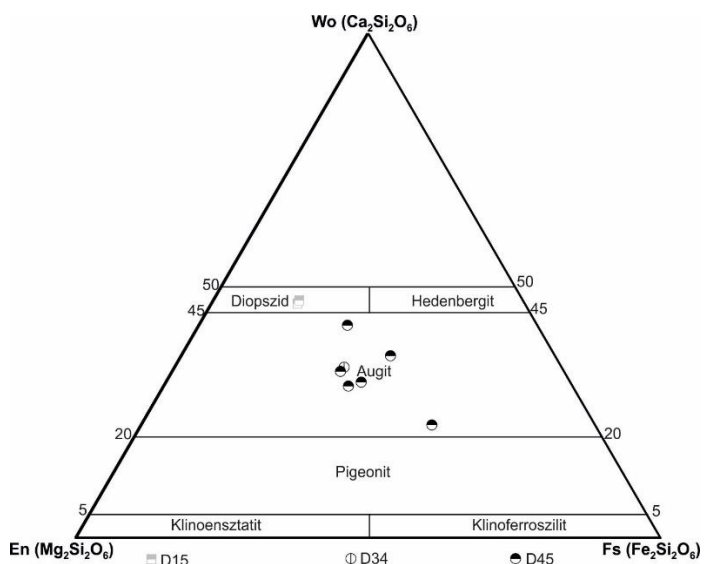
A *klorit* gyakori közetalkotó komponens és hat mintából lett kimutatva. A D13 köeszközből aktinolit és epidot szegélyéről került leírásra és összetétele alapján klinoklorként azonosítható. A D02 kőbaltában magneziohornblende szegélyén figyelhető meg a klorit. A D04 mintában hematitzemcsében történik a kloritosodás. A D02 és D04 köeszközökben kloritok összetétele chamositos jellegű. A kloritok kémiai elemzési eredményeit a **VI. melléklet/9. táblázatban** mutatom be.



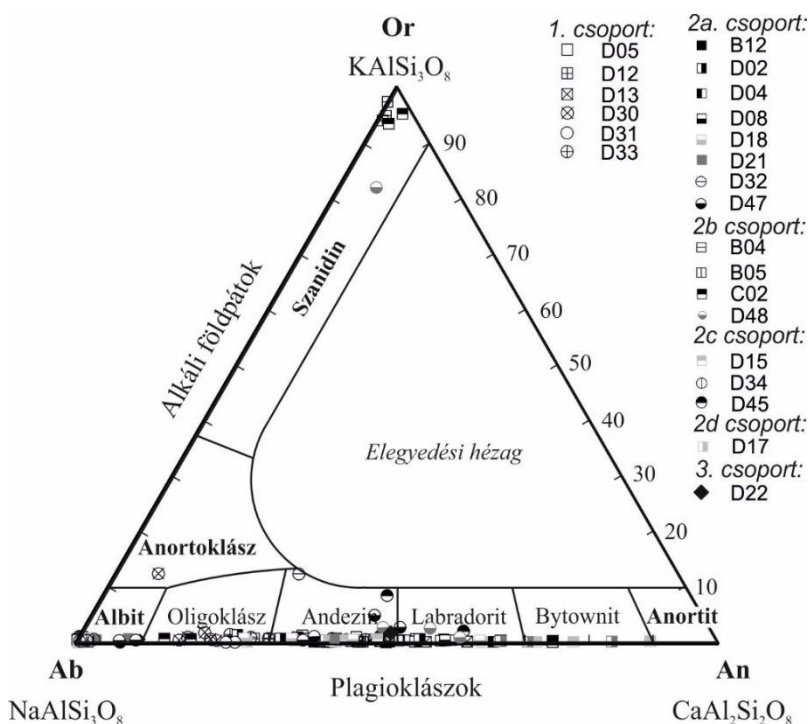
VI.10. ábra: Az 1. csoport kalcium-amfiboljainak a kémiai összetétele a $C(\text{Al}+\text{Fe}^{3+}+2\text{Ti})$ — $A(\text{Na}+\text{K}+2\text{Ca})$ diagramban ábrázolva, nyíllal jelezve a mag és a szegély közötti fázisváltozásokat.



VI.11. ábra: A 2. és 3. csoportok kalcium-amfiboljainak a kémiai összetétele a $C(\text{Al}+\text{Fe}^{3+}+2\text{Ti})$ — $A(\text{Na}+\text{K}+2\text{Ca})$ diagramban ábrázolva, nyíllal jelezve a mag és a szegély közötti fázisváltozásokat.



VI/12. ábra: Az amfibolit kőeszközök piroxénjeinek kémiai összetétele az En-Fs-Wo háromszög-diagramban ábrázolva (MORIMOTO, 1989).



VI/13. ábra: Az amfibolit kőeszközökben lévő földpátok kémiai összetétele az Ab-An-Or háromszög-diagramban ábrázolva.

VI. 4. Röntgendiffrakciós vizsgálatok

A 28 db amfibolit kőeszközből 12 mintáról roncsolásmentes röntgen-diffrakciós vizsgálat történt. A kiértékelések során első találatként jelent meg valamelyik Ca-amfibol kártyája. Az XRD-vel kimutatott ásványtársaság alátámasztotta az EDS/SEM mérések eredményeit. A D35, D38, D39, D40 és D41 jelű kőeszközökön EDS/SEM mérés nem történt, így ezeket nem soroltam csoportba, viszont a röntgen adatok segítettek a közettípusba sorolást. Az egyes mintákból kimutatott ásványfázisok a következők:

D05 (1. csoport): Ferroaktinolit, magneziohornblende, labradorit, kvarc (**VI. melléklet/1. ábra**).

D30 (1. csoport): Magneziohornblende, aktinolit, ferroaktinolit, andezin, kvarc (**VI. melléklet/2. ábra**).

D31 (1. csoport): Hornblende, andezin, epidot (**VI. melléklet/3. ábra**).

B12 (2a alcsoport): Magneziohornblende, aktinolit, albit, titanit, csillám. (**VI. melléklet/4. ábra**).

D32 (2a alcsoport): Magneziohornblende, albit, epidot, titanit (**VI. melléklet/5. ábra**).

C02 (2b alcsoport): Magneziohornblende, ferroaktinolit, aktinolit, andezin, klinoklor, titanit (**VI. melléklet/6. ábra**).

D22 (3. csoport): Amfibol, plagioklász, kvarc, titanit, rutil (**VI. melléklet/7. ábra**).

D35: Magneziohornblende, aktinolit, albit (kalciumos), kalcit (**VI. melléklet/8. ábra**).

D38: Magneziohornblende, pargasit, labradorit, epidot, ilmenit, titanomagnetit (**VI. melléklet/9. ábra**).

D39: Magneziohornblende, aktinolit, andezin, titanit (**VI. melléklet/10. ábra**).

D40: Magneziohornblende, aktinolit, albit, epidot, biotit, kvarc, titanit (**VI. melléklet/11. ábra**).

D41: Magneziohornblende, aktinolit, labradorit, titanit (**VI. melléklet/12. ábra**).

VI.5. Termobarometriai modellezés

A Ca-amfibol gyakori és fő közetalkotó az amfibolitokban, ezért egy Ca-amfibolokra kidolgozott termobarometriai eljárást alkalmaztam a maximum P-T értékek becslésére (GERYA et al., 1997) A módszert Fe^{3+} -ra módosította ZENK & SCHULZ (2004). Az amfibolok képletét javaslatukra a 13CNK módszert alkalmazva számítottam ki az ACES 2 Excel-táblázatot használva (LOCOCK, 2014). Az alkalmazott termobarometriai modellezés abszolút hibahatára $\pm 1,2$ kbar és ± 37 °C.

1. csoport

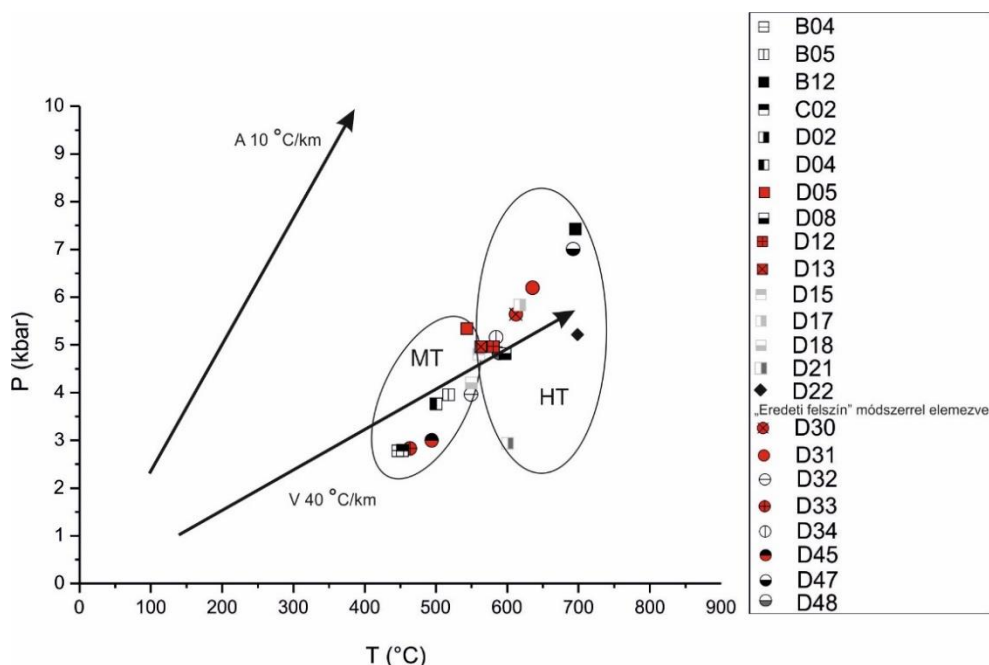
A D33 mintából mért magneziohornblende képződési hőmérséklete és nyomása termobarometriai becslés alapján 460 °C és 2,8 kbar értékeket mutat. A D05 jelű kőbaltában tschermakit magneziohornblendét szegélyez, a tschermakit kristályosodási viszonyai 540 °C és 5,3 kbar. A D12 és D13 minták nagyon hasonló ásványos összetételűek, a két kőbaltából vizsgált magneziohornblende $T_{\text{max}} = 560\text{--}570$ °C és $P_{(T_{\text{max}})} = 5$ kbar értékeket mutat. D30 és D31 jelű mintákban tschermakit maghelyzetben található, a tschermakitból becsült $T_{\text{max}} = 615\text{--}635$ °C és $P_{(T_{\text{max}})} = 5\text{--}6$ kbar. A D30 mintában a magneziohornblendét szegélyező pargasit T_{max} értéke 615 °C, a hozzá tartozó $P_{(T_{\text{max}})} = 5,5$ kbar. A D31 kőbaltából a pargasit 635 °C és $P_{(T_{\text{max}})} = 6,2$ kbar értékeket eredményezett, mely egyezik a magneziohornblendéből számított értékekkel (**VI. melléklet/10. táblázat**) (**VI/14. ábra**).

2. csoport

A 2a alcsoportba sorolt D08 mintában a tschermakit $T_{\max} = 635\text{ °C}$, $P_{(T_{\max})} = 5,5\text{ kbar}$ kristályosodási értékeket őriz. A B12 kőeszközben pargasit szegélyezi a magneziohornblendét, a pargasit $T_{\max} = 670\text{ °C}$ és $P_{(T_{\max})} = 6,5\text{ kbar}$ értékeket rögzít. Ugyanebben a kőeszközben a sadanagait megjelenése a magneziohornblende szegélyén, közel azonos termikus maximumot (680 °C) és valamivel nagyobb, $P_{(T_{\max})} = 7,3\text{ kbar}$ értékeket jelez. A D47 mintában a pargasit kristályosodása $T_{\max} = 690\text{ °C}$, $P_{(T_{\max})} = 7,0\text{ kbar}$ viszonyokkal jellemezhető. A 2b alcsoportba sorolt D17 jelű kőbalta esetében a ferropargasitból lett a termikus maximum meghatározva, ami 610 °C és a hozzá tartozó $P_{(T_{\max})} = 5,7\text{ kbar}$. A 2. csoport többi mintájánál a metamorfózis csúcs értékei magneziohornblendéből lettek számolva, az így kapott $T_{\max} = 450\text{--}610\text{ °C}$, $P_{(T_{\max})} = 2,8\text{--}5,7\text{ kbar}$ (**VI. melléklet/10. táblázat**) (**VI/14. ábra**).

3. csoport

A D22 jelű minta termobarometriai eredményei elég egyveretűnek bizonyultak, a $T_{\max} = 715\text{ °C}$, a hozzá tartozó $P_{(T_{\max})} = 5\text{ kbar}$ (**VI/14. ábra**).



VI/14. ábra: Amfibolit kőeszközök kristályosodási $T_{\max}$ és $P_{(T_{\max})}$ értékei a P-T diagramon ábrázolva és összevetve az alpi- és a variszki metamorf gradiensekkel. (A: alpi, V: variszki, MT: közepesfokú metamorfítok, HT: nagyfokú metamorfítok; piros szín jelzi az 1. csoport mintáit).

A $T_{\max}$ értékek alapján folyamatos átmenet figyelhető meg a közepes hőmérsékletű és a magas hőmérsékletű amfibolit kőeszközök értékei között, amit a párhuzamosan növekvő $T_{\max}$ és $P_{(T_{\max})}$ eredményez (**VI. melléklet/10. táblázat**, **VI/14. ábra**). A közepes hőmérsékletű amfibolitok $T_{\max} \sim 550\text{ °C}$ és $P_{(T_{\max})} \sim 5,3\text{ kbar}$ értékeket rögzítenek. A magas hőmérsékletet őrző tschermakit-, és pargasit-tartalmú amfibolitok $T_{\max} \sim 650\text{ °C}$ és $P_{(T_{\max})} \sim 5,0\text{--}6,0\text{ kbar}$ viszonyok között kristályosodhattak ki. A sadanagait-tartalmú B12 kőbalta és pargasit-tartalmú D47 kőeszköz őrzi a legmagasabb metamorf fokot a vizsgált minták közül. Becsült P-T viszonyaik

hasznos értékeket mutatnak, a B12 esetében a $T_{\max} = 680\text{ °C}$, $P_{(T_{\max})} = 7,3\text{ kbar}$, míg a D47 mintában $T_{\max} = 690\text{ °C}$ és a $P_{(T_{\max})} = 7,0\text{ kbar}$ (**VI. melléklet/10. táblázat, VI/14. ábra**).

Az összes modellezett amfibolit köeszköz változatos metamorf fejlődést mutat. Az ásványi összetevők és a szöveti helyzetek alapján két, időben elkülönülő metamorf esemény rajzolódik ki az 1. és 2. csoportokban. Az 1. csoportban az M1 eseményt a zöldpala fácieset jelző ásványtársaság mutatja, melynél az alacsony $Al_{(tot)}$ értékű Ca-amfibolok maghelyzetben ábrázolódnak. Az M2 eseményt ugyanennél a csoportnál a magasabb $Al_{(tot)}$ értékű Ca-amfibolok jelzik, melyek az alacsony $Al_{(tot)}$ értékű Ca-amfibol szegélyen kristályosodtak ki. Az M2 esemény hőmérséklet- és nyomásnövekedést jelöl, progresszív fejlődést rögzít a zöldpala-amfibolit fácies határáról az amfibolit fácies felé. A 2. csoportba sorolt amfibolit köeszközöket zöldpala fáciesű metamorfózis bélyegezte felül, melyet a magneziohornblende és aktinolit kristályosodása mutat a korábban kivált magas $Al_{(tot)}$ értékeket mutató Ca-amfibolok (Tsch, Prg, Sdg) szegélyén.

A 3. csoportba sorolt D22 jelű kőbalta Ca-amfiboljaiból becsült termobarometriai adatok azonos P-T mezőt rajzolnak ki.

A termobarometriai becslések eredményeit a **VI. melléklet/10. táblázat** és a **VI/14. ábra** mutatja.

VI.6. Diszkusszió-Lehetséges forrásterületek

A vizsgálati eredményeket összevettem a régészeti lelőhelyekhez legközelebb eső amfibolit-előfordulásokkal, melyek a Nyugati-Kárpátok területén a Gömörikum, Veporikum, Tátrikum és Zemplénikum egységében elszórtan egyaránt megtalálhatók (**VI/2. ábra**). Mivel az amfibolit gyakori és elterjedt nyersanyag a vizsgált régészeti leletegyüttesben, ezért a legnagyobb és a legközelebbi amfibolittestek lehetnek a forrásterületei a vizsgált amfibolit köeszközöknek. Valószínűsíthető, hogy a nyersanyagok lelőhelye folyómedrekhez köthető (PŘICHYSTAL, 2013), ezt támasztja alá TÖRÖK (1996) vizsgálata, mely az amfibolit kavicsot a leggyakoribb hordaléknak írta le a Sajó- és Hernád-folyómedrekből. Ez alapján a szlovák főfolyókat is ábrázoltam a lehetséges forrásterületeket mutató térképen (**VI/2. ábra**).

A Gömörikum, Veporikum, Tátrikum amfibolitjainak kőzetkémiai értékei (BAJANIK & HOVORKA, 1981, HOVORKA et al., 1993, IVAN et al., 2001, FARYAD et al., 2005b, IVAN & MÉRES, 2015) nagyon hasonlóak és ugyancsak szubalkáli jelleget mutatnak, mint a vizsgált köeszközök (**VI/3., 4., 5. ábrák**). Az AFM diagramon a vizsgált köeszközök és a lehetséges forrásterületek kőzetkémiai adatai teljes átfedést mutatnak (**VI/5. ábra**). Ezért főelemek alapján diszkriminálni nem lehetséges a forrásterületeket. A provenienciaterület azonosításnál az ásványi összetevőkre, szöveti viszonyokra és a termobarometriai modellezéssel becsült adatokra támaszkodtam.

A felsorolt litotektonikai egységek polimetamorfózist szenvedtek a variszkuszi és alpi események során (BEZÁK et al., 1993, HOVORKA et al., 1993). Viszonylag kevés előfordulása van a progresszív szöveti jelleget mutató amfibolitoknak, ezek az Ochtiná-csoportban őrződtek meg néhány földtani kibúvásban (NOVOTNÁ et al., 2015), valamint a Veporikumban és Tátrikumban is előfordulnak elszórtan (KRIST et al., 1992). A lehetséges forrásterületeket ért variszkuszi és alpi metamorfózist két, markánsan eltérő metamorf gradiens jellemzi. A variszkuszinál ez az érték 40 °C/kbar , míg az alpi esemény esetében 10 °C/kbar . Általánosságban az amfibolitok zömére a retrográd felülbélyegzés jellemző (BEZÁK et al.,

1993). Az alkalmazott termobarometriai modellezés (GERYA et al., 1997, ZENK & SCHULZ, 2004) a termikus maximum meghatározására szolgál. A **VI/14. ábrán** a modellezett minták a variszkuszi metamorf gradiensre (BEZÁK et al., 1993) kitűnően illeszkednek. A variszkuszi metamorf gradiens (BEZÁK et al., 1993) (**VI/14. ábra**) és a variszkuszi P-T út (PUTIŠ et al., 1997) lefedik a valószínűsíthető forrásterületek és a vizsgált kőeszközök hasonló termobarometriai adatait (**VI/15. ábra**). A Tátrikumból a Kis-Kárpátok jöhet számításba, mint lehetséges proveniencia, viszont a Tribeč-hegység kizárható az eltérő termobarometriai viszonyok miatt (FARYAD, 1999a, **VI/15. ábra**).

Az 1. csoportban a tschermakit- és pargasit-tartalmú, progresszív metamorfózist mutató minták érték el a legmagasabb metamorf fokot. Az 1. csoportban a becsült $T_{\max} = 540-635\text{ °C}$ és a $P(T_{\max}) = 5,0-6,2\text{ kbar}$. A D33 mintát alacsonyabb $T_{\max} = 460\text{ °C}$ és $P(T_{\max}) = 2,8\text{ kbar}$ jellemzi. A prograd szövettű amfibolitok az Ochtiná-csoportból (NOVOTNÁ et al., 2015) és néhány elszórt előfordulás a Veporikumból és a Tátrikumból ismert (KRIST et al., 1992), ez alapján az 1. csoport kőeszközei valószínűsíthetően ezekről a területekről származhatnak. A D30 és D31 minták jól korrelálnak a GAC-Klátov területtel a P-T becslések alapján. A D05, D12 és D13 minták az Ochtiná-csoporthoz illeszkednek jól, bár a P-T adatok alapján a Branisko, Čierna Hora, Čierny Balog, Kis-Kárpátok és a GAC-Klátov sem zárható ki. A D33 minta esetében lehetséges forrásterületként mind az Ochtiná-csoport és a Čierna Hora számításba jöhet.

A B12 mintában (2. csoport) a közetalkotó közönséges amfibolok (aktinolit, magneziohornblende) mellett, a ritkán előforduló sadanagait, ferrosadanagait is kimutatásra került, továbbá pargasit, ferropargasit is jelen volt a mintában. A meghatározott sadanagait és ferrosadanagait, e két korábban ritkának számító amfibol a kémiai összetételük alapján LEAKE et al. (1997) által közölt nevezéktanban még pargasitnak és tschermakitnak felelt volna meg. Tschermakit, pargasit és vasdomináns megfelelőik a D05, D30, D31 (1. csoport), B12, D08, D47 (2a alcsoport), D45 (2c alcsoport) és D17 (2d alcsoport) jelű kőeszközökből is kimutatásra kerültek. Ezek a minták azok, melyek elérték a legnagyobb termikus maximumot (**VI/14. ábra**, **VI. melléklet/10. táblázat**). Pargasit-tartalmú variszkuszi amfibolitok a GAC-Klátov területről kerültek említésre (RADVANEC et al., 2017). Tschermakit-tartalmú amfibolitnak számos előfordulását ismeri a szakirodalom: Ochtiná-csoport (NOVOTNÁ et al., 2015), Čierny Balog (PUTIŠ et al., 1997), Čierna Hora (FARYAD & JACKO, 2002), valamint a Kis-Kárpátok (IVAN et al., 2001). A D17 és D48 pargasitos kőeszköz termobarometriai adatai alapján kiváló az egyezés GAC-Klátov, az Ochtiná-csoport és a Branisko-hegység lehetséges forrásterületeivel, ugyanakkor a távoli Kis-Kárpátok ezeknél a kőeszközöknél sem zárható ki. A D08 jelű minta (2a alcsoport) az Ochtiná-csoport, GAC-Klátov, valamint a Kis-Kárpátok és a Sztrázsó-hegység területeiről egyaránt eredeztethető (**VI/15. ábra**).

Két epidot-dús amfibolit kőbalta, a D02 és D04 jelűek (2a alcsoport) származási területének az Ochtiná-csoport vagy a GAC-Klátov valószínűsíthető, de a termobarometriai adatok alapján a Kis-Kárpátok sem zárható ki. A két kőeszköz kalkulált termobarometriai adatai megegyeznek, $T_{\max} \sim 500\text{ °C}$, $P(T_{\max}) \sim 3,7\text{ kbar}$ (**VI/15. ábra**).

A 2a alcsoportba sorolt D18, D21 és D32 jelű kőeszközök ásványos összetétele nagyon közönséges, továbbá a becsült P-T adatai számos forrásterülettel fednek át. Így diagnosztikus ásványok híján (pl. gránát), a termobarometriai adatokra hagyatkozva, lehetséges proveniencia területként a Branisko-hegység, Čierna Hora, Ochtiná-csoport, és a Kis-Kárpátok is szóba jöhet (**VI/15. ábra**).

Káliföldpát relikv fázisként van jelen a 2b alcsoport kőeszközeiben. Ez az alcsoport leginkább a Čierna Hora és Branisko-hegységgel korrelál (FARYAD et al., 1999, FARYAD & JACKO, 2002), mivel az innen leírásra került amfibolitok káliföldpátot és Mn-tartalmú ilmenitet tartalmaznak. Továbbá az innen leírt plagioklászok An_{43} maximum anortit-tartalommal jellemezhetők. A 2b alcsoportba sorolt kőeszközök plagioklászainak összetétele (**VI. melléklet/3. táblázat, VI/7. E, G ábrák**) és a többi kőzetalkotó ásvány nagy hasonlóságot mutat a Čierna Horában található amfibolitokhoz. Az itt előforduló kőzetek a kőzetkémiai adatok alapján tholeiites bazalt és bazaltos andezit összetételűek (FARYAD et al., 2005b) úgy, mint a 2b alcsoport kőeszközei. A termobarometriai adatok is alátámasztják a 2b alcsoport esetében Čierna Horát, mint lehetséges forrásterületet (**VI/15. ábra**). A D48 jelű kőbalt P-T adatai kissé eltérnek a 2b alcsoport többi tagjától, ezen minta esetében a szomszédos Branisko-hegység is felmerül, valamint az Ochtiná-csoport és a GAC-Klátov sem zárható ki, lehetséges forrásterületként.

A 2c alcsoport a gömöríkumi klinopiroxén- és biotit-tartalmú amfibolitokkal korrelál (FARYAD, 1997c, HOVORKA & SPIŠIAK, 1997). Az ásványi komponensek és a becsült termobarometriai adatok alapján a GAC-Klátov a valószínűsíthető proveniencia terület, de a Branisko-hegység, Čierna Hora és a Kis-Kárpátok sem zárható ki (**VI/15. ábra**), ugyanis biotit-tartalmú-amfibolitokat az utóbb felsorolt helyekről is írtak le (VOZÁROVÁ & FARYAD, 1997, IVAN ET AL, 2001).

A D22 jelű minta (3. csoport) makroszkópos megjelenése, durvaszemcsés szövete, ásványos összetétele teljesen eltér az 1-2. csoportok kőeszközeitől. A kőbalt makroszkópos vizsgálatai során az amfibol- és kvarckristályok felismerhetők a kőzetben. A kőzetkémiai vizsgálatok eredményeit TAS diagramban ábrázolva, a kőbalt a protolitja diorit lehetett (**VI/4. ábra**). Az AFM diagramon a vizsgált kőzet tholeiites összetételt mutat (**VI/5. ábra**). Az elektronmikroszkopos vizsgálatok során kimutatott ferroferrisadanagait a korábbi amfibol nevezéktan (LEAKE et al., 1997) szerint a hastingsit fajba sorolható. Feltűnő a nagyméretű szilícium-szegény amfibolok és a kvarcok együttes jelenléte (**VI/9. B, C ábrák**). A metamorfózis során az eredeti amfibol sadanagaikká alakulhatott és így az átalakulás során felszabaduló SiO_2 új kvarcként kristályosodott ki részben az egykori, átalakult plagioklászban, illetve a színes elegyrészek határán (**VI/9. B, C ábrák**). A Ca-amfibolokon végzett termobarometriai modellezés az átalakulás $T_{max} = 700\text{ °C}$, és $P_{(Tmax)} = 5\text{ kbar}$ viszonyok között mehetett végbe (**VI/14. ábra**). A roncsolásmentes XRD felvétel az amfibol, plagioklász, kvarc, titanit és rutil jelenlétét alátámasztotta (**VI. melléklet/7. ábra**). Az eddigi forrásterület-kutatás során a Kárpát-medence környékén hastingsit tartalmú metamorfit a Považský Inovec-hegységben fordul elő, de ezekből a kőzetekből hedenbergitet, diopszidot, és más amfibolokat is leírtak (OZDÍN & ROJKOVÍČ, 2006), mely az általunk vizsgált mintából hiányzik. A kőeszköz és a szakirodalomban közölt amfibol elemzéseket a **VI. melléklet/6. táblázatban** mutatom be. A rendelkezésünkre álló ásvány- és kőzetkémiai adatokból, továbbá a termobarometriai becslés ellenére a kőeszköz forrásterületét nem tudjuk egyelőre körülhatárolni.

Magasabb mágneses szuszceptibilitási értékeket mértem a D33 (1. csoport) és a B12, C02, D04, D08, D18 (2. csoport) kőeszközöknél, bár a magnetit jelenlétét az EDS/SEM vizsgálatok nem mindig erősítették meg. Magnetit-tartalmú zöldköveket és amfibolitokat a Kis-Kárpátokból

IVAN ET AL. (2001) és a Szlovák-érchegységből FARYAD & PETEREC (1987) említi, ezért a vizsgált kőeszközök nyersanyaga ezekről a területekről is eredeztethető.

Tizenkét kőeszközön XRD vizsgálatok történtek, ezek közül öt kőbaltán a minta mérete és épsége miatt elektron-mikroszondás vizsgálatokat nem végezhettem, ám a kimutatott ásványtársaság a kőeszköz amfibolit kőzettípusba sorolást indokolja. A többi hét mintán elektron-mikroszondás mérések eredményeit az XRD alátámasztotta.

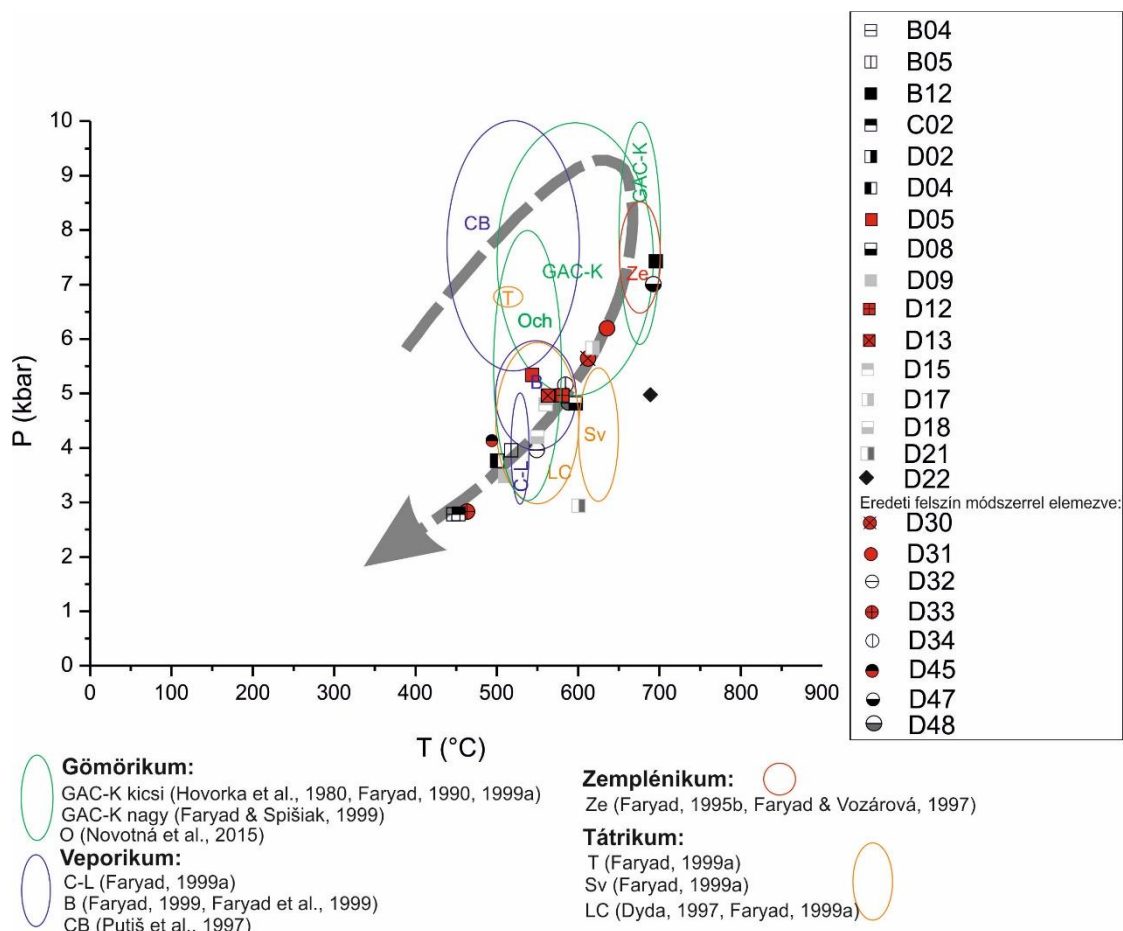
A vázlatos földtani térképen (**VI/2. ábra**), melyen a Gömörikum, Veporikum, Zemplénikum jelentős amfibolit kibúvásait ábrázoltam, látható, hogy a Hernád és Sajó folyók ezeket a területeket átszelve érkeznek meg Borsod-Abaúj-Zemplén megyébe, ahol az amfibolit kőeszközök régészeti lelőhelyei találhatók. Megerősítve, hogy a folyó, mint lehetséges hordalékszállító a forrásterületekről a nyersanyagot magával hozhatja.

Összefoglalóan az amfibolit kőeszközökre vonatkozóan elmondható, hogy az ásványos összetevők és a szöveti helyzetek alapján három csoportot alkottam. Hat kőeszköz képezi az 1. csoportot, őrizve a progresszív metamorfózis jegyeit. A 2. csoportba tartozik a minták zöme, melyeket a retrográd metamorfózis bélyegzett felül. A 3. csoportba egyedüli mintaként a durvaszemcsés D22 jelű kőbalta került. A termobarometriai becsléseket összehasonlítottuk a feltételezett forrásterületről származó korábban publikált adatokkal, melyek kiváló egyezést mutattak a variszkuszi P-T úttal és a variszkuszi metamorf gradiensre is kitűnően illeszkednek. A vizsgált minták termobarometriai adatai, ásványos összetevői, valamint szöveti jellegzetességei alapján a minták az alábbi forrásterületekről származtathatók.

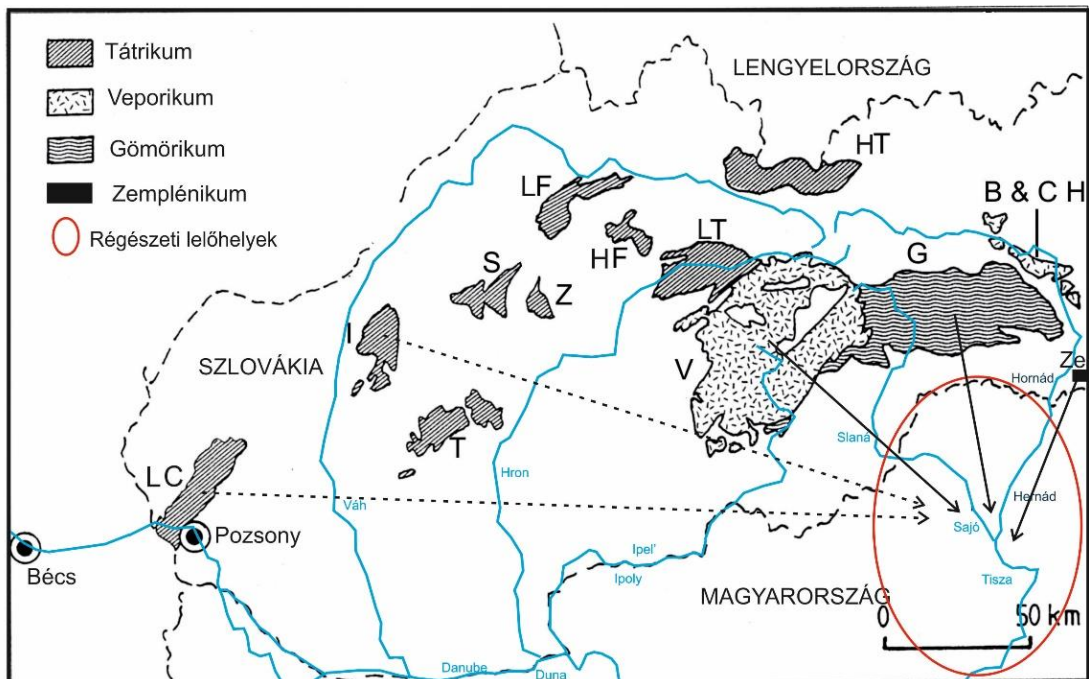
Az 1. csoport mintái valamint a 2a alcsoportba sorolt D02 és D04 kőeszközök esetében az Ochtiná-csoport és a GAC Klátov a legvalószínűbb forrásterületek, de az 1. csoportnál a Veporikum és a Tátrikum sem zárható ki. A D04 jelű kőeszköznél felmerül a Kis-Kárpátok is, mint lehetséges származási hely. A B12 és D47 jelű kőeszközök (2a alcsoport) érték el a legmagasabb metamorf fokot, ezek a GAC-Klátov vagy a Zemplénikumból eredeztethetők. A D08, D18, D21 és D32 jelű minták (2a alcsoport) esetében számos terület egyaránt szóba jöhet: Gömörikum, Veporikum, Tátrikum. A 2b alcsoport legvalószínűbb provenienciaterülete Čierna Hora és a Branisko-hegység, de a C02 minta esetében a Kis-Kárpátok sem zárható ki. Továbbá a D48 jelű kőeszköz GAC-Klátovból vagy az Ochtiná-csoportból is származhat. A 2c és 2d alcsoportok mintái legvalószínűbb forrásterülete a GAC-Klátov, de a 2c alcsoport esetében a Branisko-hegység, Čierna Hora vagy a Kis-Kárpátok is lehetséges forrásterületként számításba jöhet (**VI. melléklet/11. táblázat**). A 3. csoportba sorolt D22 jelű kőbalta forrásterülete biztosan nem azonosítható, bár a ritka amfibol jelenléte az Inovec-hegységet sugallja.

Proveniencia azonosítást lelőhely szinten kielégítően megadni az amfibolit kőeszközök esetében diagnosztikus ásvány hiányában nem lehet. Mivel a lehetséges forrásterületek P-T adatai átfednek és a kőeszközök becsült P-T értékei is bizonytalansággal terheltek, nem lehet kizárólagosan egy forrásterületet egyedi mintákhoz kötni (**VI/15., 16. ábrák**) (**VI. melléklet/11. táblázat**).

Mivel az amfibolit közönséges és gyakori kőzettípus a Nyugati-Kárpátokban, korreláció nem fedezhető fel a régészeti tipológia, kronológiai és kulturális fázisok vonatkozásában sem (KERESKÉNYI et al., 2020a).



VI/15. ábra: Amfibolit kőszközők és a lehetséges forrásterületek termobarometriai adatai a P-T diagramon ábrázolva. A szaggatott nyíl a variszkuszi P-T utat (PUTIŠ et al., 1997) jelzi. A piros színű jelek az amfibolit kőszközők 1. csoportját, míg a többi a 2. és 3. csoportokat jelzik. Rövidítések az V/2. ábránál.: GAC-K: Gneisz-Amfibolit-Komplexum, Klátov; C-L: Čierna Hora; B: Branisko-hegység; CB: Čieny Balog; Ze: Zemplénikum; T: Tribeč-hegység; Sv: Sztrázsó-hegység; LC: Kis-Kárpátok.



VI/16. ábra: A régészeti lelőhelyekhez legközelebbi amfibolit-előfordulások vázlatos ábrázolása KRÁL et al. (1997) után módosítva. A nyilak a lehetséges forrásterületek és a régészeti lelőhelyek közötti kapcsolatot mutatják. Rövidítések az VI/2. ábránál.

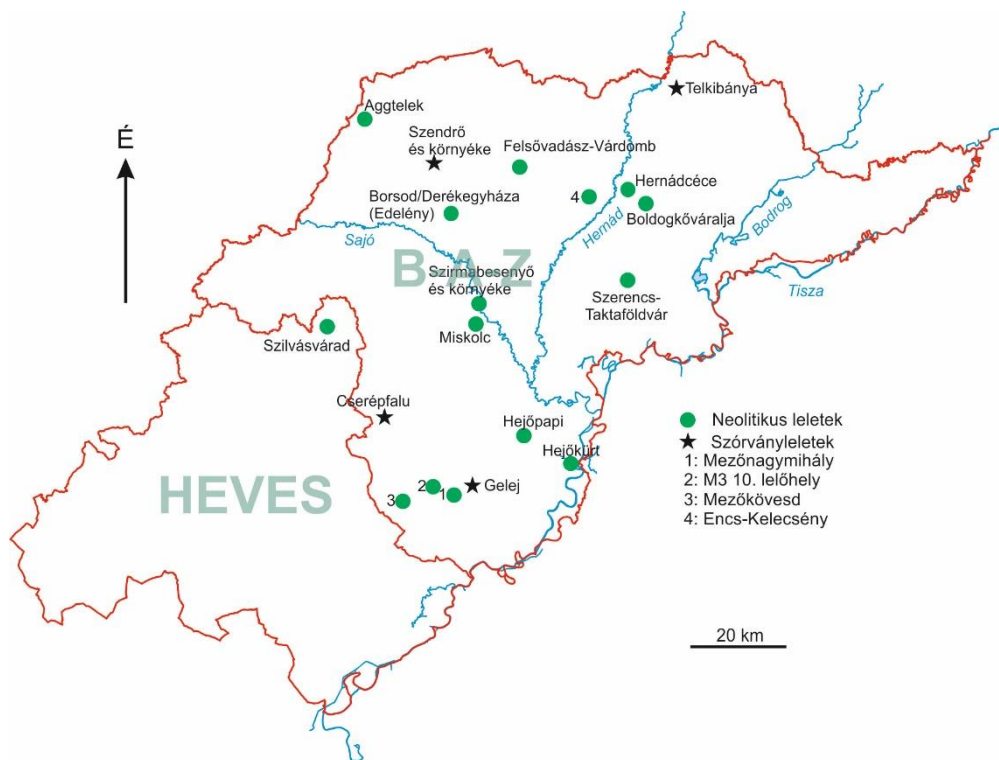
VII. KONTAKT METABÁZIT

A Herman Ottó Múzeum neolitikus csiszolt kőeszköz gyűjteményéből 29 db bizonyult kontakt metabázit nyersanyagúnak a műszeres vizsgálatok alapján. Kontakt metabázit csoportba soroltam azokat az amfiboldús kőeszközöket, melyeket termikus metamorfózis ért.

A leletek többsége alaposan feltárt régészeti lelőhelyekről került elő, ezeket a **VII/1. ábrán** mutatom be. A négy legnagyobb leletegyüttessel jellemezhető régészeti lelőhelyek közül kettő – Borsod-Derékegyháza (Edelény) és Felsővadász-Várdomb – a bükk kultúrához (KALICZ & MAKKAY, 1977, L. WOLF & SIMÁN, 1982), míg a Szerencs-Taktaföldvári leletegyüttes a késő neolitikus tiszai kultúrához sorolható (SELJÁN, 2005). A Szilvásvár, Istállóskői-barlangból előkerült kőeszközök a bükk kultúrához köthetők (KOREK, 1954). A Mezőkövesd, Nagy Fertő lelőhelyű kőeszköz AVK vagy Szakálhát kultúrájú a lelettel előkerült kerámiatöredékek alapján (CSENGERI, 2013). Az Encs-kelecsényi és a boldogkőváraljai kőeszközök Tiszadob, Tiszadob-Bükk vagy Bükk kultúrákhoz egyaránt kapcsolhatók (CSENGERI, 2013). Az Aggtelek, Baradla-barlangból származó laposvéső Tiszadob, Tiszadob-Bükk vagy Bükk régészeti kontextusba helyezhető (CSENGERI, 2013). A miskolci lelőhelyű kőbalták AVK vagy Bükk kultúrákhoz köthetők (KALICZ & MAKKAY, 1977). A Hejőpapi és a Hernádcece régészeti lelőhelyekről napvilágot látott leletek AVK vagy Tiszadob kultúrájúak (CSENGERI, 2013, KALICZ & MAKKAY, 1977). A Hejőkürt, Lidl feltárából előkerült kőeszköz AVK kultúrájú (CSENGERI, 2013), míg a Szirmabesenyő vagy környéke lelőhelyű kőeszköz a kerámiatöredékek alapján bükk kultúrába helyezhető (KALICZ & MAKKAY, 1977). A mezőmagymihályi kőbalták AVK, Tiszadob vagy Szakálhát kultúrákhoz egyaránt sorolható. Az M3 autópálya 10. lelőhelyéről származó kőeszköz AVK3, korai Tiszadob, Tiszadob-Bükk és Szakálhát kultúrákhoz köthető a változatos kerámialelet jellegzetességei miatt (CSENGERI, 2013). A kontakt metabázit közettípusba sorolt kőeszközök között a Szendrő és környéke, Telkibánya, Cserépfalu, és Gelej régészeti lelőhelyű kőeszközök szórványleletek (**VII. melléklet/1. táblázat**).

VII.1. Makroszkópos vizsgálatok

Az általunk vizsgált kontakt metabázit kőeszközök színe fekete, kékesfekete, zöldesfekete, sötétszürke, szürkészöld, barna. A kontakt metabázit nyersanyagú kőbalták jellemzően finomszemcsés, tömött szövetűek, mikroszkóp alatt megfigyelve egy részükön paláság ismerhető fel, melyek gyakran hajladoznak; ugyanakkor számos kőeszköz masszív, nem-foliált. A minták zöménél (25 db kőeszköz) a mágneses szuszceptibilitás értékei $0,35-1,04 \times 10^{-3}$ SI, míg két minta mágneses szuszceptibilitása $19,26-20,77 \times 10^{-3}$ SI. A kontakt metabázit nyersanyagú kőeszközöket makroszkóposan három nagy csoportba soroltam színük alapján. A legnépesebb csoportot a fekete színűek adják, ebbe 19 minta került (**VII/4. A, C, 6. A, D, 7. A ábrák**). Szürke, szürkészöld csoportba hét minta (**VII/4. E, 5. A, 6. F ábrák**), míg a barna makroszkópos csoportba három kőeszköz került (**VII/5. C ábra**). Régészeti tipológiájukat tekintve zömében laposbalták, a fekete csoport 1 db trapéz alakút, a szürke csoport 1 db átfúrt nyéllyukas baltát tartalmaz (**VII. melléklet/1. táblázat**).



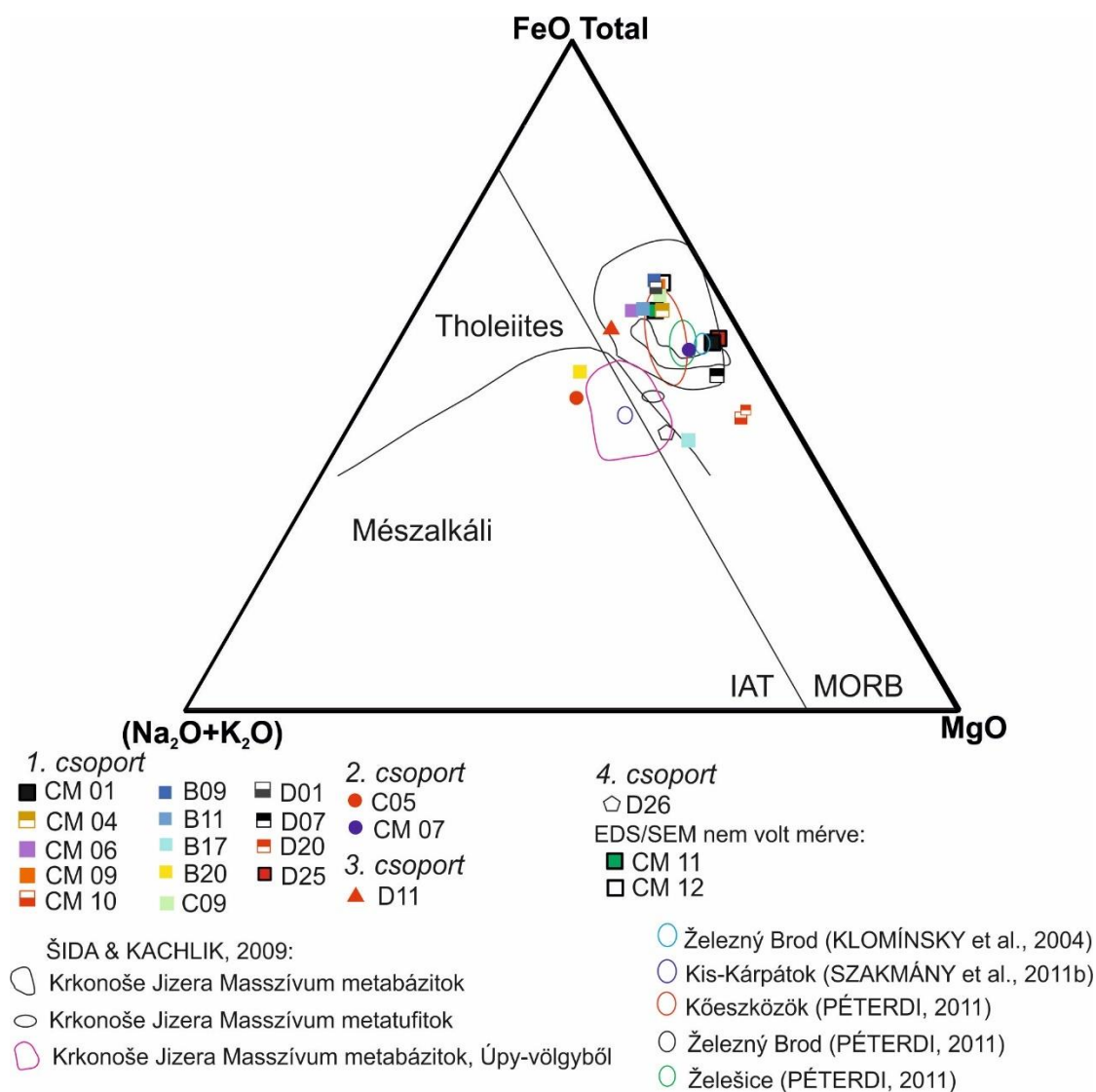
VII/1. ábra: Kontakt metabázis nyersanyagú kőeszközök régészeti lelőhelyei

VII.2. Kőzetkémia

A PGAA vizsgálattal elvégzett kőzetkémiai eredményeket a **VII. melléklet/2. táblázatában** mutatom be. A kőbalták jellemzően szűk SiO_2 összetélti tartománnyal jellemezhetők: 46,99-53,00 t%. A C05 minta SiO_2 -tartalma 58,32 t%, mely eltér a többi balta értékétől és egyedüli mintaként az andezit mezőbe esik. A vizsgált kőeszközök zöme főleg bazaltos összetételt mutat. Néhány minta bazaltos andezit, bazaltos trachandezit protolitot jelez. A legtöbb kőeszköz TiO_2 -tartalma ~2-3 t% vagy ezt az értéket meghaladó. A kőeszközök szubalkáli összetételt mutatnak kivéve a B20 jelű mintát (**VII/2. ábra**). AFM diagramon ábrázolva a kőeszközöket tholeiites összetételűek, kivéve a B20, a C05 és D26 jelű kőeszközöket, melyek mészsalkáli jellegűek (**VII/3. ábra**).

VII.3. Petrográfia és ásványkémia

24 mintát EDS/SEM módszerrel vizsgáltam meg, melyből 11 kőeszközön ép állapota miatt az eredeti felszín módszerét alkalmaztam. A vizsgált kőeszközök finomszemcsés, viszont a magban kristályosodó nyúlt, oszlopos amfibolok (aktinolit, magneziohornblende) mérete 50 μm -180 μm , de a B10, B20, S26, CM08 és CM09 jelű kőeszközöknél a maghelyzetben lévő amfibolokötegek a 300-600 μm -es nagyságot is elérik. Az aktinolitok és magneziohornblendék szegélyén orientálatlanul, szétseprűződve megjelenő cummingtonitok 50 μm átlagos mérettel jellemezhetők. Viszont a B11, B17 D20, CM09 kőeszközökben 80-160 μm nagyságúak. A plagioklászok változatos összetételt mutatnak albittól a bytownitig. Az ilmenit és a kvarc gyakori akcesszóriák. Tekintettel a fő kőzetalkotó ásványok szöveti helyzetére, az



VII/3. ábra: Kontakt metabázitok kőeszközök és a valószínűsíthető forrásterületek kőzetkémiai adatai az AFM diagramon (IRVINE & BARAGAR, 1971).

VII.3.1 Amfibolok

A magneziohornblendékben az $Al_{(tot)}$ széles intervallummal jellemezhető: 0,52-2,35 apfu. A ${}^C Mg/(Mg+Fe^{2+})$ 0,46-0,93, ${}^B Na/(Na+Ca)$ 0,00-0,16 értékei széles tartományt fednek le.

Aktinolit a B10 és C05, D11, CM10, CM07 jelű mintákban fordul elő, melyekben az $Al_{(tot)}$ 0,16-0,78 apfu, ${}^C Mg/(Mg+Fe^{2+})$ 0,65-0,96, ${}^B Na/(Na+Ca)$ 0,00-0,14 értékeket mutat. A C05 (2. csoport), B10 és a D11 jelű (3. csoport) kőeszközökben a szöveti kép alapján ez a legkorábban képződött amfibol. CM10-ben a magneziohornblende képződését követte az aktinolit, majd a cummingtonit. CM07-ben az aktinolit és a magneziohornblende képződési sorrendje az eredeti felszín vizsgálat korlátai miatt nem állapítható meg.

A cummingtonit kationszámait a vizsgált kőeszközökben: ${}^B (Ca+Na) < 1$, $Fe^{2+}_{(tot)}$ 1,34-3,39 apfu, $Mg_{(tot)}$ 2,46-4,89 apfu.

Gruneritet a CM04 és CM09 (1. csoport) kőeszközökben találtam, melyekben a kationszámok a következők: $^B(\text{Ca}+\text{Na}) < 1$, $\text{Fe}^{2+}_{(\text{tot})}$ 3,11-3,53 apfu, $\text{Mg}_{(\text{tot})}$ 2,81-3,15 apfu.

A kontakt metabázitok amfibolelemzéseit a **VII. melléklet/3. táblázatban** mutatom be. A magneziohornblende és aktinolit elemzéseket a $^C(\text{Al} + \text{Fe}^{3+} + 2\text{Ti}) - ^A(\text{Na} + \text{K} + 2\text{Ca})$ diagramban ábrázoltam (**VII/8. ábra**).

VII.3.2 Földpátok

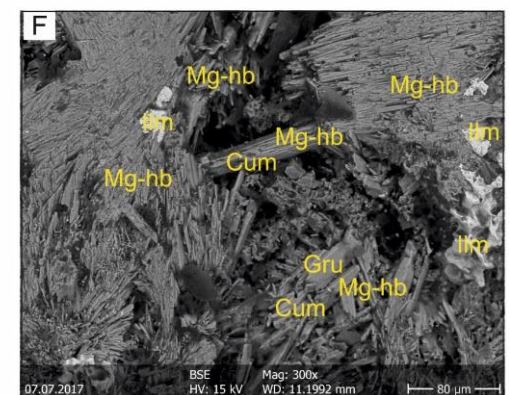
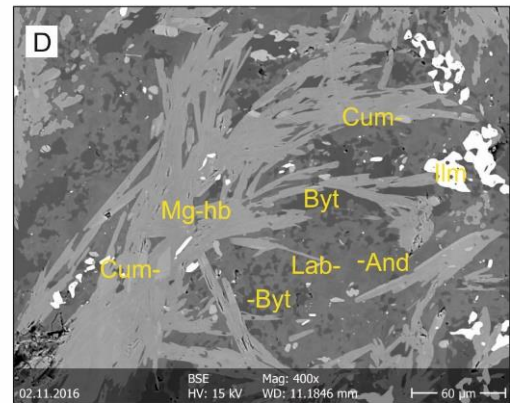
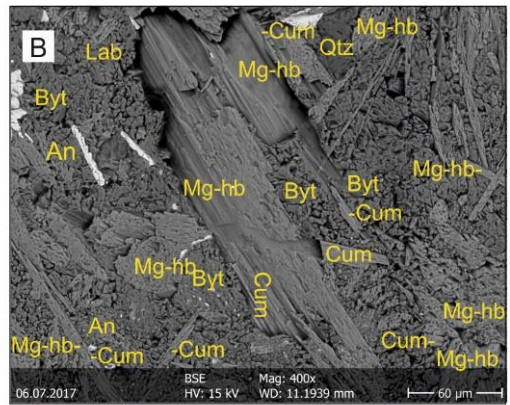
A kontakt metabázitok második leggyakoribb kőzetalkotó ásványa a plagioklász, amely kémiai összetétele az albittól az anortitig terjed ebben a kőzettípusú kőeszközökben. A plagioklászok metamorf fejlődése a szöveti képek alapján kevés esetben állapítható meg.

Relikt albitok az 1. csoportból a CM02, CM06 és B20 kőeszközökből kerültek kimutatásra $\text{An}_{1,27-4,13}$ összetétellel. A 2. csoportban a C05 mintában volt jelen az albit ($\text{An}_{0,95-2,18}$). A bázikusabb plagioklászok kémiai összetétele az 1. és a 2. csoportban is hasonló: $\text{An}_{41,30-96,77}$ az 1. csoportban, a 2. csoportban $\text{An}_{30,38-84,36}$. A 3. csoportban a B10 kőeszköz plagioklászai labradoritok ($\text{An}_{57,50-61,04}$), míg a D11 plagioklászai főleg andezinek ($\text{An}_{32,89-37,16}$), kivéve egy oligoklász elemzést ($\text{An}_{13,48}$).

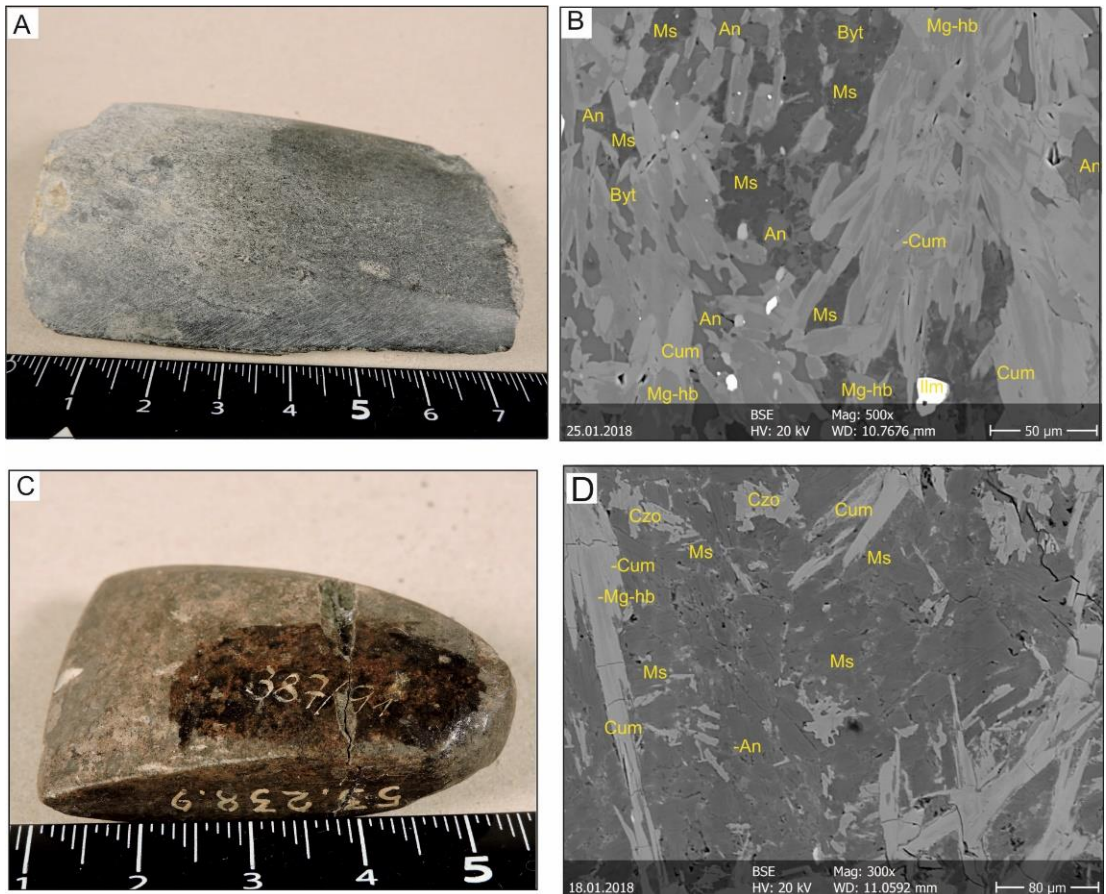
Az 1. csoportba sorolt CM04, CM08 és CM10 kőeszközökben nem találtam plagioklászt, feltehetőleg kilúgozódtak a betemetődés során a balták felszínközeli részéből.

A 4. csoportba sorolt D26 mintánál a plagioklász saussuritesedése figyelhető meg, mely során a korábban képződött plagioklász albittá+klinozoisitté vagy zoisitté alakult át (**VII/7. F, G ábrák**).

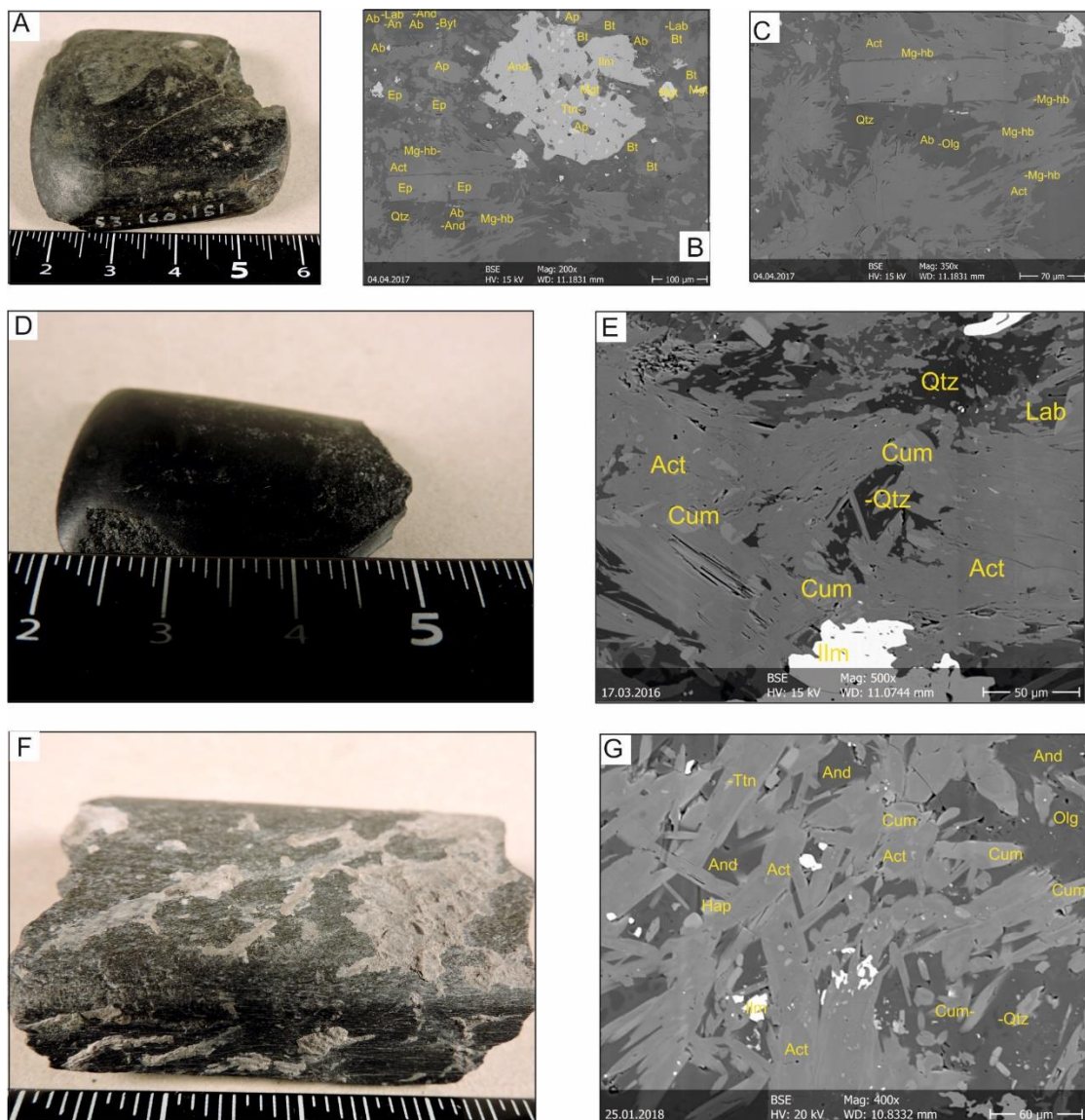
Káliföldpátot csak a CM02 (1. csoport) kőeszközben találtam.



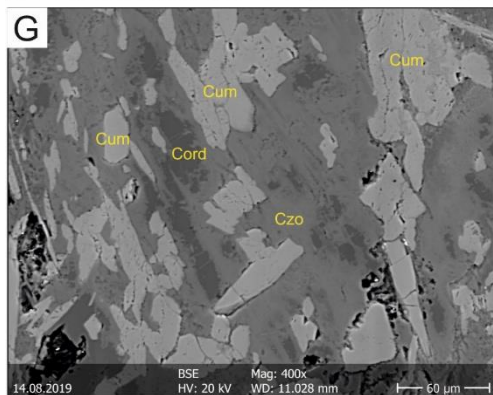
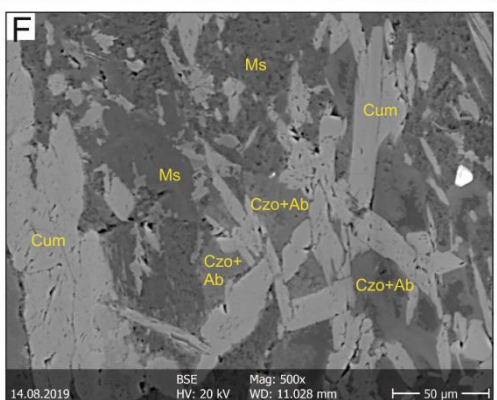
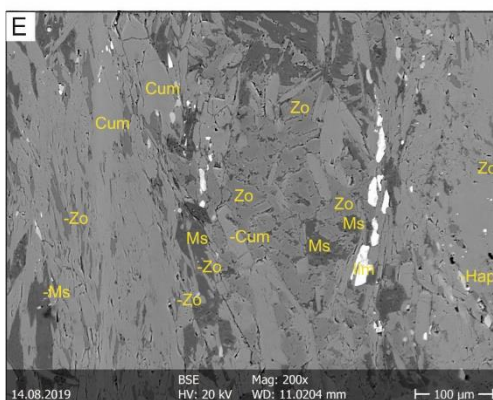
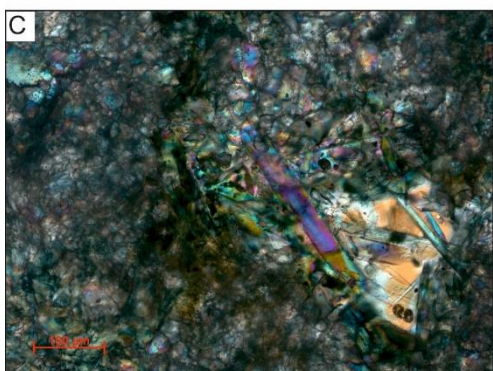
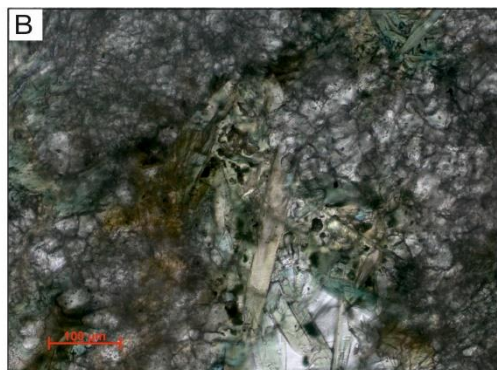
VII/4. ábra: Az 1. csoportba sorolt kőeszközökről készült makroszkópos és BSE képek. Tipikus sugaras, orientálatlan megjelenésű amfibolok. A magneziohornblende szegélyén cummingtonit vagy grunerit (F) figyelhető meg. **A—B:** CM01 minta, **C—D:** B09 minta, **E—F:** CM09 kőbalta.



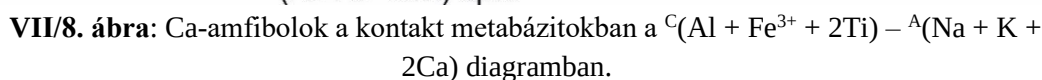
VII/5. ábra: Az 1. csoportba sorolt D07 (A—B) és D20 (C—D) jelű kőeszközök makroszkópos és BSE képe. Mindkét mintára jellemző a sok muszkovit és a kalciumosabb plagioklászok jelenléte.



VII/6. ábra: A—C: A 2. csoportba sorolt C05 jelű kőeszköz makroszkópos és BSE képe. A szétseprűződő amfibolok szegélyén a Fe-Mg amfibolok ebben a csoportban nem jelennek meg. D—E: A 3. csoportba sorolt B10 jelű kőeszköz makroszkópos és BSE képe. F—G: A 3. csoportba sorolt D11 jelű kőeszköz makroszkópos és BSE képe. Az aktinolit szegélyén cummingtonit figyelhető meg a 3. csoport kőeszközeiben.



VII/7. ábra: Egyedüli mintaként a D26 jelű kőbalta került a 4. csoportba. A cummingtonit egyedüli amfibolként volt jelen a mintában. A: A kőbalta makroszkópos felvétele. B: A legnagyobb amfiboloszlop mérete kb. 0,2 mm. C: Keresztezett nikolnál az amfibol magas interferenciaszíneket mutat. D: Keresztezett nikolnál az amfibol ferdén olt ki. E-G: A D26 jelű kőeszköz BSE felvételei.



Epidot/klinozoisit: CM01 (1. csoport), C05 (2. csoport) köeszközökből csak epidotot míg a D07, D20, S26 (1. csoport) és D26 (4. csoport) mintákban csak a klinozoisitet azonosítottam. A más metabázitokban az epidotokra/klinozoisitokra jellemző zónásság - ami alapvetően a Fe- és Al-tartalom változásában nyilvánul meg - ennél a kőzettípusnál nem volt megfigyelhető (**VII/5. C, 7. E, G ábrák**).

Biotitot a C05 jelű mintában (2. csoport) figyeltem meg, a biotit lemezkék mérete eléri a 200 µm-t (**VII/6. B ábra**). A Fe/(Fe+Mg) arány szűk tartományban (0,31-0,33) változik. Így az ásvány a biotit soron belül a flogopit fajt képviseli. Figyelemre méltó a megemelkedett Al-tartalom mind a tetraéderes mind az oktaéderes pozícióban ($Al_{tot} = 1,47-1,51$ apfu), így az ásvány összetétele az eastonit felé mozdul el.

Fengitek az 1. csoport hat kőszeközében figyelhetők meg (CM02, CM04, CM06, CM09, CM10, B17) kis mennyiségben, méretük kb. 30-50 µm. Kémiai elemzési eredményeiket a **VII. melléklet/4. táblázatban** mutatom be.

Muszkovit az 1. csoport B11, D07, D20, D25 mintáiból és a 4. csoport D26 kőszeközéből kerültek kimutatásra. A B11, D07 és D26 mintákban a muszkovitpikkelyek 50-70 µm (**VII/7. E, F ábrák**), a D25-ben kb. 100 µm átmérőt érnek el. A D20 jelű kőszeközben a muszkovitlapok 160 µm méretűek és az amfibolok közötti tereket töltik ki (**VII/5. D ábra**). A D07 és D20 kőszeközökben a muszkovitok modális mennyisége kb. 20% (**VII/5. B, D ábrák**). Kémiai elemzési eredményeiket a **VII. melléklet/ 4. táblázatban** mutatom be.

72

fázist tartalmaz átalakulási termékként, viszont a többi vizsgált kőeszköz ilmenitjeiben nem jelennek meg. Az ilmenitek MnO tartalma 0,43-0,83 wt%, de a B11, CM02, CM04, CM05, CM08, D01 és D11 kőeszközökben mangánosabb ilmeniteket mértünk (0,90-1,75 t%), míg a B20 és C05 kőeszközökben a mangántartalom 2,16-2,33 t% volt.

Titanit a kontakt metabázitokban nem túl gyakori akcesszória. az Al_2O_3 tartalom kissé emelkedett ebben a kőzettípusban is: 1,71-1,73 t%.

Kvarc: Gyakori ásvány, a CM05, CM06, CM10, D07, D20 (1. csoport), CM07 (2. csoport) minták kivételével minden vizsgált kőeszközben jelen volt (**VII/6. B, C, E, G ábrák**). A felsorolt kőeszközöket (kivéve: D07, D20) eredeti felszín módszerrel elemeztem, elképzelhető, hogy a módszer korlátai vagy az ásvány kis mennyisége és/vagy mérete miatt nem észleltem a kvarcot.

Magnetit a C05 (**VII/6. B ábra**) és CM07 (2. csoport) jelű kőeszközökben volt jelen, mely alátámasztotta a kőzetek magas mágneses szuszceptibilitás értékeit.

Klorit az S26 kőeszközből (1. csoport) ilmenit melletti szemcseként volt jelen és a C05 mintában (2. csoport) ilmenitben zárványként figyeltem meg.

Cordierit a D26 (4. csoport) mintából került kimutatásra (**VII/7. G ábra**). A kémiai elemzéseket a **VII. melléklet/ 5. táblázatban** közlöm.

Hidroxilapatit az 1-3. csoportokban, nyolc kőeszközben találtam; a *fluorapatit* csupán a B17 kőeszközben figyeltem meg.

VII.4. Röntgendiffrakciós vizsgálatok

Röntgen-diffrakciós vizsgálatot alkalmaztam 14 kontakt metabázit nyersanyagtípusú kőbaltán. A vizsgálat elvégzése fontos, mivel a Cseh-masszívumban előforduló kontakt metabázitok cummingtonitot tartalmaznak (PŘICHYSTAL, 2013), míg a Kis-Kárpátok kontakt metabázitjai antofillit tartalmúak (HOVORKA, 2013). A röntgen elemzések nem minden esetben mutatták a cummingtonit jelenlétét, ha a minta csak kis mennyiségben tartalmazta azt. Az egyes mintákban röntgen-diffrakcióval kimutatott ásványok:

1. csoport

CM01: Hornblende, cummingtonit, anortit, kvarc, ilmenit (**VII. melléklet/1. ábra**).

CM03: Magneziohornblende, cummingtonit, labradorit, kvarc (**VII. melléklet/2. ábra**).

CM05: Magneziohornblende, aktinolit, albit, kvarc, titanit (**VII. melléklet/3. ábra**).

CM06: Cummingtonit, andezin, kvarc, ilmenit (**VII. melléklet/4. ábra**).

CM09: Cummingtonit, andezin, ilmenit (**VII. melléklet/5. ábra**).

CM10: Magneziohornblende, cummingtonit, fengit, ilmenit (**VII. melléklet/6. ábra**).

S26: Magneziohornblende, cummingtonit, kvarc, ilmenit (**VII. melléklet/7. ábra**).

D07: Cummingtonit, andezin, epidot, muszkovit, kvarc, ilmenit, titanit, kaolinit (**VII. melléklet/8. ábra**).

2. csoport

CM07: Magneziohornblende, aktinolit, tremolit, anortit, albit, klinozoizit, epidot (**VII. melléklet/9. ábra**).

C05: Magneziohornblende, aktinolit, labradorit, epidot (**VII. melléklet/10. ábra**).

3. csoport

B10: Magneziohornblende, cummingtonit, labradorit, kvarc (**VII. melléklet/11. ábra**).

D11: Aktinolit, cummingtonit, andezin, kvarc, ilmenit (**VII. melléklet/12. ábra**).

4. csoport

D26 (4. csoport): Cummingtonit, andezin, zoisit, cordierit (**VII. melléklet/13. ábra**).

A CM11, CM12, CM13, CM14, CM15 minták esetében nem volt EDS/SEM mérés, így csoportba sorolni nem tudtam őket.

CM11: Magneziohornblende, cummingtonite, labradorite, titanit, ilmenit (**VII. melléklet/14. ábra**).

CM12: Magneziohornblende, cummingtonite, bytownite, ilmenit, kvarc (**VII. melléklet/15. ábra**).

CM13: Magneziohornblende, cummingtonite, labradorit, kvarc (**VII. melléklet/16. ábra**).

CM14: Magneziohornblende, cummingtonit, aktinolit, bytownit kvarc, titanit (**VII. melléklet/17. ábra**).

VII.5. Termobarometriai modellezés

A termobarometriai becsléseket a THERIAK/DOMINO programcsomaggal (DE CAPITANI, 1994) a JUN92.bs adatbázis használatával végeztem, melybe a cummingtonit-grunerit elegykristály került beillesztésre a tcds61.c adatbázisból. A modellezés során 200-600 °C hőmérséklettel és 2-6 kbar nyomás intervallummal számoltam. A modellezéshez 3 mintát választottam ki az EDS/SEM vizsgálat során megfigyelt ásványi összetevők és a rendelkezésre álló PGAA elemzés alapján. A modellezett minták kiválasztása során tekintettel voltam a fő csoportok termobarometriai szemléltetésére. Minden minta esetében többletvizet adtam a modellezéshez.

A 2. csoportba sorolt C05 mintánál, amely nem tartalmazott cummingtonitot, egy a Ca-amfibolokra kidolgozott termobarometriai eljárást alkalmaztam a maximum P-T értékek becslésére (GERYA et al., 1997, ZENK & SCHULZ, 2004). Az amfibolok kémiai összetételét javaslatukra a 13CNK (LOCOCK, 2014) módszert alkalmazva számítottam ki. Az alkalmazott termobarometriai modellezés abszolút hibahatára $\pm 1,2$ kbar és ± 37 °C.

B09 minta (1. csoport) teljes kémiai összetétele víz hozzáadásával:

Si(3002)Al(1033)Fe(545)Mg(723)Ca(590)Na(113)O(9468)H(800)O(400).

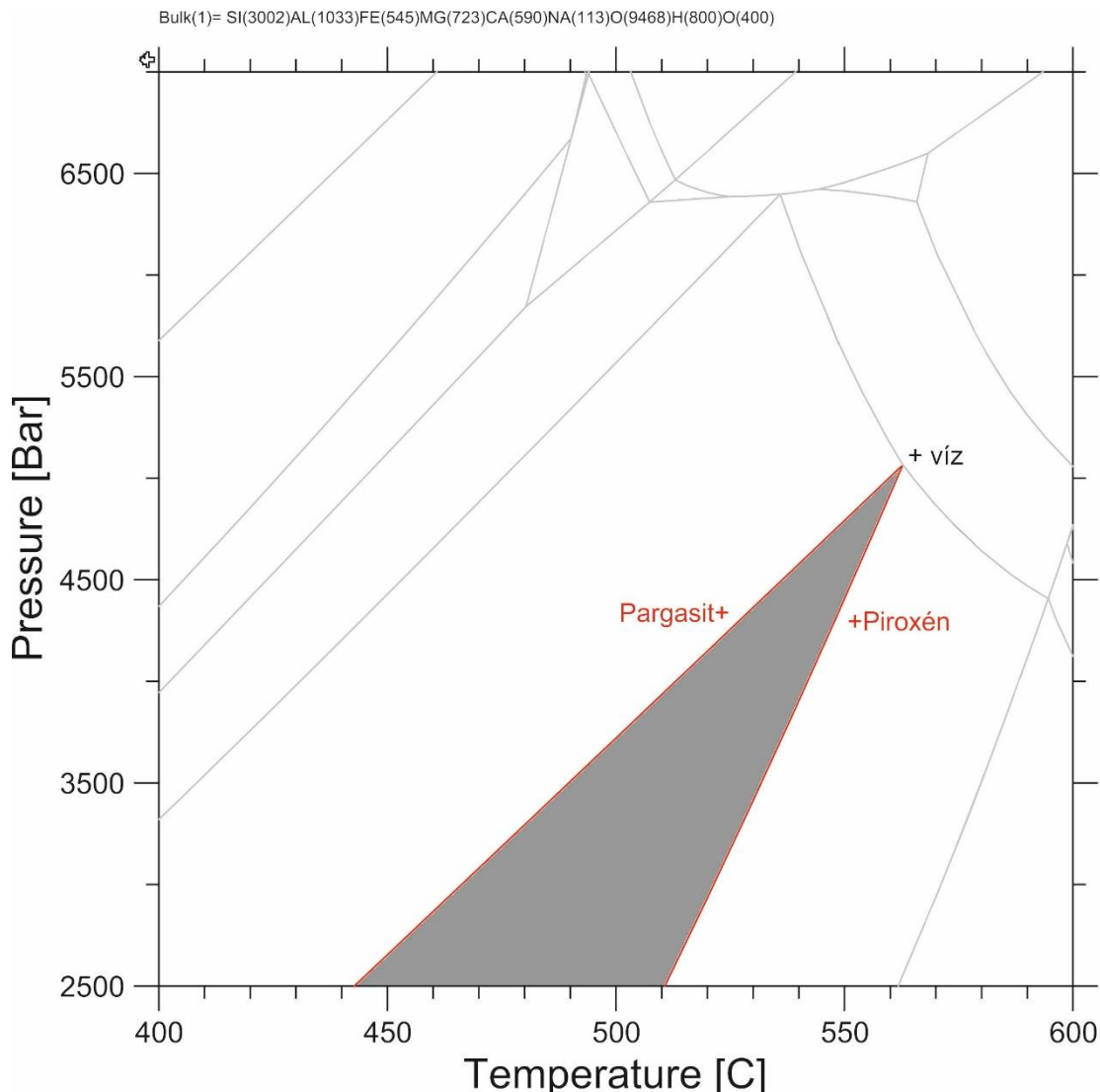
A Dominoval kapott modell 440-555 °C hőmérséklettartománnyal és 5 kbar maximális nyomással jellemezhető tartományt ír le, melyben az egyensúlyt mutató ásványparagenezis: földpát + hornblende + cummingtonit + klorit + kvarc. A modellezett tartományba 485 °C alatt a pargasit, 555 °C felett az ortopiroxén lép be, mint határoló reakció (**VII/9. ábra**).

A D20 minta (1. csoport) teljes kémiai összetétele víz hozzáadásával:

Si(3002)Al(1033)Fe(545)Mg(723)Ca(590)Na(113)O(9468)H(800)O(400).

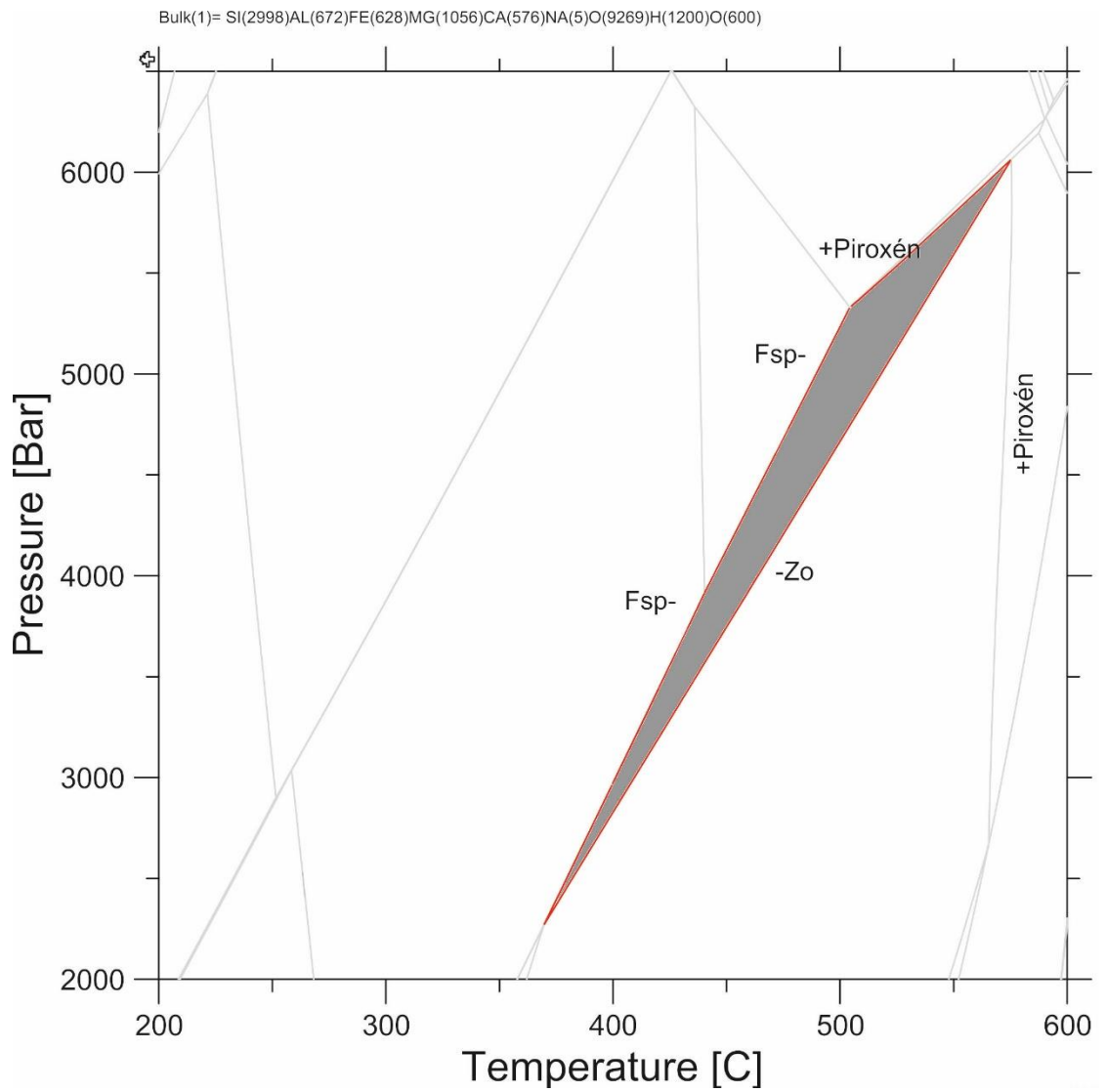
A kőzetet alkotó paragenezis 360-550 °C hőmérsékleti- és 2,5-6,0 kbar nyomástartománnyal jellemezhető, melyben az egyensúlyt mutató ásványparagenezis: földpát + hornblende + cummingtonit + klorit + zoisit + kvarc. A határolóreakciók egy szűk tartományt rajzolnak ki. 360-460 °C és 2,5-5,4 kbar tartománynál a földpát, 360-530 °C és 2,5-6,0 kbar P-T tartományban a zoisit lép ki a reakcióból. 450-550 °C és 5,4-6,0 kbar értékeknél a belépő ortopiroxén a határoló reakció (**VII/10. ábra**).

A 2. csoportból a C05 jelű kőszköz modellezését végeztem el, mely hasonló P-T tartományt fed le, mint az 1. csoportból modellezett két minta. A C05 jelű kőszköz $T_{\max} = 580$ °C, a hozzá tartozó $P_{(T_{\max})} = 4,8$ kbar értékeket mutat (**VII/11. ábra**).

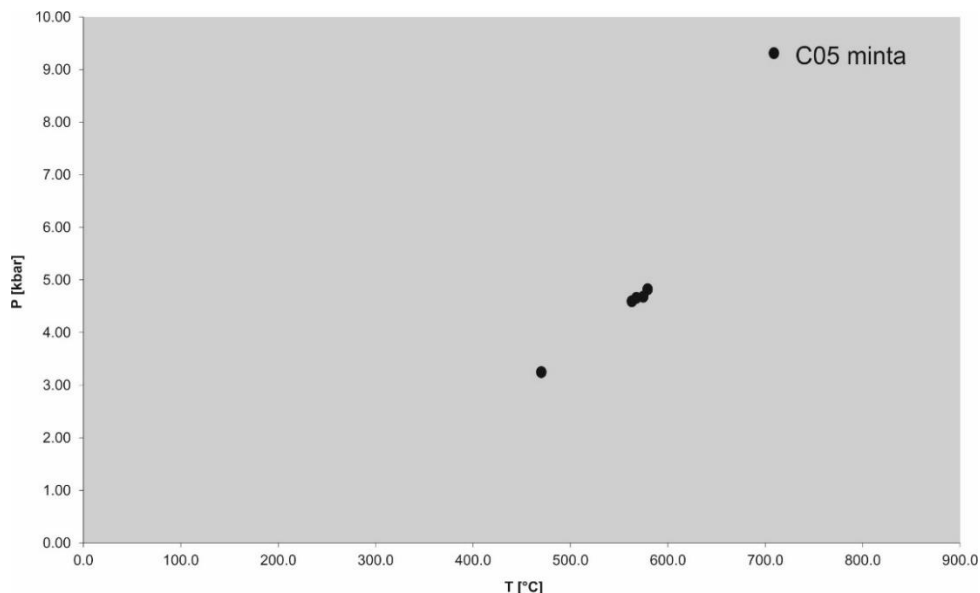


VII/9. ábra: A B09 minta termobarometria modellje.

A 3. csoportban a két kontakt metabázis nyersanyagú kőszközben a két amfibol, az aktinolit és a cummingtonit nem egyensúlyi állapotot tükröz, így ezek nem alkalmasak a Domino/Theriak módszerrel való modellezésre. A ZENK & SCHULZ (2004) által megalkotott termobarometria modellezés, csak a Ca-amfibol $P_{(max)}$ és $T_{(max)}$ értékeit mutatná meg, de a cummingtonit által rögzített $P_{(max)}$ és $T_{(max)}$ értékekre nem alkalmazható. A 4. csoportba sorolt D26 jelű kőszköz két különböző kémiai domént mutat a muszkovit- és cordierit-tartalma miatt, ezért termobarometria modellezés nem történt rajta.



VII/10. ábra: A D20 minta termobarometriai modellje



VII/11. ábra: C05 jelű kőbaltá $T_{(\max)}$ és $P_{(T_{\max})}$ értékei.

VII.6. Diskusszió – Lehetséges forrásterületek

A vizsgálati eredményeket összevettem a Kárpát-medencéből és annak környékéről leírt kontakt metabázit nyersanyagú kőeszközök adataival. A korábbi szakirodalmak szerint a Kárpát-medence környékén a leggyakoribb és legkiterjedtebb előfordulása a kontakt metabázitoknak a Cseh-masszívum északi részén, a Krkonoše-Jizera kristályos egységben, a Jizerské-hegységben található. Ugyanakkor jelentősek a Cseh-masszívum délkeleti részén található, želešicei előfordulásai is (VII/13. ábra). A Krkonoše-Jizera masszívumban található metabázitokat, bizonyítottan neolit régészeti kőeszközök készítéséhez használták (ŠTELCL & MALINA, 1972, VENCL, 1975, PŘICHYSTAL 2013). Számottevő mennyiségű kontakt metabázit bukkan elő a Kis-Kárpátokban található Pezinok-Pernek Formációban is (PŘICHYSTAL 2013, HOVORKA, 2013), melyet ugyancsak nem lehet figyelmen kívül hagyni.

A kőzetkémiai adatokat összevettem a PÉTERDI (2011) által vizsgált kontakt metabázit kőeszközök, továbbá a feltételezett forrásterületek szakirodalomból megismert adataival (KLOMÍNSKY et al., 2004, ŠIDA & KACHLIK, 2009, PÉTERDI, 2011, SZAKMÁNY et al., 2011b). A Cseh-masszívum és a korábban vizsgált kőeszközök adatai kiváló egyezést mutatnak a dolgozatban vizsgált kontakt metabázit kőbaltáival (VII/2., 3. ábrák). Sajnos a Kis-Kárpátokból csak egy kontakt metabázit kőzetkémiai elemzése állt rendelkezésre (SZAKMÁNY et al., 2011b), mellyel összehasonlíthattam az adatokat. Ez az egy elemzés így nem reprezentatív, viszont elkülönül a kőeszközök és a Cseh-masszívum eredményeitől. A TAS-diagramon a vizsgált minták zöme bazalt, bazaltos andezit mezőkbe esnek. A B20 (1. csoport) és a C05 kőbalták (2. csoport) elkülönülnek a legtöbb mintától. A KLOMÍNSKY et al. (2004) által a Krkonoše-Jizera-masszívum, Železný Brod területére megadott széles kőzetkémiai mező magába foglalja a B20 és C05 minták adatait is (VII/2. ábra). Az AFM-diagramon ugyanez a két minta, továbbá a D26 (4. csoport) és a B17 (1. csoport) kőeszközök mészkalkáli összetételt mutatnak. Összetételük a Krkonoše-Jizera masszívum és a Kis-Kárpátok

kőzetkémiai elemzésével rokonítható leginkább **(VII/3. ábra)**. Az AFM-diagramon a vizsgált minták zöme tholeiites jelleget mutat, a D20 és a CM10 (1. csoport) kőeszközök kissé távolabb esnek a Cseh-masszívum kőzetkémiai eredményeitől.

A kontakt metabázitok ásványkémiai elemzései során négy csoportot alkottam. Az 1. csoportba soroltam azokat a kőbaltákat, melyekben a magneziohornblende nyúlt, oszlopos megjelenésű és gyakori ásványos alkotó a cummingtonit, mely szétseprűződve, orientálatlanul jelenik meg, tipikusan a magneziohornblende szegélyén. Ebből a csoportból a B09 és a D20 mintákon elvégzett termobarometriai elemzések $T_{\max} = 550-555\text{ }^{\circ}\text{C}$ és $P_{(T_{\max})} = 5-6\text{ kbar}$ értékeket jelölnek. Mindkét modellezett kőeszköz ásványtársasága tartalmazza a kloritot, de ásványkémiai elemzések során jelenlétét nem észleltem. Ennek oka feltehetőleg az, hogy a klorit mennyisége egyetlen modell esetében sem haladta meg a 3 v%-ot. Valamint a klorit nem szükségképpen alkot önálló szemcséket, megjelenhet az amfibollal összenövésben is, ami megnehezíti szöveti észlelését.

A 2. csoportban a cummingtonit nincs jelen, ezeknél a mintáknál aktinolit figyelhető meg az amfibol magjában, mint elsőként képződött fázis, és annak a szegélyén van a magneziohornblende. A magneziohornblende orientálatlan, szétseprűződő megjelenése a kontakt hatást jelzi. A modellezett P-T tartomány: $T_{\max} = 470-580\text{ }^{\circ}\text{C}$ és $P_{(T_{\max})} = 3,2-4,8\text{ kbar}$. A 3. csoportban a magneziohornblende nem került kimutatásra, helyette sok az aktinolit mennyisége és azok szegélyén cummingtonit képződött. A szöveti kép alapján zöldpalát érte a kontakt hatás. Ennél a csoportnál nem végeztem el a termobarometriai modellezést, mivel a két amfibol nem egyensúlyi állapotot tükröz.

4. csoportba egy mintát soroltam, melyből egyedüli amfibolként a cummingtonit került kimutatásra. Itt szintén nem történt termobarometriai becslés a két eltérő kémiai domént képviselő ásványfajok (muszkovit, cordierit) jelenléte miatt.

Plagioklászok nagyon változatosak a kontakt metabázitokban, a teljes elegysort lefedik például a C05 jelű kőeszköz albittól a bytownitig tartalmazza a plagioklászokat **(VII/6. B ábra)**. A változatos anortittartalom a kontakt metabázitok egyik ismertetője, ugyanis a kontakt metamorfózis növekedésével a plagioklász összetétele akár az anortitig is elmegy (ŠIDA & KACHLIK, 2009, PŘYCHISTAL, 2013).

A 2. csoportba sorolt C05 minta nagy ilmenitszemcséjében sok magnetit zárvány **(VII/6. B ábra)** látható, valamint az ugyanebbe a csoportba tartozó CM07 jelű kőeszköznél is kimutatásra került a magnetit. Az ásvány jelenléte megmagyarázza a két kőeszköz magas MS értékeit. A Cseh-masszívum želešicei mintáinál gyakori, hogy ilmenit nem volt a kőzetben, helyette magnetit alkotta a járulékos elegyrészt; így magasabb az MS érték. Továbbá a cummingtonit is hiányzott a želešicei kontakt metabázitok ásványtársaságából (PŘYCHISTAL, 2013).

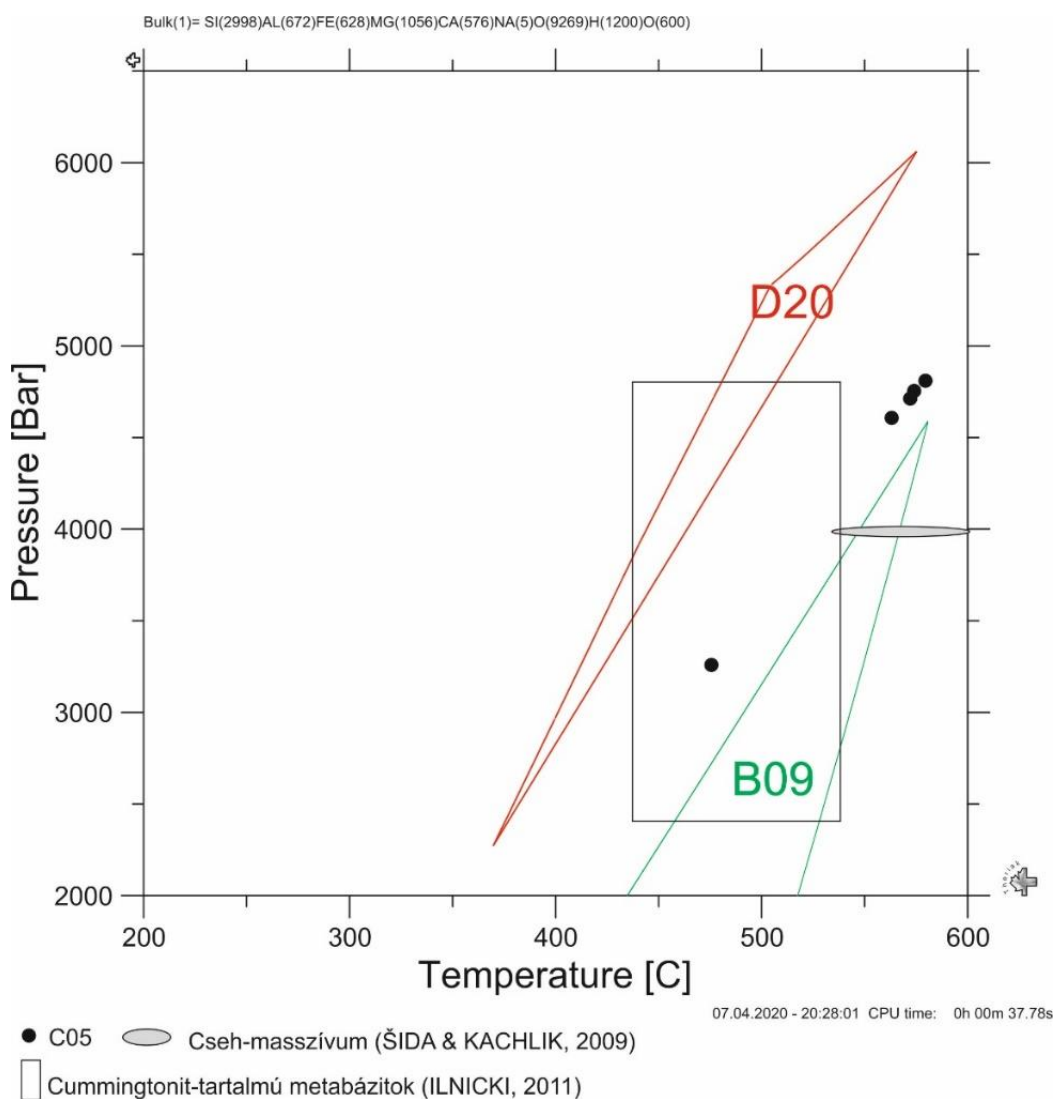
A 4. csoportba sorolt D26 mintából hiányoznak a Ca-amfibolok, a Fe-Mg amfibolok modális mennyisége kb. 80%. A kőbaltában a plagioklász saussuritesedése figyelhető meg, tiszta fázisként földpát nem volt jelen. A vékonycsiszolat és az XRD elemzések megerősítették a cummingtonitot **(VII/7. B, C, D ábrák) (VII. melléklet/13. ábra)**.

A Krkonoše-Jizera masszívum kontakt metabázitjának termobarometriai tartománya $T = 540-600\text{ }^{\circ}\text{C}$ és $P = 4\text{ kbar}$ közötti értékekkel írható le (ŠIDA & KACHLIK, 2009). Továbbá ILNICKI (2011) a masszívum lengyelországi oldalán megjelenő cummingtonit-tartalmú kontakt metabázitokra $440-540\text{ }^{\circ}\text{C}$ és $2,4-4,8\text{ kbar}$ adatokat becsült. Összevetve az irodalmi adatokat az általunk becsültekkel, megállapítható, hogy a B09 és C05 minták mindkét forrásterület

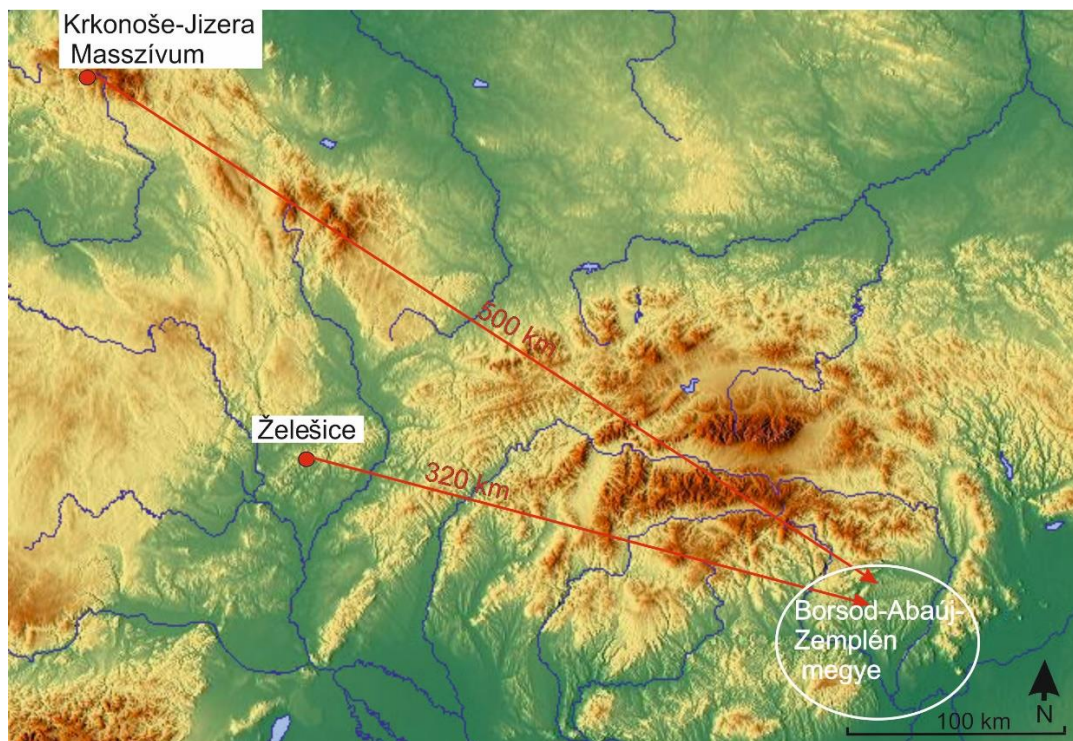
termobarometriai becsléséhez igazodnak, míg a D20 inkább a masszívum lengyel oldalán elhelyezkedő kontakt metabázit adataival korrelál jól (VII/12. ábra).

A kontakt metabázit nyersanyagú kőszközők fő ásványai (magneziohornblende ± aktinolit ± cummingtonit, bázikus plagioklászok, továbbá az ilmenit) valamint ezek szöveti helyzete és orientálatlan megjelenése tipikusan a Cseh-masszívum északi területéről származó kőzetekkel mutatnak rokonságot (ŠIDA & KACHLIK, 2009, ILNICKI, 2011). A 2. csoportba sorolt kőszközők nyersanyaga esetében, a želešicei forrásterület valószínűsíthető, mert az ott vizsgált kontakt metabázitoknál is hiányzott a cummingtonit, az ilmenit helyett magnetit alkotta a járulékos elegyrészt. Azok a kőzetek a kontakt aureolától távolabb képződtek és egy késői magnetitesedés is végbement a kőzeten, melyet magnetit-tartalma és magas MS értéke is igazol (ŠIDA & KACHLIK, 2009, PÉTERDI, 2011).

A forrásterületek közül a Kis-Kárpátok területe kizárható, mert onnan antofillit-tartalmú metabázitok kerültek leírásra (HOVORKA, 2013).



VII/12. ábra: B09, D20 és C05 jelű kontakt metabázit kőszközők és a feltételezett forrásterület P-T adatai.



VII/13. ábra: A kontakt metabázitok forrásterülete a Krkonoše-Jizera-Masszívum és Želešice.

VIII. ZÖLDPALA

A vizsgálatok alapján négy mintát azonosítottam zöldpalaként. Azokat a kőeszközöket soroltam ide, melyek maximális metamorf fokra utaló ásványparagenezise a zöldpala fáciest tükrözi.

A kőeszközök közül három Borsod-Derékegyháza (Edelény) lelőhelyről származik, mely bükk kultúrájú (KALICZ & MAKKAY, 1977), a D03 jelű kőbalta pedig Miskolc, Repülőtér, homokbánya lelőhelyen látott napvilágot AVK vagy Bükk AB kultúrájú kerámiatöredékekkel (CSENGERI, 2013) (VIII. melléklet/1. táblázat).

VIII.1. Makroszkópos vizsgálatok

Színük jellemzően zöld, makroszkóposan jól megfigyelhető a palásság, amint zöld-fehér vagy zöld-fekete sávok váltakoznak. Régészeti tipológiájukat tekintve laposbalták, méretük változatos (hossz: 4,5-8,5 cm, szélesség: 2,5-3,6 cm, vastagság: 0,6-1,4 cm) (VIII/3. A, B, C, D ábrák). Mágneses szuszceptibilitás értékük alacsony és szűk intervallummal írható le: $0,43-1,21 \cdot 10^{-3}$ SI (VIII. melléklet/ 1. táblázat).

VIII.2. Kőzetkémia

A kőeszközök teljes kőzetkémiai adatai nagyon hasonlóak, szubalkáli bazalt összetétellel (VIII. melléklet/2. táblázat). A kőbalták szűk SiO_2 -tartalommal jellemezhetők: 46,73-48,89 t%. A TAS-diagramban ábrázolva bazaltos protolitot mutatnak (VIII/1. ábra), az AFM-diagramon a minták tholeiites jellegűek (VIII/2. ábra).

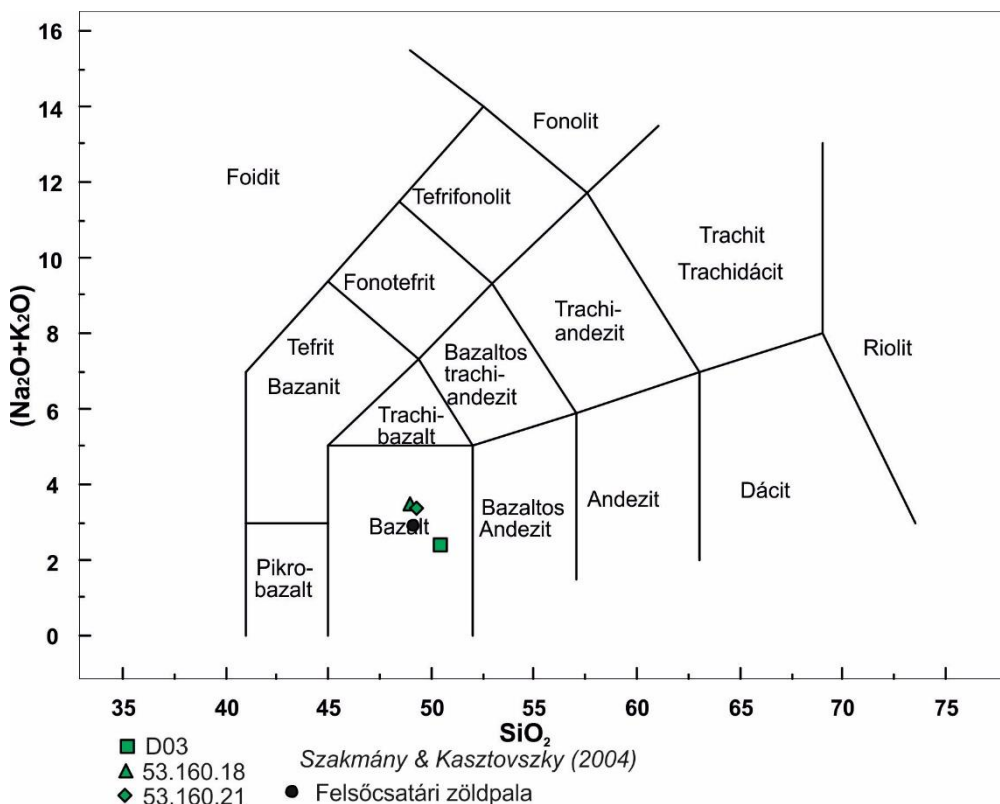
VIII.3. Petrográfia és ásványkémia

Négy kőeszközt vizsgáltam meg EDS/SEM módszerrel, melyekből három mintánál azok ép állapota miatt az eredeti felszín módszerét alkalmaztam. A vizsgált kőeszközök finomszemcsések, az fő kőzetalkotó amfibolok mérete 50-180 μm közötti (VIII/3. E, F ábrák). A zöldpalák jellemző ásványtársasága az aktinolit $\pm$ magneziohornblende $\pm$ winchit + albit + epidot/klinozoisit + klorit + titanit $\pm$ augit.

Az elektron-mikroszkopos vizsgálatokkal a kőeszközökből kimutatott aktinolitok szűk $\text{Al}_{(\text{tot})}$ -tartományban mozognak: 0,10-0,57 apfu, a $^{\text{C}}\text{Mg}/(\text{Mg}+\text{Fe}^{2+})$ 0,65-0,82. Az 53.160.18 és 53.160.143 mintákból elemzett magneziohornblende $\text{Al}_{(\text{tot})}$ értékei is homogén intervallumot fednek le: 0,68-1,01 apfu, a $^{\text{C}}\text{Mg}/(\text{Mg}+\text{Fe}^{2+})$ 0,71-0,78. Ugyanebből a két mintából elemzett egy-egy winchit elemzésben az $\text{Al}_{(\text{tot})} = 1,09-1,41$ apfu, míg a $^{\text{C}}\text{Mg}/(\text{Mg}+\text{Fe}^{2+}) = 0,67-0,82$ (VIII. melléklet/3. táblázat).

A kőeszközökben mért plagioklászok albitok $\text{An}_{0,24-5,92}$ anortit-tartalommal (VIII/3. E, F ábrák).

Az 53.160.143 mintából leírásra kerültek hipidioblasztos reliktaugitok, mérettartományuk 20-40 μm . Az augitok kémiai összetétele szűk tartományban mozog En_{33-49} Fs_{28-35} Wo_{23-32} (VIII. melléklet/4. táblázat).



VIII/1. ábra: Zöldpala kőeszközök kőzetkémiai adatainak ábrázolása a TAS-diagramban (LE BAS et al., 1986), összevetve a felsőcsatári zöldpala adataival.

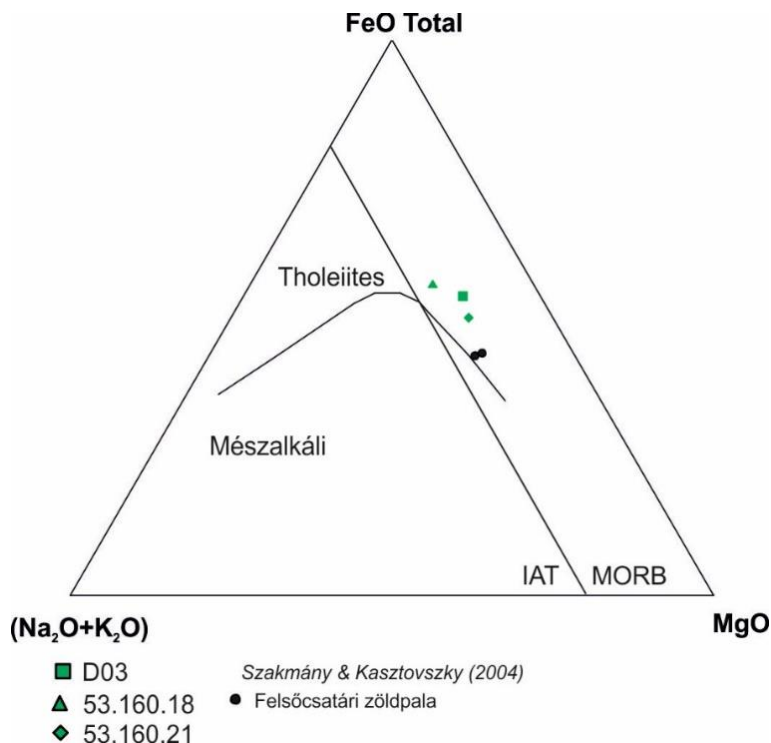
Minden mintából nagy mennyiségben került kimutatásra az epidot/klinozoisit (kb. 30%), méretük eléri a $100\ \mu\text{m}$ -t (**VIII/3. E, F ábrák**).

Ugyancsak minden kőeszköz tartalmaz kloritot, mennyisége a D03 mintában kb. 25% (**VIII/3. E, F ábrák**). A kloritok összetételüket tekintve klinoklorok, elemzéseiket a **VIII. melléklet/5. táblázatában** mutatom be.

Titanit is ugyancsak minden mintában jelen volt, Al_2O_3 -tartalmuk emelkedett értékeket mutat: 1,67-4,26 t%.

A D03 mintában kvarcot azonosítottam, mely a kloritok és a klinozoisitek közötti teret tölti ki (**VIII/3. F ábra**).

Szintén a D03 kőeszközből hidroxilapatitot figyeltem meg, mérete $\approx 70\ \mu\text{m}$.



VIII/2. ábra: Zöldpala kőeszközök kőzetkémiai adatainak ábrázolása az AFM-diagramban, összevetve a felsőcsatári zöldpala adataival (IRVINE & BARAGAR, 1971).

VIII.4. Röntgendiffrakciós elemzések

Az 53.160.21 leltáriszámú kőeszközből magneziohornblende, aktinolit, albit, titanit, hidroxilapatit, klinoklor, titanit került kimutatásra (**VIII. melléklet/1. ábra**), mely az elektron-mikroszondás elemzések által megismert fő kőzetalkotók jelenlétét alátámasztotta.

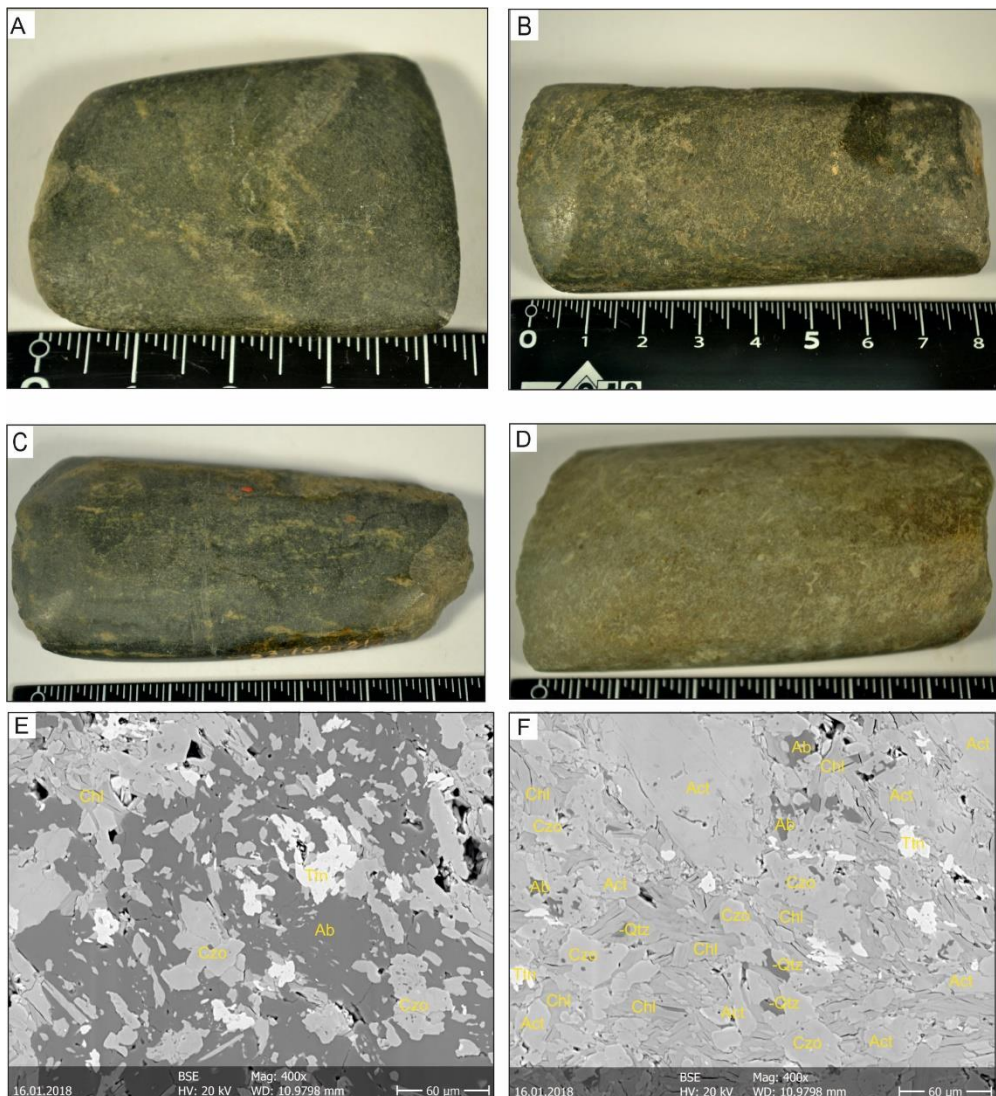
VIII.5. Termobarometriai modellezés

A termobarometriai becslés a THERIAK/DOMINO programcsomaggal (DE CAPITANI, 1994) a JUN92.bs adatbázis használatával történt a D03 mintán. Ennek az EDS/SEM elemzése történt csiszolatról, így az ásványos alkotókról részletes és pontos képet kaptam. Továbbá a modális összetevők alapján kapott összetételt a kőzetkémiai adatokkal összevettem A modellezést 290-550 °C hőmérséklet és 2-9 kbar nyomás tartományban végeztem el többletvíz hozzáadásával, a Ti-fázis elhagyásával.

A D03 minta teljes kémiai összetétele víz hozzáadásával

Si(2631)Al(819)Fe(375)Mg(509)Ca(647)Na(126)O(8200)H(900)O(450).

A Dominoval kapott modell széles P-T tartományt ír le a teljes kémiai összetétel alapján. Ezért a tremolit és az albit koncentráció izopétáit a tartományra illesztettem. Az elektron-mikroszondával mért tremolit koncentrációja 0,84, az albité 0,90. A modellezett ásványtársaság és a két izopléta metszéspontja 430 °C hőmérsékletet és 3,7 kbar nyomást jelez (**VIII/4. ábra**).



VIII/3. ábra: A-B-C-D Makroszkópos felvételek az 53.160.18, 53.160.143, 53.160.21 és a D03 jelű kőeszközökről. E-F: A D03 jelű kőbaltá BSE képei.

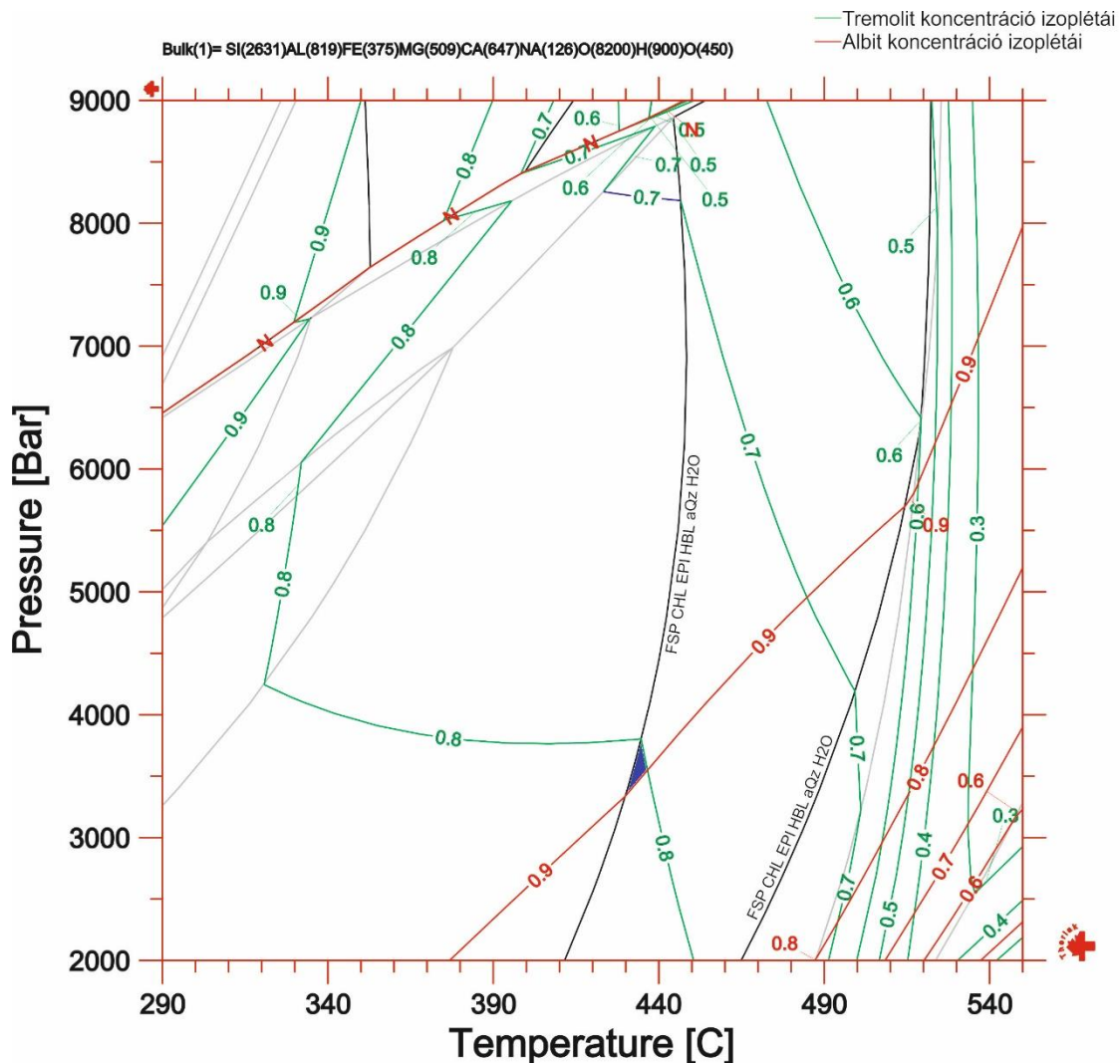
VIII.6. Diskusszió – Lehetséges forrásterületek

A Gömörikumban a metabázitok egyrésze zöldpala metamorfózist szenvedett el. Elhelyezkedésük a Gömörikum északi és keleti részéhez köthető, de elszórtan a központi területen is vannak kibukkanásai. A zöldpalákat alkotó ásványok: albit, aktinolit, fehér csillám, klorit, epidot és titanit. A termobarometriai modellezés a Gömörikum területén 3-5 kbar és 350-450 °C P-T tartományt fed le (FARYAD, 1997c), amelybe jól illeszkedik a D03 jelű kőeszközről becsült P-T érték: 430 °C és 3,7 kbar. A piroxéntartalmú zöldpalák a Gömörikum északi és keleti részéről kerültek leírásra (HOVORKA et al., 1988, FARYAD, 1991). A kőzetben az aktinolitok Na_2O tartalma 0,1-0,8 t%, ami jól egyezik az általunk elemzett winchitet nem tartalmazó 0,13-0,70 t% Na_2O tartalmú aktinolitokkal.

Az 53.160.18 és 53.160.143 leltáriszámú kőbalták, melyek kevés winchitet is tartalmaznak, ugyancsak jól korrelálhatók a Na-Ca amfibolokat tartalmazó zöldpalákkal a Gömörikum központi részéről (FARYAD, 1997c).

Magyarországi zöldpala előfordulások a kőeszközök régészeti lelőhelyétől távolabb, Felsőcsatáron fordulnak elő. Az itteni zöldpalákat archeometriai szempontból vizsgálták SZAKMÁNY et al. (2011b). A kőzet ásványos alkotói hasonlóak a szlovák zöldpalákéhoz: aktinolit, albit, epidot, klinozoisit és titanit. A két kőzetkémiai elemzés a felsőcsatári zöldpalákról nem reprezentatív, a gömörikumi zöldpalákról pedig kőzetkémia nem állt rendelkezésre. A vizsgált két legközelebbi zöldpala előfordulás (Gömörikum, Felsőcsatár) ásványkémiai értékei azonosak. A zöldpala, mint nyersanyag nem túl gyakori a neolit csiszolt kőeszközök közötti típusai között, mert erőteljes palássága állékonyságát csökkenti. A gyűjteményben előforduló kis mintaszám is valószínűleg ebből a tulajdonságából adódhat. Feltételezem, hogy a nem túl jó nyersanyag miatt helyi, közeli lehetett a nyersanyagforrás, ami ez esetben a Gömörikumot jelenti.

A Kárpát-medence környékén az Erdélyi-középhegységben is jelentős zöldpala előfordulások ismertek, de szakirodalmi adatok hiányában ezekkel nem tudtam összevetni a kőeszközöket.



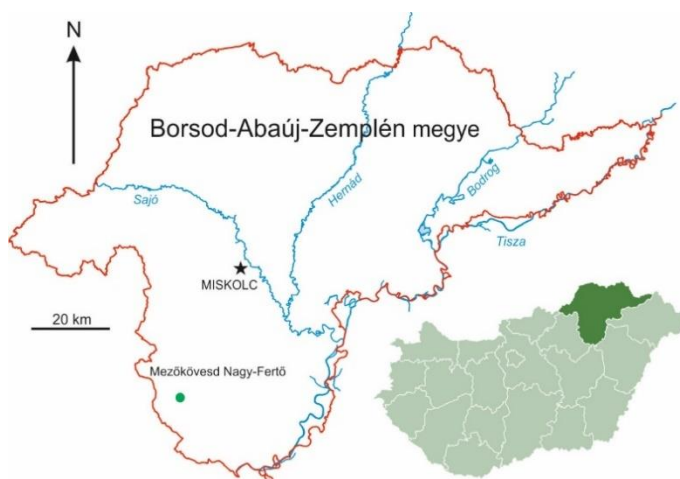
VIII/4. ábra: A D03 jelű zöldpala kőbalta P-T ablaka. A kék kis háromszög jelzi a tremolit- és albitkoncentráció izopléták által szűkített P-T tartományt.

IX. SZODALITOS BAZALT

Alkáli bazalt, mint kőeszköz nyersanyag ismert volt a neolitikumban (SZAKMÁNY, 2009), bár részletes vizsgálatok nem történtek róla. A vulkáni nyersanyagú kőeszközök közül alapos vizsgálatnak lett alávetve egy szodalit-tartalmú alkáli bazalt nyersanyagú kőbalta.

A Kárpát-medence környékén szodalit-tartalmú alkáli bazalt Szlovákia délkeleti részéről, a magyar-szlovák környékén található Cseres-hegységből ismert (FARSANG et al., 2014, FEHÉR et al., 2016). Magyarországon a Cseres-hegység átnyúlik a Karancs, Medves és a Heves-Borsodi-dombságra (KONEČNÝ et al., 2004). Az összehasonlításra használt minta a Herman Ottó Múzeum Ásványtár gyűjteményéből származik, leltáriszáma 2011.167, melyet Szakáll Sándor és Kristály Ferenc gyűjtött a Bolgárom (Bulhary) község mellett található legnagyobb kiterjedésű kőfejtőből.

A kőeszköz régészeti lelőhelye a mezőkövesdi Nagy-Fertő ásatási területe, az M3 autópálya nyomvonalán a 76. lelőhely (**IX/1. ábra**), ahonnan neolitikus kerámiatöredékekkel együtt tárták fel (CSENGERI, 2013, GÁL, 2018).



IX/1. ábra: Mezőkövesd, Nagy-Fertő régészeti lelőhelyet zöld kör jelzi a megyetérképen.

IX.1. Makroszkópos és mikroszkópos vizsgálatok

A tört kőeszköz eredetileg kaptafa alakú balta lehetett. A balta 3,7 cm hosszú, 1,8 cm széles és 1,5 cm vastag.

Makroszkóposan vizsgálva sötétszürke színű, felületén és a kőzet belsejében max. 5 mm-es, piszkosfehér, kerekded foltok láthatók egyenletes eloszlásban. A foltok mentén a kőeszköz blokkokra esik szét, a jelenség a kokkolitosodásra enged következtetni (ZAGOŽDŽON, 2003) (**IX/2. ábra**). Az eltemetődés során helyenként sárgás, világos karbonátos bevonat képződött a lelet felületén.



IX/2. ábra: A D19 jelű alkáli bazalt kőszkőz makroszkópos képe Mezőkövesd, Nagy-Fertő ásatási területéről

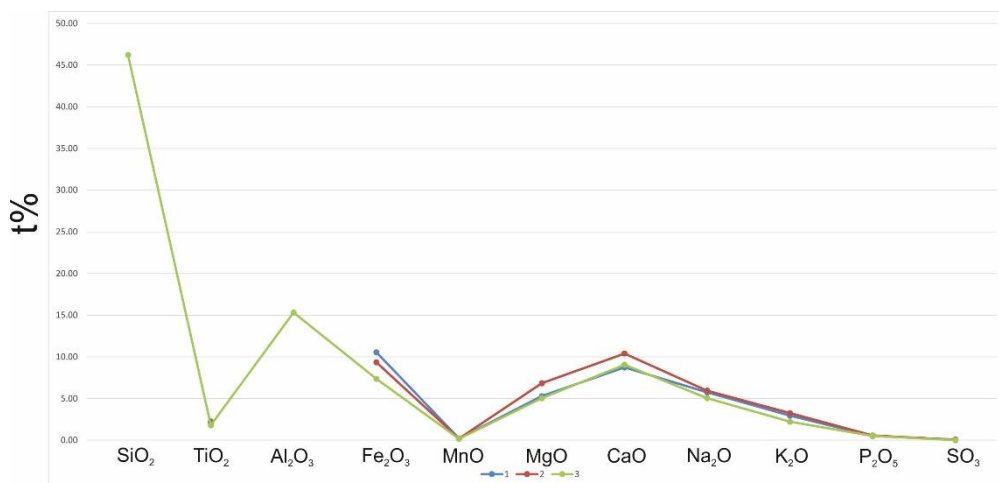
IX.2. Kőzetkémia

Kőzetkémia WDXRF analízissel történt a kőbaltán és a bolgáromi mintán egyaránt. Mindkét mintából 0,6 grammot mértem ki, melyhez 2,4 gramm analitikai tisztaságú üveghomokot adtam, így a mintaelőkészítésből kifolyólag az 1:4 arányt az eredmények értékelésénél figyelembe vettem. Az üveghomok magas Si- és Al-tartalma miatt, ezek értelmezését az eredmény értékelésénél elhagytam. A TiO_2 , MgO , CaO , Na_2O , K_2O és a P_2O_5 eredmények kiválóan korrelálnak a kőbaltában és a bolgáromi mintában egyaránt (**IX. melléklet/1. táblázat**) (**IX/3. ábra**).

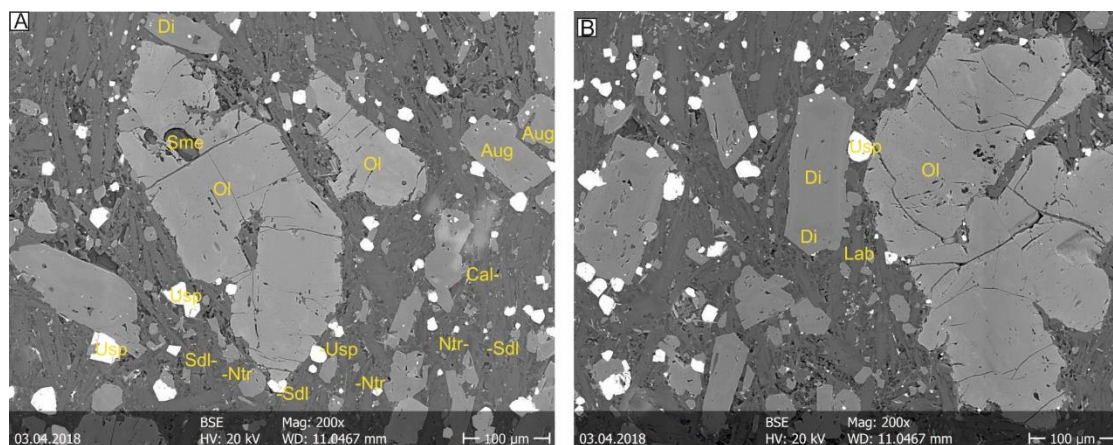
IX.3. Petrográfia és ásványkémia

IX.3.1. A kőbalta

Az elektron-mikroszkopos vizsgálatok kimutatták, hogy a hipidiomorf olivinek mérete eléri a $700\text{ }\mu\text{m}$ -t, összetételük a magtól a szegélyig folytonosan változik. A vastartalom a magtól kifelé haladva növekszik, míg a Mg-tartalom ennek rovására csökken és a magban dúsul. A magtól a szegély felé a fayalit-tartalom 25-34%. Némely olivin belsejében szmektitisedés tapasztalható (**IX/4. A ábra**). Az idiomorf, hipidiomorf klinopiroxének zónásak, ásványkémiai elemzéssel diopszid és augit lett azonosítva (**IX/4. A, B, 6. ábrák**). A plagioklászlecek labradoritos összetételűek (An_{52-58}), méretük eléri az $500\text{ }\mu\text{m}$ -t (**IX/4. B, 7. ábrák**). Az izometrikus, max. $40\text{ }\mu\text{m}$ -es ulvöspinell egyenletesen oszlik el a mintában. A szodalit és a nátrolit a többi kőzetalkotó szilikát közötti teret töltik ki és helyenként kalcit is előfordulnak. Kőzetüveg a mintában nem volt megfigyelhető (**IX/4. A, B ábrák**).



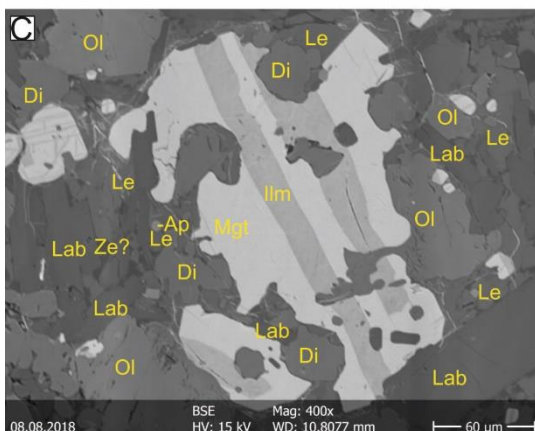
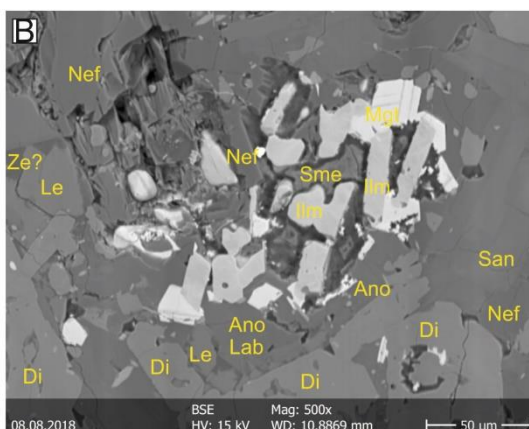
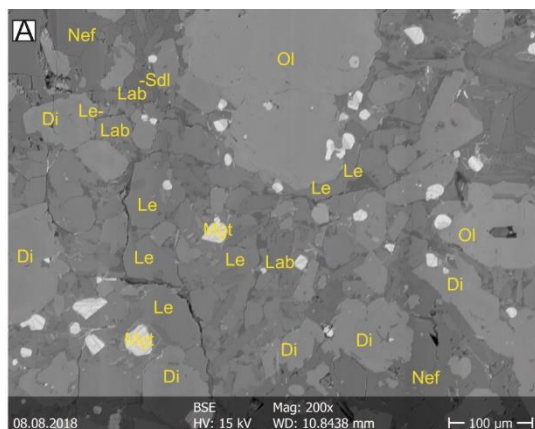
IX/3. ábra: A kőbalta és a bolgáromi alkáli bazalt kőzetkémiai adatai. (Rövidítések: 1: A D19 jelű kőbalta mintája üveghomokkal keverve, 2: bolgáromi alkáli bazalt mintája üveghomokkal keverve, 3: bolgáromi alkáli bazalt üveghomok nélkül).



IX/4. ábra: A D19 jelű kőbalta BSE képei.

IX.3.2. Bolgáromi szodalitos bazalt

A hipidiomorf, zónás olivinek mérete eléri a 700 µm-t (**IX/5. A ábra**). A fayalit-tartalom a magtól a szegélyig 24-33% között változik. Néhány olivin belsejében szmektitisedés figyelhető meg (**IX/5. B ábra**). Az enyhén zónás hipidiomorf klinopiroxének diopszidos összetételűek (**IX/6. ábra**). A plagioklászok labradoritok (An₅₁₋₆₇) (**IX/6. A, B, C, 7. ábrák**), méretük 100 µm alatti. Ebben a mintában káliföldpátok is megismerésre kerültek, kémiai összetételük alapján az anortoklász és szanidin mezőkbe esnek (**IX/6. B, 7. ábrák**). A kőzetben egyenletesen oszlik el a Ti-gazdag, izometrikus magnetit (TiO₂ = 10-14 tömeg%), mely a 200 µm nagyságot is eléri (**IX/5. C ábra**). Magnetitzárványok az olivinben és a klinopiroxénben is előfordulnak (**IX/5. A, B, C ábrák**). Ilmenit szételegyedés néhány magnetitben megfigyelhető (**IX/5. C ábra**). A minta többféle földpátpótlót is tartalmaz. A nefelin eléri a 150 µm-t, a leucit a 100 µm-t (**IX/5. A, B, C ábrák**). A legnagyobb szodalit 70 µm nagyságú és a kristályok közötti teret tölti ki (**IX/5. A ábra**). Apatit, mint akcesszória fordul elő a kőzetben (**IX/5. C ábra**).



IX/5. ábra: A-C Bolgáromi alkáli bazalt BSE képei.

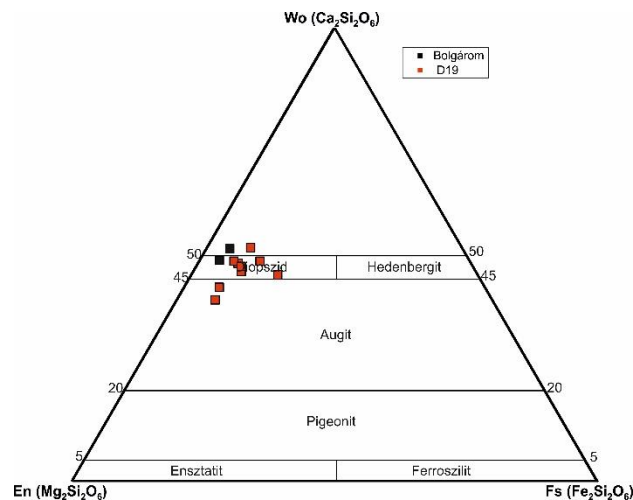
IX.4. Röntgendiffrakciós elemzések

A kőbaltán és a bolgáromi alkáli bazalton végzett röntgen-diffrakciós elemzés igazolta az EDS/SEM által mért ásványokat. A következő ásványfázisok lettek azonosítva a kőeszközből: bytownit, diopszid, olivin, szodalit, és nefelin (IX. melléklet/1. ábra), míg a bolgáromi mintából bytownit, diopszid, olivin, szodalit, nefelin, leucit és analcim került leírásra (IX. melléklet/2. ábra).

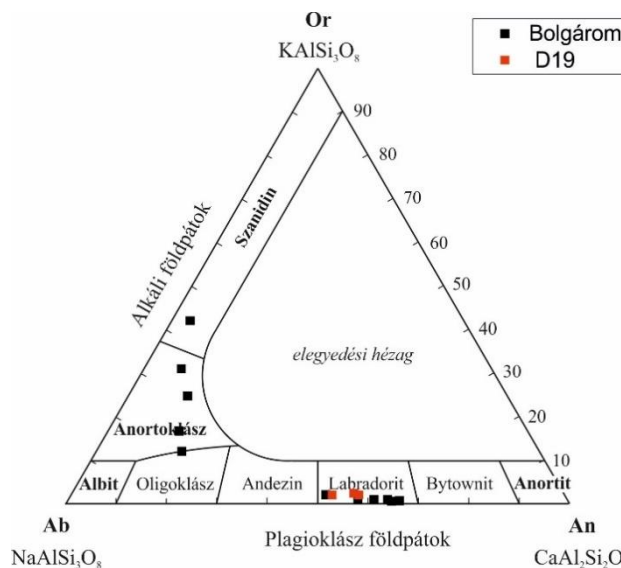
IX.5 Diszkusszió – Lehetséges forrásterület

A kőeszközből elektron-mikroszondával kimutatott ásványtársaság sok egyezést mutat a cseres-hegységi alkáli bazalttal (FARSANG et al., 2014). A hipidiomorf olivinek mérete mindkét mintában egyező, eléri a 700 µm-t, valamint kémiai összetételük is hasonlóan változik a magtól a szegély felé. Fayalit-tartalmuk átfed; a kőbaltában 25-34%, a bolgáromi mintában 24-33%. Mindkét mintában az olivinek a szmektitisedés jelenségét mutatják. Zónás klinopiroxének ugyancsak mindkét mintában jelen vannak (IX/4., 5. ábrák). A kőeszközből diopszid és augit került leírásra, a bolgáromi bazaltból diopszid lett kimutatva (IX/6. ábra). A plagioklászok kémiai összetétele labradorit, anortit tartalmuk átfed (IX/7. ábra). A labradoritok mérete a kőbaltában eléri az 500 µm-t, a bolgáromi mintában ez 100 µm (IX/4., 5. ábrák). FARSANG et al. (2014) a cseres-hegységi alkáli bazaltokból számos helyről plagioklász megakristályokról számol be.

Az izometrikus spinelek mindkét mintában egyenlően oszlanak el. A köeszközben a legnagyobb ulvöspinell 40 μm , a bolgáromi bazaltban a Ti-gazdag magnetit 200 μm nagyságot éri el.



IX/6. ábra: A D19 kőbaltából és a bolgáromi alkáli bazaltból származó klinopiroxének ásványkémiai össterételének az En-Fs-Wo diagramban (MORIMOTO, 1989).



IX/7. ábra: Földpátók kémiai összetétele a D19 jelű kőbaltából és a bolgáromi alkáli bazaltból az Or-Ab-An háromszög diagramon ábrázolva.

Mindkét mintában megfigyelhetők az ulvöspinell- illetve magnetitzárványok az olivinekben és a klinopiroxénekben (IX/4., 5. ábrák).

Földpátpótlók ugyancsak mindkét mintából leírásra kerültek, bár az ásványfajok kissé eltérnek. A szodalit az ásványok közötti teret tölti ki, méretükben eltérés mutatkozik. A bolgáromi bazaltban nagyobb, 70 μm a kristályok mérete, míg a köeszközben 10 μm (IX/4., 5. ábrák).

A kőbaltában nátrolitot is megfigyeltem (IX/4. A ábra). Egy zeolitszerű ásvány ugyancsak jelen van a bolgáromi bazaltban is, de ennek a pontos azonosítása nem sikerült a kémiai

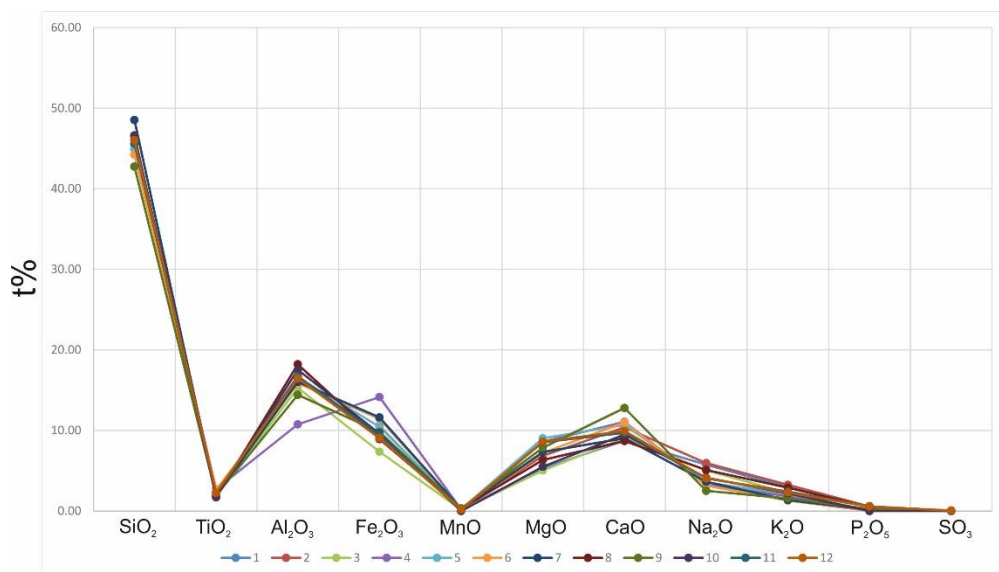
összetétel alapján. A bolgáromi bazaltból a nefelin és a leucit is leírásra került (**IX/5. ábra**), de a kőeszközből ezeket az ásványokat EDS/SEM vizsgálattal nem tudtuk igazolni, viszont a röntgen a nefelint kimutatta (**IX. melléklet/1. ábra**).

A bolgáromi mintából káliföldpátokat azonosítottam, anortoklászt és szanidint, de ezeket a kőeszköz nem tartalmazta (**IX/7. ábra**). Az XRD elemzés számos hasonlóságot mutat a két vizsgált minta között, az eltérések az akcesszóriákban mutatkoznak (**IX. melléklet/1., 2. ábrák**). Kőzetüveget egyik minta sem tartalmazott.

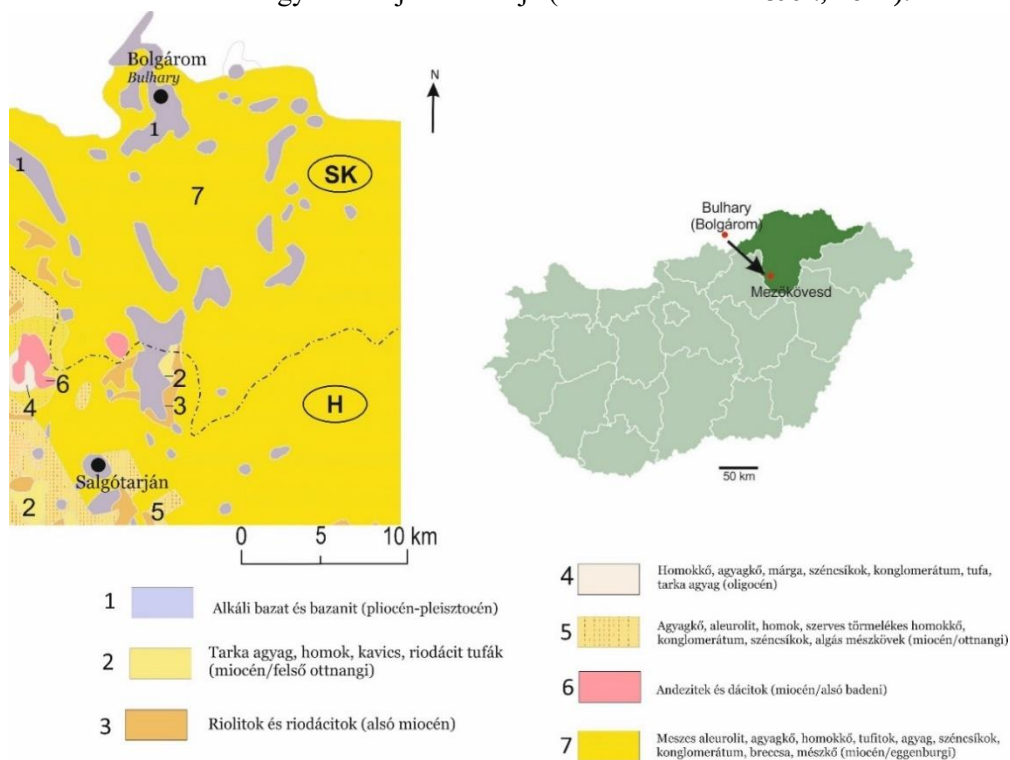
A kőzetkémiai adatokat összevettem korábban a Cseres-hegységről publikált adatokkal (**IX. melléklet/1. táblázat, IX/8. ábra**). A főelemeket megfigyelve a kőbalta leginkább a badzovzei nefelinbazanithoz (FORGÁČ, 1970) valamint a bolgáromi bazanit-kőfejtő kőzeteire hasonlít (HAKULINOVÁ et al., 2012).

A kőeszköz és a bolgáromi bazalt ásványtársasága EDS/SEM és XRD alapján nagyon hasonló. A szodalit kőzetalkotó ásványként van jelen mindkét mintában. FARSANG et al. (2014) a szodalit jelenlétét magas hőmérsékletű fluidumokból eredezteti és üregkitöltő ásványként írja le. A kőeszközből vizsgált szodalit kőzetalkotóként jelenik meg a már korábban kivált fázisok között. Így képződhetett az inkompatibilis elemekben (Cl) feldúsult maradék olvadékból a földpátok rovására, vagy hidrotermás fluidumok átalakító hatására földpátokból vagy kőzetüvegből.

A kőeszköz és a bolgáromi bazalt ásványi összetevői, szövete nagyon hasonlítanak, ezenkívül a kőzetkémiai adatokat összevetve a korábban publikáltakkal (FORGÁČ, 1970, HAKULINOVÁ et al., 2011), megállapítható, hogy a kőbalta a Cseres-hegységi bazanitokkal nagy hasonlóságot mutat. Elsődleges szodalit-tartalmú bazalt a Kárpát-medence környékéről a bolgáromi kőfejtőből és annak környékéről ismert (FARSANG et al., 2014, FEHÉR et al., 2016). Ez alapján kijelenthető, hogy a D19 kőbalta lehetséges forrásterülete Bolgárom vagy annak környéke (Szlovákia) (**IX/9. ábra**) (KERESKÉNYI et al., 2019).



IX/8. ábra: Kőzetkémiai adatok összevetve korábban publikáltakkal. (1: D19 jelű kőbalta üveghomokkal keverve, 2: Bolgáromi alkáli bazalt üveghomokkal keverve, 3: Bolgáromi alkáli bazalt, 4: Bolgáromi limburgitoid bazanit (FORGÁČ, 1970), 5: Konrádovcei nefelinbazanit (FORGÁČ, 1970), 6: Filakovoi nefelinbazanit (FORGÁČ, 1970), 7: Belinai nefelinbazanit (FORGÁČ, 1970), 8: Badzovzei nefelin bazanit (FORGÁČ, 1970), 9: Borkul-bagaci nefelinbazanit (FORGÁČ, 1970), 10 Észak-magyarországi bazaltok átlagos kőzetkémiaiája (JUGOVICS, 1974), 11: Bolgáromi bazanit (HAKULINOVÁ et al., 2011), 12: Bolgáromi felhagyott kőfejtő bazanitja (HAKULINOVÁ et al., 2011).



IX/9. ábra: A D19 jelű kőbalta régészeti lelőhelye és feltételezett forrásterülete.

X. ÖSSZEFOGLALÁS

Közel 500 db kőeszközt vizsgáltam meg a Herman Ottó Múzeum régészeti gyűjteményéből. A makroszkópos csoportosítás során a változatos megjelenésű metabázit nyersanyagokra fókuszáltam, mert ezek a kőzettípusok a neolitikumban végig jelen vannak, számos régészeti lelőhelyen megjelennek és forrásterületük is elég jól lehatárolható. A fő metabázit kőzettípusokra kidolgoztam egy módszertani eljárást, amellyel roncsolásmentes analitikai eljárásokkal, a felépített osztályozórendszert alkalmazva különböző metabázit típusok meghatározhatók (**III/1. ábra**).

A metabázit kőeszközök nagy része sérült, régészeti tipológiájukat tekintve főleg laposbalták, 6 db kaptafa alakú kőbalta, 3 db nyelv alakú balta, 3 db átfűrt nyéllyukas, 1 db trapéz alakú kőbalta, és 2 db félkész kőeszközt tartalmaz a gyűjtemény a metabázit kőzettípusúakra vonatkozóan.

A kaptafa alakú kőbaltákból kettő kékpala, három amfibolit és egy kontakt metabázit kőzettípusú. Négy (kékpala, amfibolit, kontakt metabázit) kaptafa alakú kőbalta régészeti lelőhelye Borsod-Derékegyháza (Edelény), további egy kékpala kaptafa alakú kőbalta Felsővadász-Várdombról került elő, ezek régészeti kultúra(k)hoz jól kapcsolhatók. Az egyik amfibolit kőzettípusú és ugyanezen régészeti tipológiájú kőeszköz lelőhelye Tolcsva vagy környéke és egyedüli szórványlelet ebből a régészeti típusból.

A nyelv alakú kőbalta ritka, mindösszesen három ilyen kőeszközt tartalmaz a vizsgált gyűjtemény, ezek kőzettípusa kékpala, kékpala-zöldpala és amfibolit. A kékpala (Mezőnyárád) és a kékpala-zöldpala átmeneti fáciesű (Szendrő vagy környéke) kőeszközök szórványleletek, az amfibolit (Tiszadorogma) AVK kultúrához (CSENGERI, 2011) köthető.

Három darab átfűrt nyéllyukas kaptafa alakú kőbaltából kettőnek amfibolit a kőzettípusa, régészeti lelőhelyeik Egerlövő és Hangács, mindkettő szórványleletként látott napvilágot. A kontakt metabázit átfűrt nyéllyukas kőbalta Hernádcécéről került elő és az AVK-Tiszadob, Tiszadob kultúrákhoz köthető az együtt előkerült kerámianyag alapján (CSENGERI, 2013).

Két kékpala félkész kőbaltát is vizsgáltam, az encs-kelecsényi Tiszadob-Bükk (CSENGERI, 2013), a fancsali minta AVK, AVK2, Tiszadob, Tiszadob-Bükk kultúrákhoz (KALICZ & MAKKAY, 1977) kapcsolható.

Kőzettípusonként nagy mintamennyiségen végeztem el ásvány- és kőzetkémiai elemzéseket. A kékpala, amfibolit, kontakt metabázit és zöldpala kőzettípusú kőeszközökön termobarometriai modellezés is történt a valószínűsíthető forrásterületek minél biztosabb azonosítására. Ez különösen azon gyakori kőzettípusok (amfibolit) esetében jelentős, ahol a kőzetkémia és az ásványos összetevők túl közönségesek, valamint a régészeti lelőhelyek környékén nagy gyakorisággal fordulnak elő ezek a nyersanyagok.

A vizsgálatok során sikeresen azonosítottam és kőzettípusba soroltam 99 db kőbaltát (**X. melléklet/1. táblázat**). Valamint ezeknél a forrásterületet is megtaláltam.

33 db kékpala kőeszközökön történtek archeometriai vizsgálatok. A nyersanyag legvalószínűbb forrásterülete a Mellétei-egység Szlovákiában, de néhány kőeszköz esetében a kőzetkémiai adatok és a termobarometriai modellezés alapján nem zárhatók ki, a Piennini-szirtövben kréta konglomerátumban elszórtan előforduló kékpala kavicsok sem (KERESKÉNYI et al., 2018).

Új vizsgálati eredményként sikerült a kékpala kőeszközökből roncsolásmentes XRD vizsgálattal kimutatni a fő kőzetalkotó komponenst, a glaukofánt, illetve a ferroglaufokofánt.

Ezzel a gyors, hatékony és roncsolásmentes eljárással nagy biztonsággal lehet kékpala közötti típusú kőszköket azonosítani (KRISTÁLY & KERESKÉNYI, 2016).

Négy kékpala-zöldpala nyersanyagú kőszközt azonosítottam. Ezek forrásterülete a Dél-Szlovákiában található Mellétei- vagy az Iňačovce-Krichevo-egység egyaránt lehet (KERESKÉNYI et al., 2020).

28 db amfibolit kőszközt vizsgáltam meg az archeometriai kutatások során. Az ásványos összetevők és a szöveti helyzetek alapján három főcsoportot alkottam. Az összes kőszközön termobarometriai modellezést végeztem és a kapott adatokat összevettem a Nyugati-Kárpátokban feltételezett forrásterületről korábban publikáltakal. A kőszkök termobarometriai adatai kitűnően illeszkedtek a variszkuszi metamorf gradiensre (BEZÁK et al., 1993) (VI/14. ábra). Az adatok összegzéséként megállapítható, hogy az amfibolit kőszkök a Gömörikum, Veporikum, Zemplénikum, Tátrikum egyes amfibolit előfordulásaihoz jól igazodnak (VI/ 16. ábra). Az amfibolitok esetében proveniencia azonosítást lelőhely szinten pontosabban megadni, diagnosztikus ásvány hiányában nem lehet. Mivel a lehetséges forrásterületek P-T adatai átfednek és a kőszkök becsült P-T értékei is bizonytalansággal terheltek, nem lehet kizárólagosan egy forrásterületet egyedi mintákhoz kötni. Mivel az amfibolit közönséges és gyakori közötti típus a Nyugati-Kárpátokban, korreláció nem fedezhető fel a régészeti tipológia, kronológiai és kulturális fázisok vonatkozásában sem (KERESKÉNYI et al., 2020a).

29 db kontakt metabázis kőszközön végeztem archeometriai vizsgálatokat. Ezek ásványos összetevői, kőzetkémiai adatai és termobarometriai számítások jól igazodtak a feltételezett forrásterülethez. A kontakt metabázis nyersanyagú csiszolt kőszkök nagy részének a forrásterülete a Csehország északi részén található Krkonoše-Jizera masszívum. Valamint ezen közötti típus 2. csoportja a Cseh-masszívum délkeleti részén elhelyezkedő Želešicéről eredeztethető.

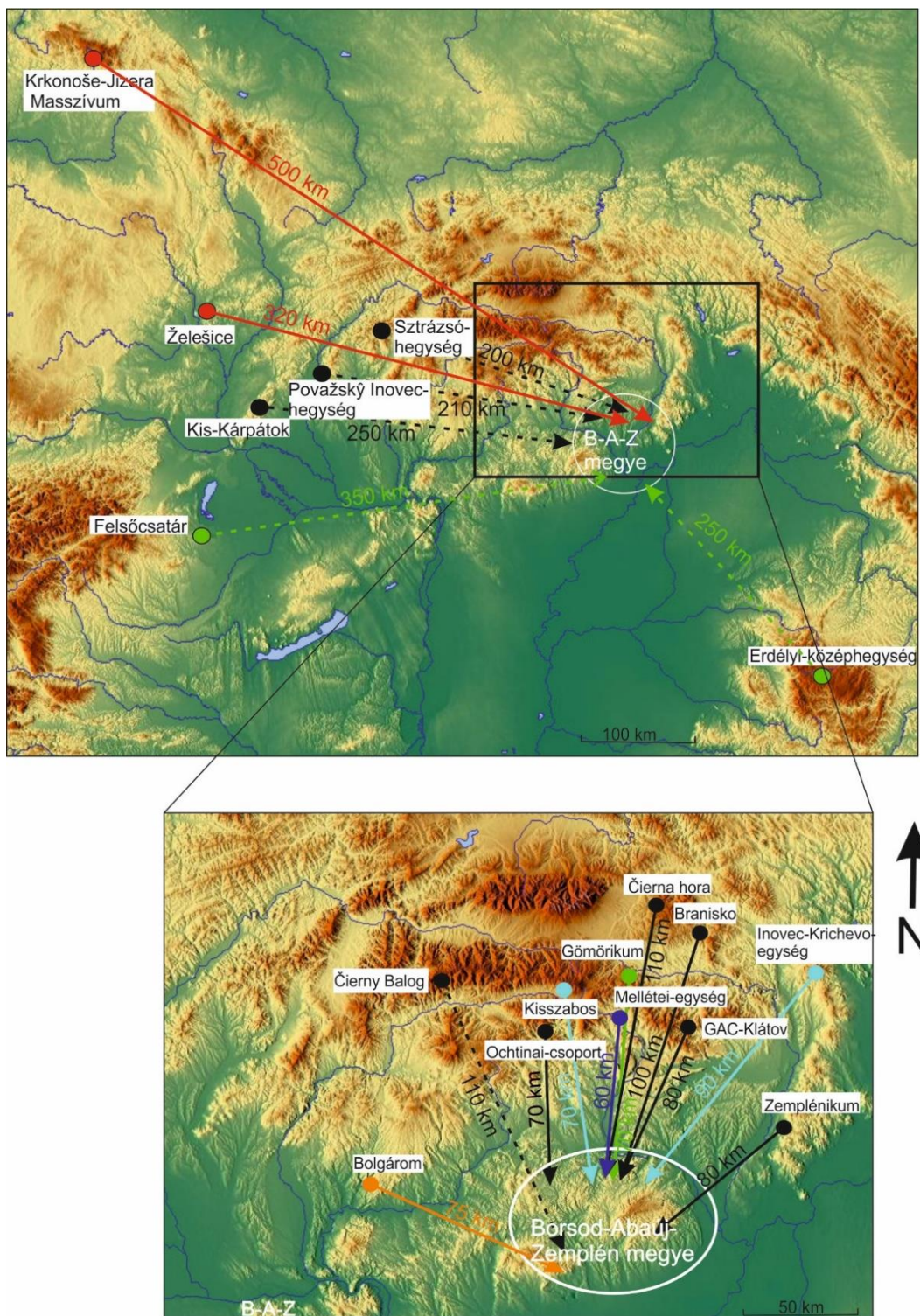
Négy zöldpala kőszköz archeometriai vizsgálatát végeztem el. Ezek a Gömörikum északi, keleti vagy központi részéről eredeztethetők az ásványkémiai és termobarometriai eredmények összegzése alapján. A Na-Ca-amfibol-tartalmú zöldpala esetében a Gömörikum központi területe jöhet számításba. Ugyanakkor meg kell említeni, hogy magyarországi zöldpala előfordulások a kőszkök régészeti lelőhelyétől jóval távolabb, Felsőcsatáron ismertek, melyek ásványos alkotói hasonlóak a szlovák zöldpalákéhoz: aktinolit, albit, epidot, klinozoisit és titanit. A Kárpát-medence környékén az Erdélyi-középhegységben is jelentősek a zöldpala előfordulások, így ez a forrásterület sem vethető el teljesen.

Mezőkövesd, Nagy-Fertő régészeti lelőhelyről származik az a kaptafa alakú kőszköz, melynek összehasonlító vizsgálatát végeztem el a Bolgáromból (Cseres-hegység) származó szodalitos bazalttal. Az ásvány- és kőzetkémiai összehasonlító elemzések, valamint a területről származó szakirodalmi adatok elemzése, megerősítették feltételezésemet, hogy a kőszköz forrásterülete nagy valószínűséggel a Cseres-hegység (KERESKÉNYI et al., 2019).

A gyűjteményben gyakori és nagy mennyiséget képviselő kékpala, amfibolit, kontakt metabázis nyersanyagú kőszkök kulturális elterjedését vizsgálva azt tapasztaltam, hogy a kékpala közötti típusú kőbalták csak a középső neolitikumban fordulnak elő; a késő neolitikumban, a tiszai kultúrában nem jelennek meg. Valószínűleg ebben az időszakban nem ismerhették azt a forrásterületet, feltehetőleg azért, mert a Közép-Tisza vidékéről terjedt észak felé a kultúra

fiatalabb fázisában (PATAY, 1957) és/vagy az egyazon időben megtelepedő lengyeli kultúra (KREITER et al., 2017) elzárhatta a kékpala nyersanyag hozzáférést a tiszai kultúra elől. Az amfibolit és kontakt metabázit mind a középső és a késő neolitikumban is használatos nyersanyag volt. A kontakt metabázit kiváló és szívós nyersanyagként viselkedett ezért Közép-Európa számos kultúrájában elterjedt és kedvelt nyersanyagként használták (PŘICHYSTAL, 2013).

A lehetséges forrásterületek kirajzolódása után megállapítható, hogy a kékpala, kékpala-zöldpala, amfibolit, zöldpala nyersanyagú kőeszközök esetében közeli, (30-200 km távolságú) a nyersanyagforrás. A kontakt metabázit kőeszközöknél a Cseh-masszívum, távoli (>200 km) nyersanyagforrás volt a jellemző. A zöldpala kőbalták esetében a forrásterület valószínűleg közeli, de távoli (pl. Felsőcsatár, Erdélyi-Középhegység) vagy egyelőre az archeometria számára ismeretlen forrásterületek is lehetségesek. A szodalitos bazalt kőeszköz forrásterülete a Cseres-hegység, mely ugyancsak közeli (30-200 km távolságú) nyersanyagforrás. Elképzelhető, hogy ez a forrásterület a kontakt metabázit nyersanyag kereskedelmi útvonalába eshetett és így gyűjtötték a szodalitos bazalt nyersanyagot (**X/1. ábra**). A gyűjtemény többi közettípusa esetében a komplex ásvány- és kőzetkémiai vizsgálatok, valamint a gyakran hiányzó összehasonlító szakirodalom hiányában forrásterület nem határozható le.



X/1. ábra: A dolgozatban tárgyalt köeszközök nyersanyagainak lehetséges forrásterületei. Piros szín a kontakt metabázitot, fekete szín az amfibolitot, kék szín a kékpala, kékeszöld szín a kékpala-zöldpala átmeneti fáciesű kőzeteket, zöld szín a zöldpala és sárga szín a szodalitos bazaltot jelöli.

XI. SUMMARY

In my research I analysed approximately 500 polished stone tools from the archaeological collection of the Herman Ottó Museum. After the macroscopic grouping of each tool, I focused on the metabasite polished stone implements of varied appearance, because these rock types are present during the Neolithic period deriving from many, different archaeological localities, moreover their provenance area can be well identified.

I developed a methodological proceeding of non-destructive analytical procedures for the main metabasites by which different metabasite types can be classified according to the established classification system (**Fig. III/1**).

In addition to the metabasite stone implements, I have analysed several rock types in varying detail. Numerous MS, EDS/SEM, XRD and PGAA measurements were carried out on andesite, metavolcanite, potassium metasomatised volcanite, basalt, hornfels, serpentinite, and all sedimentary and quartzite polished stone implements. Due to the limited size of the dissertation, I do not present those results.

In the dissertation I discuss in detail the polished stone implements made of blueschist, blueschist-greenschist transient facies, amphibolite, contact metabasite and greenschist. The chapters of the dissertation are discussed by rock types and the classification of the rock types are based on the highest metamorphic grade reached. The metabasite chapters are followed by a chapter of a stone implement made of sodalite basalt rock. In the first approach this volcanic rock was classified as amphibolite due to its black colour and the shoe-last form which is very typical among the amphibolite polished stone tools. The accurate rock type was determined by electron-microprobe analyses. This fact also underlines the importance of the above mentioned newly developed method; the methodological proceeding for the metabasite polished stone implements (**Fig. III/1**), which describes the exact steps that need to be applied for metabasites in order to avoid making mistakes (**Chapter 3**).

Using different methods, 33 blueschist polished stone implements were analysed. According to their mineralogical components and textural relations 6 main groups were determined (**IV. appendix/ Table 13**). Mineral chemistry analyses suggest that blueschists suffered a polyphase metamorphism. Domino/Theriak thermobarometric estimations (DE CAPITANI, 1994) were carried out on one polished stone sample from each group except Group 6, which was not suitable for thermobarometric estimation because of the many relict mineral phases. The data of the blueschist polished stone implements were compared to the nearest blueschist outcrop in the Meliata Unit (Slovakia) (FARYAD, 1995a); and to those of the Pieniny Klippen Belt situated slightly further away (IVAN ET AL., 2006) (**Fig. IV/20**). Based on the mineralogical, petrological and thermobarometric modelling, it is supposed that the source area of the blueschist implements is the Meliata Unit, but in some cases the blueschist pebbles from Cretaceous conglomerate in the Pieniny Klippen Belt cannot be excluded, either (KERESKÉNYI et al., 2018).

The identification of the glaucophanes/ferroglaucophanes in blueschists using XRD method has been described as a new result (KRISTÁLY & KERESKÉNYI, 2016). The presence of the blueamphibole as a first hit reported by XRD was always confirmed by EDS/SEM analyses, too. These non-destructive XRD analyses allow the quick identification of the blueschist archaeological finds in large quantity (KRISTÁLY & KERESKÉNYI, 2016).

Four blueschist-greenschist transient facies polished stone implements were identified from the archaeological collection. Into this group those stone implements were classified, which reached the blueschist facies during their metamorphic development, but a very strong greenschist retrograde metamorphism overprinted them and the amount of Na- and Na-Ca amphiboles are about 10 %. Based on the mineralogical, petrological results, and the fact that this type of rock is situated in South Slovakia, it is considered that the Meliata Unit or the Iňačovce-Krichovo unit are the possible provenance fields of this rock type (KERESKÉNYI et al., 2020b).

28 amphibolite polished stone tools were classified into the amphibolite lithotype. According to their mineral components, textural relations, and metamorphic evolution three main groups were divided. Into Group 1, prograde textured amphibolites were classified, in which the samples consist of Ca-amphiboles with increasing $Al_{(tot)}$ content from cores to rims. Actinolite and magnesio-hornblende are preserved in the cores with lower $Al_{(tot)}$ values, while at the rims magnesio-hornblende, pargasite and tschermakite have crystallized with higher $Al_{(tot)}$ values. The second group includes 16 pieces of stone tools and their amphibole content corresponds to hornblende, pargasite, tschermakite and sadanagaite in the core with actinolite at the rims, just the opposite of the order in the Group1 tools. Group2 was divided into four subgroups based on their mineral associations:

- Group2a includes most of the implements in which no K-feldspar or biotite were detected (B12, D02, D04, D08, D18, D21, D32, D47),
- K-feldspar $\pm$ biotite-bearing amphibolites (Group2b: B04, B05, C02, D48),
- Clinopyroxene $\pm$ biotite-bearing amphibolites (Group2c: D15, D34, D45),
- Biotite-bearing amphibolite without K-feldspar and clinopyroxene (Group2d: D17).

Into the third group a coarse-grained textured stone axe (D22) was classified in which the amphibole and quartz-crystals can be recognized by the naked-eye.

As the major mineralogical components (actinolite, magnesio-hornblende) are too common minerals in the samples and the bulk chemistry of the samples and the possible provenance fields overlapped, using only the major element composition of bulk chemistry, the provenance field cannot be specified. Regarding the fact that systematic archaeometrical work on amphibolite implements has not been done which could be used for comparison, we have used various diagnostic minerals as well as the typical thermobarometric P-T data of the amphiboles for comparison to the data of the possible source regions. A single Ca-amphibole approach was used (GERYA et al., 1997, ZENK & SCHULZ, 2004) to calculate peak P-T conditions to determine a thermobarometric model for the amphibolite implements.

Data of the studied samples were compared to those of the nearest amphibolite outcrops in Gemericum, Veporicum, Tatricum and Zemplinikum (Slovakia). The Variscan P-T loop (BEZÁK et al., 1993, PUTIŠ et al., 1997) covered the thermobarometric data of the analysed stone implements and the amphibolite outcrops (**Figs. VI/14, 15**). Metamorphic evolution, thermobarometric data, petrographic-, and mineralogical observations have been considered in the classification of the possible provenance fields of the amphibolite polished stone implements. Even the distance of the source area and the archaeological localities is not a negligible factor because amphibolite is a diverse, common and a widespread rock in Slovakia. According to this fact, it is supposed that the nearby amphibolite outcrops may be considered particularly. For Group1 and for samples D02, D04 of Group2a Ochtina group and GAC Klátov

are the most likely provenance fields, but for Group1 Veporicum and Tatricum cannot be excluded either. In the case of D04, Little Carpathians is a presumptive area. Samples B12 and D47 (Group2a) have reached the highest metamorphic grade, they may originate from GAC-Klátov or the Zemplinicum unit. D08, D18, D21 and D32 samples of Group2a may have derived from several fields of Gemericum, Veporicum, Tatricum. The most possible source areas of the Group2b are Čierna Hora and Branisko, but in the case of C02 sample Tatricum cannot be excluded either, furthermore the D48 implement can be originated from GAC-Klátov or Ochtina-group too. The samples of Group2c and Group2d most likely stem from GAC-Klátov, but the possible provenance field of Group2c may be Branisko, Čierna Hora or the Little Carpathians as well (**VI. appendix/ Table 11, Fig. VI/16**).

Sample D22 (Group 3) is completely different from the other amphibolite samples. The sample contains ferro-ferri-sadanagaite with no zonation. According to the previous nomenclature of the amphiboles (LEAKE et al., 1997) the composition of this ferro-ferri-sadanagaite refers to hastingsite species. In the provenance field research so far, hastingsite-bearing metamorphite occurs in the Považský Inovec Mountains in the surrounding area of the Carpathian basin (OZDÍN & ROJKOVÍC, 2006).

To identify the provenance field at site level in the case of amphibolite archaeological findings, cannot be solved without specific minerals or signs except for individual cases. However, because of the overlap of the P-T values of the provenance fields and the uncertainty of the estimated P-T values for the archaeological samples, it is not possible to unambiguously assign any provenance field to any single sample. Based on the mineral assemblages, textural features and thermobarometry estimations it can be concluded that the provenance fields of our samples could be the Gemericum, Veporicum, Tatricum and the Zemplinicum (**Figs. VI/15, 16**) (**VI. appendix/ Table 11**). As amphibolite is a widespread and common rock in Slovakia no correlation has been detected between lithotypes and the typology of the artefacts, furthermore nor in their chronological and cultural aspects. The source areas of amphibolite polished stone implements are assumed to be Gemericum, Veporicum and Tatricum and/or the crossing riverbeds flowing through them to Borsod-Abaúj-Zemplén County, the archaeological collecting territory of the amphibolite stone axes. (KERESKÉNYI et al., 2020a).

29 pieces of stone axes made of contact metabasite were analysed using different archaeometrical methods. According to the EDS/SEM data four main groups were classified. The first group contains those samples in which the unoriented cummingtonite appears at the rim of the elongated magnesio-hornblende radially (**Figs. VII/4, 5**). In the second group the cummingtonite is missing from the mineral assemblage (**Figs. VII/6 A-C**). In the core of the amphiboles actinolite crystallized with magnesio-hornblende at the rim of it. The radial appearance of the magnesio-hornblende refers to contact metamorphism. In the third group magnesio-hornblende is missing from the mineral assemblage. Actinolite can be observed in the core of the amphibole with cummingtonite at the rim. According to the BSE pictures, greenschist was affected by contact metamorphism (**Figs. VI/6 D-G**). In the fourth group only one sample was classified, because the cummingtonite is the only amphibole in the implement (**Fig. VII/7**).

The observed typical mineral assemblage from the contact metabasite polished stone implements (magnesio-hornblende ± actinolite ± cummingtonite + basic plagioclases +

ilmenite/magnetite). Rock with these minerals and textural relations and unoriented appearance of the amphiboles relate to the contact metabasites from the Northern part of the Czech Massif (ŠIDA & KACHLIK, 2009, ILNICKI, 2011). In the case of the raw material of the polished stone implements classified in group 2, the Želešice is the most likely provenance field, because the contact metabasites studied there also lacked the cummingtonite and instead of ilmenite, magnetite was observed as an accessory mineral. Those metabasites formed farther from the contact aureole and a late magnetization also took place in that territory which is confirmed by the presence of magnetite and higher MS values (ŠIDA & KACHLIK, 2009, PÉTERDI, 2011). Theriak-Domino (DE CAPITANI, 1994) thermobarometric modelling was performed on the chosen samples from group 1. A Ca-amphibole approach (GERYA et al., 1997, ZENK & SCHULZ, 2004) was carried out on one sample from the second group. In the cases of the samples of groups 3, 4, the minerals were not in equilibrium, so those samples were not suitable for thermobarometry modelling. The thermobarometric estimations also fit well to the P-T data from the possible provenance field area (ŠIDA & KACHLIK, 2009, ILNICKI, 2011) (**Fig. VII/12**).

The Little Carpathians as a possible provenance field can be excluded because HOVORKA (2013) described anthophyllite-bearing metabasites from there.

Four greenschist polished stone tools were analysed using different archaeometrical methods. Greenschist outcrops, which are the nearest ones to the archaeological localities can be found in the northern, eastern and sporadically in the central part of the Gemericum. Thermobarometric estimation suggests 3-5 kbar and 350-450 °C P-T data for this territory (FARYAD, 1997c), which fits very well to my estimation for sample D03 which yielded 3.7 kbar and 430 °C P-T field. Pyroxene-bearing greenschists are described from the northern and eastern part of the Meliaticum (HOVORKA et al., 1988, FARYAD, 1991). The Na-content of the actinolites of the possible provenance field is 0.1-0.8 t%, which aligns appropriately to the Na-content (0.13-0.70 t%) of actinolite from the samples with no winchite. The 53.160.18 and 53.160.143 inventory numbered stone implements with small amount of winchite correlate well with the Na-Ca amphibole-bearing greenschists from the central part of the Gemericum (FARYAD, 1997c).

Greenschist outcrops are in Felsőcsatár in Hungary further away from the archaeological localities. The mineralogical assemblage of these greenschists is very similar to the Gemericum greenschists. Greenschist is not a very common and widespread raw material, because its schistosity reduces its stability. Even the low number of samples in the archaeological collection of the Herman Ottó Museum may be due to this property. Because of low quality of raw material, I suppose that a local provenance field can be the source area of the greenschist polished stone tools.

In the vicinity of the Carpathian Basin, there are significant occurrences of greenschists in the Apuseni Mountains, but no comparison could be performed because of the lack of data.

A sodalite-bearing basalt polished stone tool deriving from Mezőkövesd, Nagy-Fertő archaeological locality was compared to a sodalite-bearing basalt from Bolgárom (Ceres-Mountains, Slovakia), because this rocktype was described only from this area in the vicinity of the Carpathian Basin (FARSANG et al., 2014, FEHÉR et al., 2016). The mineral- and bulk

chemistry confirmed my hypothesis that the most possible provenance field of the sodalite-bearing basalt is the Ceres-Mountains, Slovakia (KERESKÉNYI et al., 2019).

Studying the archaeological cultural distribution of the blueschist, amphibolite, contact metabasite raw materials with large amount in the archaeological collection, it can be stated that the blueschist polished stone implements occur only in the middle Neolithic period and cannot be found in the late Neolithic era, such as in the Tisza culture. Probably, in that late period prehistoric men did not know that provenance field of the blueschist raw material. Presumably the reason for it is that the Tisza culture spread north from the middle Tisza region in the younger phase of the culture (PATAY, 1957) and/or the Lengyel culture settled at the same time (KREITER et al., 2017) in the provenance field of the blueschist and they could block the access to the blueschist raw material or the Tisza culture people did not even know the blueschist.

Polished stone implements made of amphibolite and contact metabasite were used in both the Middle and the Late Neolithic periods. Contact metabasite behaved as an excellent and tough raw material and therefore was used as a common and popular material in many cultures during the Neolithic in Central Europe (PŘICHYSTAL, 2013).

After the outlining of the possible provenance fields it can be stated that the source area of the raw material is close (30-200 km) in the cases of the blueschist, blueschist-greenschist, amphibolite, greenschist polished implements. Contact metabasite polished tools are related to the Czech Massif as a distant provenance field (>200 km). In the case of the greenschist, a near source area can be considered, but distant provenance fields (e.g. Felsőcsatár, Apuseni Mountains) cannot be excluded either.

The provenance field of the sodalite-bearing basalt is the Ceres-Mountains, which is also a close provenance field (30-200 km) (**Fig. X/1**). It is imaginable that this source area might have fallen into the commercial path of the contact metabasite and thus the raw material was collected by prehistoric men.

For the other rock types of the archaeological collection, in the absence of the complex mineralogical and petrological investigation and sometimes often due to the missing comparative literature, the source area cannot be delineated.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozom Dr. Rózsa Péter témavezetőmnek, hogy lehetőséget biztosított a doktori kutatásra és minden alkalommal segítségemre volt.

Köszönöm konzulensemnek Dr. Kristály Ferencnek a röntgendiffrakciós méréseket és a kiértékelésekben nyújtott segítséget.

Köszönet illeti a Herman Ottó Múzeum vezetőségét a vizsgálati anyag hozzáférhetővé tételéért. Hálámat fejezem ki Fehér Béla kollégámnak, aki nélkül ez a dolgozat nem jöhetett volna létre.

Köszönöm neki az elektron-mikroszondás mérésekben és az ásványkémiai elemzések során nyújtott segítséget, valamint a technikai kérdések azonnali, megnyugtató tisztázását.

Köszönetemet fejezem ki Dr. Szakmány Györgynek, aki a dolgozat készítésénél mindvégig mellettem állt, biztatott; szakmailag és emberileg is mindig számíthattam rá.

Köszönöm Prof. Dr. M. Tóth Tivadarnak, hogy egy jól irányzott, kritikus beszélgetéssel „mederben tartott és irányt mutatott”, köszönöm a közettani és termobarometriai értelmezések során nyújtott segítségét.

Hálás vagyok a PGAA mérésekben és kiértékelésekben kapott segítségért Dr. Kasztovszky Zsoltnak, Dr. Szilágyi Veronikának és Dr. Harsányi Ildikónak. Külön köszönöm Dr. Kasztovszky Zsoltnak, hogy bízott bennem és anyagilag is támogatta munkámat (OTKA K100385, K131814).

Köszönöm Prof. Dr. Shah Wali Faryadnak a rendkívül értékes konzultációkat.

Köszönöm Dr. Móricz Ferencnek a WDXRF elemzés elvégzését és kiértékelését a szodalitos bazalt kőeszközön.

Szeretném megköszönni Dr. Márai Ferenc intézetigazgatónak, hogy a Miskolci Egyetem Ásvány- és Kőzettani Tanszékén hozzáférést engedélyezett a műszerparkhoz.

Köszönet illeti Kovács Árpádot és Debus Déliát segítő munkájukért.

Köszönöm Dr. Csengeri Piroskának, Hajdu Melindának és Dr. S. Koós Juditnak a régészeti értelmezés során nyújtott segítségüket.

Hálás vagyok Dr. Józsa Sándornak az archeometriai témájú beszélgetésekért.

Köszönöm Dr. McIntosh Richard Williamnak dolgozatom angol nyelvi lektorálását.

Szeretettel köszönöm a családomnak mindenkori támogatásukat, hogy eljuthattam ideig.

IRODALOMJEGYZÉK

- ANTONI J. (1990): Neolitikus eszközkészítés és használat [Production and use of Neolithic tools]. Kandidátusi disszertáció, Budapest, 248 p.
- BAČIK P. (2015): Acicular zoned tourmaline (magnesio-foitite to foitite) from a quartz vein near Tisovec, Slovakia: The relationship between crystal chemistry and acicular habit. *The Canadian Mineralogist* 53, 221-234.
- BAJANÍK S. & HOVORKA D. (1981): The amphibolite facies metabasites of the Rakovec group of Gemericum (The Western Carpathians). *Geol. Carpath.* 32, 679–705.
- BENDŐ ZS., OLÁH I., PÉTERDI B., SZAKMÁNY GY., HORVÁTH E. (2013): Csizolt kőeszközök és ékkövek roncsolásmentes SEM-EDX vizsgálata: lehetőségek és korlátok/Non-destructive SEM-EDX analytical method for polished stone tools and gems: opportunities and limitations. *Archeometriai Műhely* 10, 1 51–66.
- BENDŐ ZS., SZAKMÁNY, GY., KASZTOVSZKY ZS., T. BIRÓ K., OLÁH I., OSZTÁS A., HARSÁNYI I., SZILÁGYI V. (2019): High pressure metaophiolite polished stone implements found in Hungary. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11, 5 1643-1667. <https://doi.org/10.1007/s12520-018-0618-6>
- BERMAN, R.G. (1988): Internally consistent thermodynamic data for minerals in the system $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{MgO}-\text{FeO}-\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{TiO}_2-\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2$. *Journal of Petrology* 29, 2, 445-522.
- BEZÁK V., SASSI F.P., SPIŠIAK J., VOZÁROVÁ A. (1993): An outline of the metamorphic events recorded in the Western Carpathians (Slovakia). *Geologica Carpathica* 44, 351–364.
- BIROŇ A., KOTULOVÁ J., MAGYAR J., SOTÁK J., SPIŠIAK J. (1999): Pre-Neogene basement units of the Eastern Slovakia (Nealpine sub-greenschist and greenschist metamorphism). *Acta Montanistica Slovaca* 4, 2, 182–183.
- BRADÁK B., SZAKMÁNY GY., JÓZSA S. (2005): Csizolt kőeszközök mágnesezhetőség vizsgálata – új módszer alkalmazása az archeometriai kutatásokban/Magnetic susceptibility measurements of polished stone tools - application of new method in archaeometry. *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 Czech Republic (Central Europe). *J. Archaeol. Sci.* 36, 2437–2444. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2009.07.001>.
- BUCHER K. & GRAPES R. (2011): *Petrogenesis of Metamorphic Rocks*. Springer, Berlin Heidelberg, 414 p. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-74169-5>.
- COX K. G., Bell J.D., Pankhurst R.J. (1979) *The interpretation of igneous rocks*, Allen and Unwin, London, 405 p.
- CSENGERI P. (2011): Középső neolitikus arcós edények Garadánáról (Hernád-völgy). *Herman Ottó Múzeum Évkönyve* 50., 67-104.
- CSENGERI P. (2013): Az alföldi vonaldíszes kerámia kultúrájának vonaldíszes csoportjai Északkelet Magyarországon (Az újabb kutatások eredményei Borsod-Abaúj-Zemplén megyében). *Eötvös Loránd Tudományegyetem, PhD dolgozat*, Budapest, 287 p.

- CSENGERI P. (2015): Middle Neolithic painted pottery from Borsod-Abaúj-Zemplén county, North-Eastern Hungary. In: Virág C. (Ed.): Neolithic cultural phenomena in the upper Tisza basin international conference, Satu Mare, 127-160.
- DE CAPITANI (1994): Gleichgewichts – Phasendiagramme: Theorie und Software. – Beihefte zum European Journal of Mineralogy 72, Jahrestagung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft, 6, 48.
- DYDA M. (1997): Disturbance of the Variscan metamorphic complex indicated by mineral reactions, P-T data and crystal size of garnets (Malé Karpaty Mts.). In: Grecula P., Hovorka D., Putiš M. (Eds.), Geological evolution of Western Carpathians., Bratislava, 333-342.
- FARKAS A. K. (2013): A vatyai bronzkori kultúra kőeszközeinek archeometriai vizsgálata. Doktori disszertáció. Debreceni Egyetem Földtudományi Doktori Iskola, 111 p.
- FARSANG, S., SZAKÁLL, S., OZDÍN, D., ZAJZON, N. & GAÁL, L. (2014): A Cseres-hegység (Cerová vrchovina, Szlovákia) vulkanitjainak ásványai. In: Fehér B. (Ed.): Az ásványok vonzásában. Tanulmányok a 60 éves Szakáll Sándor tiszteletére, Miskolc, 27–43.
- FARYAD S.W. (1990): Gneiss-amphibolite Complex of the Gemicum. Mineralia Slovaca 22, 303–318.
- FARYAD S.W. (1991): Metamorphism of mafic rocks in Gemicum. Mineralia Slovaca 23, 109-122.
- FARYAD S.W. (1995a): Phase petrology and P-T conditions of mafic blueschists from the Meliata unit, West Carpathians, Slovakia. Journal of Metamorphic Geology 13, 701–714.
- FARYAD S.W. (1995b). Geothermobarometry of metamorphic rocks from the Zemplinicum (Western Carpathians, Slovakia). Geologica Carpathica 46, 113–123.
- FARYAD S.W. (1997a). Petrological model for blueschist facies metamorphism in the Pieniny Klippen Belt. In: Grecula, P., Hovorka, D., Putiš, M. (Eds.), Mineralia Slovaca-Monograph, Geological Evolution of the Western Carpathians. Geological Survey of Slovak Republic, Bratislava, 155–163.
- FARYAD S.W. (1997b): Lithology and metamorphism of the Meliata unit high-pressure rocks. In: Grecula, P., Hovorka, D., Putiš, M. (Eds.), Mineralia Slovaca-Monograph, Geological Evolution of the Western Carpathians. Geological Survey of Slovak Republic, Bratislava, 131–154.
- FARYAD S. W. (1997c): Metamorphic petrology of the Early Paleozoic low-grade rocks in the Gemicum. In: Grecula P., Hovorka D., Putiš M. (Eds.), Mineralia Slovaca-Monograph, Geological evolution of Western Carpathians, Geological Survey of Slovak Republic, Bratislava, 309-314.
- FARYAD S.W. (1999a): Metamorphic evolution of the eastern part of the Western Carpathians, with emphasis on Meliata Unit. Acta Montanistica Slovaca 4, 2, 148–169.
- FARYAD S.W. (1999b): Exhumation of the Meliata high-pressure rocks (Western Carpathians): Petrological and structural records in blueschists. Acta Montanistica Slovaca 4, 2, 137–144.
- FARYAD S.W. & PETEREC D. (1987): Manifestations of skarn mineralization in the eastern part of the Spišsko-Gemerské Rudohorie Mts. Geologica Carpathica 38, 111–128.

- FARYAD S.W. & HENJES-KUNST F. (1997): Petrologic and geochronologic constraints on the tectonometamorphic evolution of the Meliata unit blueschists, Western Carpathians (Slovakia). In: Grecula, P., Hovorka, D., Putiš, M. (Eds.), *Mineralia Slovaca-Monograph, Geological evolution of the Western Carpathians*. Geological Survey of Slovak Republic, Bratislava, 145–154.
- FARYAD S. W. & VOZÁROVÁ A. (1997): Geology and metamorphism of the Zemplinicum basement unit (Western Carpathians), in: Grecula P., Hovorka D., Putiš M. (Eds.), *Mineralia Slovaca-Monograph, Geological evolution of Western Carpathians*, Geological Survey of Slovak Republic, Bratislava, 351-358.
- FARYAD S. W. & HOINKES G. (1999): Two contrasting mineral assemblages in the Meliata blueschists, Western Carpathians, Slovakia. *Mineralogical Magazine* 63 (4), 489-501.
- FARYAD S.W. & SPIŠIAK J. (1999): Klátov-Early Paleozoic amphibolite facies rocks. *Acta Montanistica Slovaca* 4 (2), 173.
- FARYAD S. W. & JACKO S. (2002): New data on P-T conditions of Variscan and Alpine metamorphism from the Čierna Hora Mts., Veporic Unit, Western Carpathians (Slovakia). *Geologica Carpathica* 53, Special issue (CD). Proceedings of XVII. Congress of Carpathian-Balkan Geological Association Bratislava, September 1-4, 2002.
- FARYAD S.W., VOZÁROVÁ A., JACKO S. (1999): Branisko – Amphibolites and gneisses of Tatric and Veporic basement. *Acta Montanistica Slovaca* 4, 182.
- FARYAD S.W., SPIŠIAK J., HORVÁTH P., HOVORKA D., DIANIŠKA I., JÓZSA S. (2005a): Petrological and geochemical features of the Meliata mafic rocks from the sutured Triassic oceanic basin, Western Carpathians. *Ofioliti* 30, 27–35.
- FARYAD S.W., IVAN P., JACKO S. (2005b): Metamorphic petrology of metabasites from the Branisko and Čierna Hora Mountains (Western Carpathians, Slovakia). *Geologica Carpathica* 56, 3–16.
- FEHÉR B., SZAKÁLL S., KRISTÁLY F., ZAJZON N. (2016): Mineralogical mosaics from the Carpathian-Pannonian region 3. *Földtani Közlöny* 146/1, 47–60.
- FORGÁČ J. (1970): Trace elements in basalts of Slovakia. *Geologica Carpathica* 21, 2, 239–260.
- FRIEDEL O. (2008): Az Ebenhöch csiszolt kőszköz gyűjtemény archeometriai vizsgálatának eredményei. Diplomamunka, ELTE FFI, Közzetan-Geokémiai Tanszék, 96 p.
- FRIEDEL O., BRADÁK B., SZAKMÁNY GY., SZILÁGYI V., T. BIRÓ (2008): Az Ebenhöch csiszolt kőszköz gyűjtemény archeometriai vizsgálatának eredményei. *Archeometriai Műhely* 5, 3, 1-12.
- FÜRI J. & SZAKMÁNY GY. (2004): A Mihálydy-gyűjtemény csiszolt kőszközöknek nyersanyag típusai. In: Ilon, G. (Ed.): MOMOΣ IV, Őskoros Kutatók IV. Összejövetelének konferenciakötete, Szombathely, 461-472.
- GÁL V. (2018): Mezőkövesd határa. In: Kisfaludi J., Kvassay J., Kreiter A. (Eds.), *Régészeti kutatások Magyarországon, 2011*. Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest, 113 p.
- GERYA T.V., PERCHUK L.L., TRIBOULET C., AUDREN C., SEZ'KO A.I. (1997): Petrology of the Tumanshet Zonal Metamorphic Complex, Eastern Sayan. *Petrology* 5, 503–532.

- HAKULINOVÁ K., MATULOVÁ J., KYSELOVÁ K. (2011): Possibilities of the next industrial usefulness of nepheline basanite from deposit Bulhary. *Annals of Faculty of Engineering Hunedoara* 2, 43–46.
- HARCOS T. (1997): Kőszerszámkészítés a neolitikumban és a Savaria múzeum Velem-szentvidi csiszolt kőeszközei/Manufacturing stone tools during the Neolithic age and stone tool material from Velem-Szentvid in the Savaria Museum. *Pannonicus Ser. B. No. 1.*, 41-62.
- HOLLAND T. J. B., & POWELL R. (1998): An internally-consistent thermodynamic dataset for phases of petrological interest. *Journal of Metamorphic Geology* 16., 309-344.
- HOLLAND T. J. B., & POWELL R. (2011): An improved and extended internally consistent thermodynamic dataset for phases of petrological interest, involving a new equation of state for solids. *Journal of Metamorphic Geology* 29, 333-383.
- HORVÁTH T. (1999): Polished stone tools of the Mihálydy-collection, Laczkó Dezső Museum, Veszprém (archaeological investigation). *Lengyel-IGCP 442, Veszprém Abstract* 15-21.
- HOVORKA D. (2013): Polymetamorphic greenschists with Al-rich green spinels (the Western Carpathian Mts.). *Centr. Eur. J. Geosci.* 5, 2, 315-322.
- HOVORKA D. & CHEBEN I. (1997): Raw materials of the Neolithic polished stone artefacts from the site Bajč. *Mineralia Slovaca* 29, 210–217. <https://doi.org/10.2138/am.2012.4276>.
- HOVORKA D. & SOJÁK M. (1997): Neolithical/Aeneolithic/Early Bronze Age polished stone industry from the Spiš area (North-eastern Slovakia). *Slov. Archeol.* 45, 1, 7–34.
- HOVORKA D. & SPIŠIAK J. (1997): Medium-grade metamorphics of the Gemeric unit (central Western Carpathians). in: Grecula P., Hovorka D., Putiš M. (Eds.), *Geological evolution of Western Carpathians*, Geological Survey of Slovak Republic, Bratislava, 315-332.
- HOVORKA D., IVAN P., JILEMNICKÁ L., SPIŠIAK J. (1988): Petrology and geochemistry of metabasalts from Rakovec (Paleozoic of Gemeric group, Inner Western Carpathians). *Geol. Zbor. Geol. Carpath.* 39, 395-425.
- HOVORKA D., MÉRES S., IVAN P. (1993): Pre-Alpine Western Carpathians basement complexes: Lithology and geodynamic setting. *Mitt. Österr. Geol. Ges.* 86, 33–44.
- HOVORKA D., KORI KOVSKÝ S., SOJÁK M. (2000): Neolithic/Aeneolithic blueschist axes: Northern Slovakia. *Geologica Carpathica* 51, 345–351.
- HOVORKA D., ILLÁŠOVÁ L., PAVÚK J. (2001): Raw materials of Aeneolithic stone polished artifacts found on type locality of the Lengyel culture: Svodín, Slovakia. *Mineralia Slovaca* 33, 343–350.
- ILNICKI S. (2011): Variscan prograde P-T evolution and contact metamorphism in metabasites from the Sowia Dolina, Karkonosze-Izera massif, SW Poland. *Mineralogical Magazine* 75, 1, 185-212.
- IRVINE T.N. & BARAGAR W.R.A. (1971): A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Can. J. Earth Sci.* 8, 5, 523–548.
- IVAN P. & MÉRES S. (2015): Geochemistry of amphibolites and related graphitic gneisses from the Suchý and Malá Magura Mountains (central Western Carpathians) – Evidence for relics of the Variscan ophiolite complex. *Geologica Carpathica*, 66, 347–360. <https://doi.org/10.1515/geoca-2015-0030>.

- IVAN P., MÉRES Š., PUTIŠ M., KOHÚT M. (2001): Early Paleozoic metabasalts and metasedimentary rocks from the Malé Karpaty Mts. (Western Carpathians): Evidence for rift basin and ancient oceanic crust. *Geologica Carpathica* 52, 67–78.
- IVAN P., SÝKORA M., DEMKO R. (2006): Blueschists in the Cretaceous exotic conglomerates of the Klappe Unit (Pieniny Klippen Belt, Western Carpathians): Their genetic types and implications for source area. *Geologia* 32, 1, 47–63.
- JÓZSA S., SZAKMÁNY GY., ORAVECZ H., CSENGERI P. (2001): Preliminary petrographic report on blueschists, the materials of Neolithic polished stone tools from Hungary. *Slov. Geol. Mag.* 7, 4, 351–354.
- JUDIK K., T. BIRÓ K., SZAKMÁNY GY. (1999): Further studies on the Lengyel culture polished stone axes from Aszód, Papi földek (N. Hungary). In: Regenye J. (Ed.), *Lengyel-IGCP 442, Veszprém. Abstract*, 25-26.
- JUDIK K., T. BIRÓ K., SZAKMÁNY GY. (2001) Petroarchaeological research on the Lengyel culture polished stone axes from Aszód, Papi földek. Sites & Stones Lengyel culture in Western Hungary and beyond, a review of the current research. *Veszprém*, 119-131.
- KALICZ N. & MAKKAY J. (1977): *Die Linienbandkeramik in der Großen Ungarischen Tiefebene*, Akadémiai kiadó, Budapest, 385 p.
- KASZTOVSZKY ZS., T. BIRÓ K., MARKÓ A., DOBOSI V. (2008): Cold neutron prompt gamma activation analysis – a non-destructive method for characterization of high silica content chipped stone tools and raw materials. *Archaeometry* 50, 1, 12–19.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1475-4754.2007.00348.x>.
- KÁROLYI M. (1992): *A kora-rézkor emlékei Vas-megyében. Vas megyei Múzeumok Igazgatósága. Szombathely*, 156 p.
- KERESKÉNYI E., KRISTÁLY F., T. BIRÓ K., PÉTERDI B., BENDŐ ZS., RÓZSA P. (2015a): The first results of a new project: archaeometrical investigation of Neolithic polished stone tools of Herman Ottó Museum. *Acta Miner. Petrogr. Abst. Ser.* 9, 30.
- KERESKÉNYI E., KRISTÁLY F., FEHÉR B., RÓZSA P. (2015b): Első eredmények a Herman Ottó Múzeum neolit csiszolt kőeszközeinek archeometriai vizsgálatáról. In: Pál-Molnár E., Raucsik B., Varga A. (Eds.), *Meddig ér a takarónk? A magmaképződéstől a regionális litoszféra formáló folyamatokig. 6. Közettani és Geokémiai Vándorgyűlés. SZTE Ásványtani, Geokémiai és Közettani Tanszék*, 71-74.
- KERESKÉNYI E., SZAKMÁNY GY., FEHÉR B., KASZTOVSZKY ZS., KRISTÁLY F., RÓZSA P. (2018): New archaeometrical results related to Neolithic blueschist stone tools from Borsod-Abaúj-Zemplén County, Hungary. *Journal of Archaeological Science: Reports* 17, 581–596.
- KERESKÉNYI E., SZAKMÁNY GY., FEHÉR B., KRISTÁLY F., MÓRICZ F. (2019): Archaeometric investigation of an alkali basalt Neolithic polished stone tool from Nagy-Fertő locality, near Mezőkövesd (Borsod-Abaúj-Zemplén County, NE Hungary). *Archeometriai Műhely* 16, 2, 99-108.
- KERESKÉNYI E., SZAKMÁNY GY., FEHÉR B., HARSÁNYI I., SZILÁGYI V. KASZTOVSZKY ZS., M. TÓTH T. (2020a): Archaeometrical results related to Neolithic amphibolite stone implements from Northeast Hungary. *Journal of Archaeological Science: Reports* 32, 102437, 1-18.
<https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102437>

- KERESKÉNYI E., SZAKMÁNY GY., FEHÉR B., KASZTOVSZKY ZS. (2020b): Kékpala-zöldpala átmeneti fáciesű csiszolt kőszközkök a Herman Ottó Múzeumból. In: Fűri J., Király E. (Eds), Átalakulások: 11. Közettani és Geokémiai Vándorgyűlés. Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, Budapest, 39-42. ISBN 9789636713201
- KLOMÍNSKÝ J., FEDIUK F., SCHOVÁNEK P., GABAŠOVA A. (2004): The hornblende-plagioclase hornfels from the contact aureole of the Tanvald granite, northern Bohemia – the raw material for Neolithic tools. *Bulletin of Geosciences* 79, 1, 63-70.
- KONEČNÝ V., LEXA J., KONEČNÝ P., BALOGH K., ELEČKO M., HURAI V., HURAI OVÁ M., PRISTAŠ J., SABOL, M. VASS D. (2004): Guidebook to the Southern Slovakia Alkali Basalt Volcanic field. In: Konečný V., Lexa J. (Eds.), *Field Guide — Second International Maar Conference*. Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra., 1–136.
- KRÁL J., HESS J.C., KOBER B., LIPPOLT H. J. (1997): 207Pb/206Pb and 40Ar/39Ar age data from plutonic rocks of the Strážovské vrchy Mts. basement, Western Carpathians. *Geological evolution of Western Carpathians*, Geological Survey of Slovak Republic, Bratislava, 253–260.
- KREITER A., KALICZ N., KOVÁCS K., SIKLÓSI ZS., VIKTORIK O. (2017): Entangled traditions: Lengyel and Tisza ceramic technology in a Late Neolithic settlement in northern Hungary. *Journal of Archaeological Science: Reports* 16, 589-603. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2017.03.021>
- KRIST E., KORIKOVSKIJ P.S., PUTIŠ M., JANÁK M., FARYAD S.W. (1992): *Geology and petrology of metamorphic rocks of the Western Carpathians crystalline complexes*. Comenius University, Bratislava, 7.
- KRISTÁLY F. (2014): Rapid non-destructive X-ray diffraction investigation of polished greenstone tools. *Archeometriai Műhely* 11, 4, 223-242.
- KRISTÁLY F. & KERESKÉNYI E. (2016): Non-destructive X-ray diffraction investigation of amphibole-rich stone implements: What precision should we expect for glaucophane identification? *Archeometriai Műhely* 13, 3, 191–202.
- KOREK J.: (1954): Das neolitische Fundmaterial der Höhle von Istállóskő. *Acta Archaeologica* 5, 1-2, 141-144.
- LEAKE B.E., WOOLEY A.R., ARPS C. E. S., BIRCH W. D., GILBERT M. C., GRICE J. D., HAWTHORNE F. C., KATO A., KISCH H. J., KRIVOVICHEC V. G., LINTHOUT K., LAIRD J., MANDARINO J. A., MARESCH W. V., NICKEL E. H., ROCK N. M. S., SCHUMACHER J. C., SMITH D. C., STEPHENSON N. C. N., UNGARETTI L., WHITTAKER E. J. W., YOUZHI G. (1997): *Nomenclature of amphiboles: report of the Subcommittee on Amphiboles of the International Mineralogical Association, Commission on New Minerals and Mineral Names*. *Can. Mineral.* 35, 219–246.
- LE BAS M. J., LE MAITRE R. W., STRECKEISEN A., ZANETTIN B. (1986): A chemical classification of volcanic rocks based on the Total Alkali-Silica diagram. *Journal of Petrology* 27, 3, 745-750. <https://doi.org/10.1093/petrology/27.3.745>

- L. HAJDÚ M. (2014): Újabb késő neolitikus lelőhelyek Borsod-Abaúj-Zemplén megyében. *HOMÉ* 53, 67–101.
- LICHARDUS (1974): Studien zur Bükker Kultur. Saarbrücker Beiträge zur Altertumskunde, Band 12, Bonn, 169 p.
- LOCOCK A. (2014). An excel spreadsheet to classify chemical analyses of amphiboles following the IMA 2012 recommendations. *Comput. Geosci.* 62, 1–11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cageo.2013.09.011>.
- L. WOLF M. & SIMÁN K. (1982): A Herman Ottó Múzeum ásatásai és leletmentései 1980–1982. In: Viga Gy. & Szabadfalvi (Eds.), Herman Ottó Múzeum Évkönyve XXI., Miskolc, 109–124.
- MARESCH W. V. (1982): Winchite and the actinolite-glaucophane miscibility gap. *Nature*, 296, 5859, 731–732.
- MARUYAMA S., LIOU J.G., SUZUKI K. (1982): The peristerite gap in low-grade metamorphic rocks. *Contrib. Mineral. Petrol.* 81, 4, 268–276.
- MORIMOTO N. (1989): Nomenclature of pyroxenes. *Can. Mineral.* 27, 143–156.
- MÉRES S., HOVORKA D., CHEBEN I. (2001): Provenience of polished stone artefacts raw materials from the site Bajč-Medzi kanámi (Neolithic, Slovakia). *Slovak Geological Magazin* 7, 369–381.
- NOVOTNÁ N., JERÁBEK P., PITRA P., LEXA O., RACEK M. (2015): Repeated slip along a major decoupling horizon between crustal-scale nappes of the Central Western Carpathians documented in the Ochtiná tectonic mélange. *Tectonophysics* 646, 50–64.
- OLÁH I., LIGNER J., BENDŐ ZS., SZAKMÁNY GY., SZILÁGYI V. (2013): Különösen gazdag kőbalta és csiszolt kőeszköz leletegyüttes vizsgálati eredményei Diósviszlóról. *Archeometriai Műhely* 10, 1, 67–82.
- ORAVECZ H (1998): A Magyar Nemzeti Múzeum újkőkori és rézkori csiszolt kőeszközeinek nyilvántartásáról. *IRAMTO* 1998. 1–91.
- ORAVECZ H (1999): Néhány érdekes kőeszköz, -tárgy és amulet a Magyar Nemzeti Múzeum őskori gyűjteményében/Some interesting tools, objects and amulets made of stone in the Prehistoric Collections of the HNM, *Ősrégészeti Levelek* 1, 1, 18–19.
- ORAVECZ H. & JÓZSA S. (2004): Archaeological and petrographic investigation of polished stone tools of the Neolithic and Copper Age period from the collection of the Hungarian National museum. *Slovak Geological Magazine* 10, 105–134.
- ORAVECZ H. & JÓZSA S. (2005): Archeological and petrographic investigation of polished stone tools of the Neolithic and Copper Age period from the collection of the Hungarian National Museum. *Archeometriai Műhely* 2, 1, 23–47.
- OTSUKI M. & BANNO S. (1990): Prograde and retrograde metamorphism of hematite-bearing basic schists in the Sanbagawa belt in central Shikoku. *Journal of Metamorphic Geology* 8, 425–439.
- OZDÍN D. & ROJKOVIČ I. (2006): Magnetitová mineralizácia na lokalite Železník v Považskom Inovci. *Mineralia Slovaca*, 38, 109–123.
- PATAY P. (1957): A neolitikum a bodrogkeresztúri Kutya-soron. The neolithic period at Bodrogkeresztúr — Kutyasor. *Folia Archaeologica* 9, 25–37.

- PÉTERDI B. (2011): Szerszámkövek és csiszolt kőeszközök archeometriai vizsgálatának eredményei (Balatonöszöd – Temetői dűlő lelőhely, késő rézkor, bádeni kultúra). Eötvös Loránd Tudományegyetem. PhD dolgozat, Budapest, 154 p.
- PÉTERDI B., SZAKMÁNY GY., BENDŐ ZS., KASZTOVSZKY ZS., T. BIRÓ K., GIL G., HARSÁNYI I., MILE V., SZILÁGYI SZ. (2014): Possible provenances of nephrite artefacts found on Hungarian archaeological sites (preliminary results). *Archeometriai Műhely* 11. 4, 207–222.
- PHILPOTTS A.R. & AGUE J.J. (2009): *Principles of Igneous and Metamorphic Petrology* (2nd Edition). Cambridge University Press, New York, 684. <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511813429>.
- PLAŠIENKA D., GRECUŁA P., PUTIŠ M., KOVAČ M., HOVORKA D. (1997): Evolution and structure of the Western Carpathians: an overview. In: Grecula P., Hovorka D., Putiš M. (Eds.), *Geological evolution of Western Carpathians*, Geological Survey of Slovak Republic, Bratislava, 1–24.
- PŘICHYSTAL A. (2013): *Lithic raw materials in prehistoric times of Eastern Central Europe*. Masaryk University, Brno. 284 p.
- PUTIŠ M., FILOVÁ S., KORIKOVSKY S. P., KOTOV A. B. (1997). Layered metaigneous complex of the Veporic basement with features of the Variscan and Alpine thrust tectonics (the Western Carpathians). *Geological evolution of Western Carpathians*, Geological Survey of Slovak Republic, Bratislava, 175–196.
- RACZKY P. (1989): Chronological Framework of the Early and Middle Neolithic in the Tisza Region. In: Bökönyi Sándor (Ed.), *Neolithic of Southeastern Europe and its Near Eastern connections*. *Varia Archaeologica Hungarica* 2, Budapest, 1989, 233–251.
- RACZKY P. & ANDERS A. (2009): Settlement history of the Middle Neolithic in the Polgár micro-region. In: Kozłowski, J. K. (szerk.): *Interactions Between Different Models of Neolithization North of the Central European Agro-Ecological Barrier*. *Polska Akademia Umiejętności, Prace Komisji Prehistorii Karpat* 5, Kraków, 209, 31–50.
- RADVANEĆ M., NÉMETH Z., KRÁL J., PRAMUKA S. (2017). Variscan dismembered ophiolite suite fragments of Paleo-Tethys in Gemeric unit, Western Carpathians. *Mineralia Slovaca* 49, 1–48.
- RÉVAY ZS. (2009): Determining elemental composition using prompt gamma activation analysis. *Anal. Chem.* 81, 6851–6859. <http://dx.doi.org/10.1021/ac9011705>.
- SCHLÉDER ZS. & T. BIRÓ K. (1999): Petroarchaeological studies on polished stone artefacts from Baranya County, *Janus Pannonius Múzeum Évkönyve* 43, 75–101.
- SELJÁN É. (2005): A Tiszai kultúra települése Szerencs-Taktaföldváron a késő neolitikum időszakában. Diplomadolgozat. Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest, 105 p.
- ŠÍDA P. & KACHLÍK V. (2009): Geological setting, petrology and mineralogy of metabasites in a thermal aureole of Tanvald granite (northern Bohemia) used for the manufacture of Neolithic tools. *Journal of Geosciences* 54, 269–287.
- ŠTELCL J. & MALINA J. (1972): *Základy petroarcheologie*. Jan Evangelista Purkyně University, Brno, 285 p.
- STARNINI E., SZAKMÁNY GY., JÓZSA S., KASZTOVSZKY, ZS., SZILÁGYI V., MARÓTI B., VOYTEK B., HORVÁTH F. (2015): Lithics from the Tell Site Hódmezővásárhely-Gorzsa (Southeast Hungary): Typology, Technology, Use and Raw

- Material Strategies during the Late Neolithic (Tisza Culture). In: Hansen S., Raczky, P., Anders A., Reinburger, A. (Eds.): Neolithic and Copper Age between the Carpathians and the Aegean Sea; Chronologies and Technologies from the 6th to the 4th Millennium BCE. – *Archäologie in Eurasien* 31, 105–128.
- SZAKMÁNY, GY. (2009): Magyarországi csiszolt kőeszközök nyersanyagtípusai az eddigi archeometriai kutatások eredményeit alapján/Types of polished stone tool raw materials in Hungary. *Archeometriai Műhely* 6, 1, 11–30.
- SZAKMÁNY GY. & KASZTOVSZKY ZS. (2004): Prompt gamma activation analysis, a new method in the archaeological study of polished stone tools and their raw materials. *Eur. J. Mineral.* 16, 285–295. <http://dx.doi.org/10.1127/0935-1221/2004/0016-0285>.
- SZAKMÁNY GY., FÜRI J., SZOLGAY ZS. (2001): Outlined petrographic results of the raw materials of polished stone tools of the Mihálydy-collection, Laczkó Dezső Museum, Veszprém (Hungary). In: Regenye J. (Ed.): Sites and Stones: Lengyel Culture in Western Hungary and beyond. Directorate of the Veszprém county Museums, Veszprém, 109–118.
- SZAKMÁNY GY., STARNINI E., HORVÁTH F., BRADÁK B. (2008): Gorzsa késő neolitik tell településről előkerült kőeszközök archeometriai vizsgálatának előzetes eredményei (Tisza kultúra, DK Magyarország). *Archeometriai Műhely* 5, 3, 13–26.
- SZAKMÁNY GY., STARNINI E., HORVÁTH F., SZILÁGYI, V., KASZTOVSZKY ZS. (2009): Investigating trade and exchange patterns during the Late Neolithic: first results of the archaeometric analyses of the raw materials for the polished and ground stone tools from Tell Gorzsa (SE Hungary). In: Ilon, G. (Ed.): *Őskoros Kutatók VI. Összejevetelének Konferenciakötete, Nyersanyagok és Kereskedelem*, Kőszeg, 2009. március 19-21. - ΜΩΜΟΣ VI. Szombathely, 363–377.
- SZAKMÁNY GY., STARNINI E., HORVÁTH F., BRADÁK B. (2011a): Investigating trade and exchange patterns in prehistory: preliminary results of the archaeometric analyses of stone artefacts from Tell Gorzsa (South-East Hungary). In: Turbanti-Memmi, I. (Ed.), *Proceedings of the 37th International Symposium on Archaeometry*, 12th–16th May 2008. Berlin Heidelberg, Siena, Italy, Springer, 311–319.
- SZAKMÁNY GY., KASZTOVSZKY ZS., SZILÁGYI V., STARNINI E., FRIEDEL O., T. BIRÓ K. (2011b): Discrimination of prehistoric polished stone tools from Hungary with non-destructive chemical Prompt Gamma Activation Analyses (PGAA). *Eur. J. Mineral.* 23, 883–893. <http://dx.doi.org/10.1127/0935-1221/2011/0023-2148>.
- SZAKMÁNY GY., BENDŐ ZS., JÓZSA S., KASZTOVSZKY ZS., SZILÁGYI V., MARÓTI B., SZILÁGYI SZ., STARNINI E., HORVÁTH F. (2016): 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. Közettani és Geokémiai Vándorgyűlés. SZTE Ásványtani, Geokémiai és Közettani Tanszék, 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. *J. Radioanal. Nucl. Chem.* 286, 501–505. <http://dx.doi.org/10.1007/s10967-010-0765-4>.

- T. BIRÓ K. (1984): Az őskőkori és őskori pattintott kőeszközök nyersanyagai Magyarországon. Doktori disszertáció, kézirat, Budapest, 72p.
- T. BIRÓ K. (1992): Adatok a korai baltakészítés technológiájához/Data on the early axe production. Pápai Múzeum Értesítője 3-4., 33-80.
- T. BIRÓ K. (1998a): Lithic implements and the circulation of raw materials in the Great Hungarian Plain during the late Neolithic Period. Budapest Hungarian National Museum, 350 p.
- T. BIRÓ K. (1998b): The study of polished stone implements in Hungary. In: Költő L., Bartosiewicz L (Eds.): Archaeometrical Research in Hungary II., 115-140.
- T. BIRÓ K. (2003): Az újkőkor történeti vázlata. In: Magyar régészet az ezredfordulón. In: VISY ZS. (Ed.), Nemzeti Kulturális Örökség Minisztériuma, Teleki László Alapítvány, Budapest, 100.
- T. BIRÓ K. (2008): Kőeszköz nyersanyagok Magyarország területén. In: Az ásványok és az ember a mai Magyarország területén a XVIV. század végéig. Bányászat Geotudományok, a Miskolci Egyetem Közleménye, A sorozat, Bányászat, 74, 11-38.
- T. BIRÓ K. (2009): Geokémiai vizsgálati lehetőségek őskori eszközökön. Archeometriai Műhely 1, 5-10.
- T. BIRÓ K. (2014): Mezőkövesd-Mocsolyás: A kőanyag értékelése. / Mezőkövesd-Mocsolyás: Evaluation of the lithic material. Borsod-Abaúj-Zemplén Megye Régészeti Emlékei, Miskolc 9 205-280.
- T. BIRÓ K. & DOBOSI V. (1991): LITHOTHECA-Comparative Raw Material Collection of the Hungarian National Museum, Budapest. Magyar Nemzeti Múzeum, 268 p.
- T. BIRÓ & SZAKMÁNY GY. (2000): Current state of research on Hungarian Neolithic polished stone artefacts. Krystallinikum 26. 21-37.
- T. BIRÓ K., SZAKMÁNY GY., SCHLÉDER ZS. (2001) Neolithic Phonolite mine and workshop complex in Hungary. Slovak Geological Magazine 7, 4, 345-350.
- T. BIRÓ K., SCHLÉDER ZS., ANTONI J, SZAKMÁNY GY. (2003): Petroarchaeological studies on polished stone artefacts from Baranya county, Hungary II. Zengővárkony: notes on the production, use and circulation of polished stone tools. Janus Pannonius Múzeum Évkönyve 46-47, 37-45.
- TÖRÖK E. (1996): Hazai kavicsmezők anyagának szilárdsága a halmazjellemzők tükrében. Földtani Közlöny 126, 1, 117-129.
- VÁCZI B., SZAKMÁNY GY., KASZTOVSZKY ZS., STARNINI E., NEBIACOLOMBO F. A. (2017): Előzetes eredmények a magyarországi nagynyomású metaofiolit anyagú csiszolt kőeszközök származási helyének azonosításához. Archeometriai Műhely 16, 2, 69-84.
- VÁCZI B., SZAKMÁNY GY., STARNINI E., KASZTOVSZKY ZS., BENDŐ ZS., NEBIACOLOMBO F. A., GIUSTETTO R., COMPAGNONI R. (2019): High-pressure meta-ophiolite boulders and cobbles from northern Italy as possible raw-material sources for "greenstone" prehistoric tools: petrography and archaeological assessment. European Journal of Mineralogy, 31, 5-6, 905-917.
- VENCL S. (1975): Hromadné nálezy neolitické broušené industrie z Čech. Památky archeologické 66, 12-73.
- VOZÁROVÁ A. (1999): Slavoška-Borka nappe. Acta Montanistica Slovaca 4, 2, 174-175.

- VOZÁROVÁ A., FARYAD S. W. (1997): Petrology of Branisko crystalline rock complex. Geological evolution of Western Carpathians, Bratislava, 343–350.
- ZAGOŹDŹON P. P. (2003): Sunburn in the tertiary basalts of Silesia (SW Poland). *Geolines* 15, 188–193.
- ZALAI-GAÁL I. (1991): Die chronologische und soziale Bedeutung der Mitgabe von Steinäxten in den spätneolitischen Gräbern Südtransdanubiens. *Saarbrücker Beiträge zur Altertumskunde (Bonn)* 55, 389-399.
- ZALAI-GAÁL I. (1999): Typologie und Chronologie des lengyelzeitlichen geschiffenen Steingerätbestandes im südlichen Transdanubien anhand der Merkmalanalyse Lengyel-IGCP 442, Veszprém. Abstract, 62-63.
- ZENK M. & SCHULZ B. (2004): Zoned Ca-amphiboles and related P-T evolution in metabasites from the classical Barrovian metamorphic zones in Scotland. *Mineral. Mag.* 68, 769–786.

FÜGGELÉK

(A mellékletek számozása a IV. fejezet mellékleteivel kezdődik.)

IV. melléklet/1. táblázat: Kékpala kőeszközökön elvégzett különböző vizsgálatok és a kőeszközök régészeti tipologizálása. (Rövidítések: I: igen, N: nem, *: „eredeti felszín” méréssel elemezve).

Minta-szám	Leltári szám	Régészeti lelőhely	EDS/SEM	XRD	PGAA	MS	Régészeti tipológia	Korszak	Kultúra/fázis
B01		Tiszavalk, Libapást	I	I	I	0,58	Laposvéső	Neolitikum	Szórványtelep
B02	53.238.12	Szirmabesenyő vagy környéke	I	I	N	0,52	Laposvéső	Középső neolitikum	Bükk B
B06		Hejőkürt, Lidl 3mh S1347 2005.05.26.	I	I	N	0,44	Laposvéső töredék	Neolitikum	Korai Tiszadob
B07		Garadna elkerülő út 2 lh. 2003.04.09. S52	I	I	N	5,76	Laposvéső töredék	Középső neolitikum	Tiszadob-Bükk átmenet, Bükk AB, Bükk B-C
B08		Encs-Kelecsény 1983. 08. 22. IV/4.	I	I	N	4,51	Félkész laposvéső töredék	Középső neolitikum	Tiszadob-Bükk
B13	53.160.22	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	I	I	I	0,50	Laposvéső	Középső neolitikum	Bükk AB, B-C
B14		Felsővadász-Várdomb 1982.08.13. I/4	I	I	I	0,65	Laposvéső töredék	Középső neolitikum	Bükk B-C
B15	81.11.36	Felsővadász-Várdomb	I	I	N	0,52	Laposvéső	Középső neolitikum	Bükk B-C
B16	53.160.14 5	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	I	I	I	0,67	Kaptafa alakú balta	Középső neolitikum	Bükk AB, B-C
B18	63.27.1	Mezőnyárad	I	I	I	0,41	Nyelv alakú kőbalta	Neolitikum	Szórványtelep
B19	53.160.69	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	I	I	I	1,57	Laposvéső	Középső neolitikum	Bükk AB, B-C
B01*		Tiszavalk, Libapást	I	I	I	0,58	Laposvéső	Neolitikum	Szórványtelep
B23*	53.190.1	Sály-Vízfő	I	I	N	0,30	Laposvéső	Neolitikum	Szórványtelep
B24*	89.9.11	Karcsa, Béka-homok I.	I	I	N	0,18	Laposvéső	Neolitikum	Közöletlen
B25*	53.160.19	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	I	I	I	0,34	Laposvéső	Középső neolitikum	Bükk AB, B-C
B26*	53.160.154	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	I	I	N	n.a.	Laposvéső	Középső neolitikum	Bükk AB, B-C
B27	53.238.8	Szirmabesenyő vagy környéke	N	I	I	0,51	Laposvéső	Neolitikum	Bükk, AVK, AB
B28	82.42.26	Emőd	N	I	N	0,66	Laposvéső	Neolitikum	AVK, AVK2 vagy Tiszadob, Tiszadob-Bükk, Bükk B
B29	53.160.26	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	N	I	N	0,54	Laposvéső	Középső neolitikum	Bükk AB, B-C
B30	53.160.12	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	N	I	I	0,49	Laposvéső	Középső neolitikum	Bükk AB, B-C
B31	53.160.15	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	N	I	N	n.a.	Laposvéső	Középső neolitikum	Bükk AB, B-C

Minta-szám	Leltári szám	Régészeti lelőhely	EDS/SEM	XRD	PGAA	MS	Régészeti tipológia	Korszak	Kultúra/fázis
B32	68.40.568	Bükkaranyos/ Földvár	N	I	N	0,57	Laposvéső	Neolitikum	Bükk B-C, szakálhát
B33		Felsővadász- Várdomb 1984. 07. 23. VIV/4	N	I	N	0,35	Laposvéső	Középső neolitikum	Bükk B-C
B34		Felsővadász- Várdomb 1984. 07. 20. VIV/3	N	I	N	0,45	Laposvéső	Középső neolitikum	Bükk B-C
B35		Felsővadász- Várdomb 1984. 08. 06. XIV/3	N	I	N	0,25	Laposvéső	Középső neolitikum	Bükk B-C
B37		Felsővadász- Várdomb 1984. 07. 23. IX/4	N	I	N	0,26	Kaptafa alakú balta	Középső neolitikum	Bükk B-C
B38*	53.160.23	Borsod- Derékegyháza (Edelény)	I	N	N	n.a.	Laposvéső	Középső neolitikum	Bükk B-C
B39*	83.23.1	Miskolc- Szirma, Fő u. 19.	I	N	N	0,47	Laposvéső	Neolitikum	Szörványelet
B40*	53.188.3	Aggtelek, Baradla- barlang	I	N	N	0,64	Laposvéső	Középső neolitikum	Tiszadob, Tiszadob- Bükk, Bükk AB, Bükk B
B41*	53.189.2	Sály, Töviskes	I	N	N	0,57	Laposvéső	Neolitikum	Közöletlen
B42*	53.917.1	Miskolc- Görömböly, Tapolcai Várhegy, Földvár I. gödör	I	N	N	1,02	Kőbalta töredék	Neolitikum	Szilmege, késő AVK- Tiszadob-Bükk I.
C07		Felsővadász- Várdomb 1983.VIV. 08. V/2.	I	N	N	0,75	Kőbalta töredék	Középső neolitikum	Bükk B-C
D14	53.365.1	Kelemér, Mohosvár	I	N	N	0,81	Laposvéső	Középső neolitikum	Bükk
D23	58.46.1	Fancsal, Devecseri- patakmeder	I	I	I	2,89	Félkész balta	Középső neolitikum	AVK, AVK2, Tiszadob, Tiszadob-Bükk

IV. melléklet/2. táblázat: Kékpala kőeszközök PGAA eredményei. A főelemek tömeg%-ban, a nyomelemek ppm-ben vannak megadva. (Rövidítés: <D.L.: detektálási határ alatt.).

	B01	B13	B14	B16	B18	B19	B25	B27	B30	D23
SiO ₂	47,82	47,93	46,20	55,10	48,37	46,96	50,92	50,21	44,03	56,19
TiO ₂	1,70	1,68	1,78	2,30	1,73	1,85	1,69	1,66	1,95	2,25
Al ₂ O ₃	15,56	14,46	15,06	12,37	16,22	14,51	16,33	15,03	16,67	12,36
Fe ₂ O ₃ *	9,81	10,41	12,01	15,12	9,97	12,82	9,35	9,26	11,75	15,53
MnO	0,25	0,15	0,93	0,26	0,17	0,20	0,10	0,11	0,28	0,38
MgO	7,93	9,58	7,72	1,99	7,23	8,89	8,67	7,38	6,55	2,66
CaO	9,05	5,67	7,78	5,73	7,63	6,72	2,63	6,79	11,58	4,50
Na ₂ O	3,79	3,36	4,01	3,92	3,96	3,78	4,94	4,96	2,58	4,80
K ₂ O	0,10	2,10	0,38	1,02	0,84	0,17	1,71	0,93	0,13	1,34
H ₂ O	3,90	3,93	3,28	1,02	3,28	4,03	3,61	2,98	3,77	<D.L.
SO ₃	<D.L.	0,59	1,59	2,15	0,52	<D.L.	<D.L.	0,55	0,45	2,08
Összesen	99,91	99,86	100,74	100,98	99,91	99,92	99,94	99,86	99,74	100,00
B	7	17	6	11	15	7	13	11	7	10
Cl	68	167	215	218	84	132	97	520	78	246
Sc	45	56	31	0	0	51	0	0	60	16
V	324	307	350	0	326	293	256	348	335	220
Co	<D.L.	<D.L.	51	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	67	<D.L.	<D.L.
Nd	128	<D.L.	<D.L.	62	<D.L.	<D.L.	11	130	19	43
Sm	3	3	3	10	2	3	3	2	3	9
Gd	5	4	4	14	4	4	4	4	5	14

* Összes vas Fe₂O₃-ként mérve.

IV. melléklet/3. táblázat: Kékpala kőeszközök ásványi összetevői csoportonkénti bontásban.

1. csoport: 1-9, 2. csoport: 10-14, 3. csoport: 15-18, 4. csoport: 19, 5. csoport: 20-22, 6. csoport: 23-24. (*: eredeti felszín módszerrel elemezve).

	1	2	3	4	5	6	7	8
Minták	<i>B19</i>	<i>B23*</i>	<i>B24*</i>	<i>B25*</i>	<i>B38*</i>	<i>B39*</i>	<i>B40*</i>	<i>B41*</i>
Gln	I		I	I	I	I	I	I
Ab	I	I	I	I	I	I	I	I
Ep	I	I	I		I	I	I	I
Czo	I	I			I			
Chl	I		I					
Ph	I			I	I			
Ttn	I	I	I	I	I	I	I	I
Fap	I							
Py	I							

IV. melléklet/3. táblázat folytatása

	9	10	11	12	13	14	15
Minták	<i>B42*</i>	<i>B01</i>	<i>B02</i>	<i>B06</i>	<i>B01*</i>	<i>B26*</i>	<i>B08</i>
Gln	I	I	I	I	I	I	I
Fgln			I				I
Win		I	I			I	
Fwin			I				
Act		I	I	I		I	
Mg-hb		I		I			
Ab	I	I	I	I	I	I	I
Olg							
Ep	I	I	I	I		I	I
Czo				I			I
Pmp		I			I		
Alm							I
Chl	I	I		I		I	I
Qtz							I
Ph		I	I				
Ms							I
Ttn	I	I	I				
Fap							
Cal							

IV. melléklet/3. táblázat folytatása

	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Minták	<i>B16</i>	<i>B18</i>	<i>D23</i>	<i>B13</i>	<i>B07</i>	<i>B14</i>	<i>B15</i>	<i>C07</i>	<i>D14</i>
Gln		I		I	I	I	I	I	I
Fgln	I		I		I	I		I	
Win						I	I		I
Act									I
Mg-hb				I					I
Aug				I	I		I	I	
Agt	I				I	I	I	I	I
Omp					I	I	I	I	
Ab	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Ep	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Czo	I			I	I	I	I	I	I
Alm	I	I	I						
Sps			I						
Chl	I	I	I			I	I	I	
Qtz			I				I		
Bt			I					I	
Ph	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Ms						I	I		I
Ttn	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Ap			I						
Py		I		I					
Hem			I	I					
Fap							I		
Ccp								I	

IV. melléklet/4. táblázat: Na-amfibolok ásványkémiai elemzési eredményei tömeg%-ban megadva.

	B01 Gln	B02 Gln	B06 Gln	B07 Gln	B07 Fgln	B08 Fgln	B08 Fgln
SiO ₂	57,42	57,92	58,06	57,49	56,82	56,17	55,74
TiO ₂	0,08	0,11	0,06	0,04	0,04	0,07	0,04
Al ₂ O ₃	11,90	9,91	11,24	10,56	11,14	12,01	10,75
MnO	0,04	0,07	0,04	0,10	0,07	0,09	0,00
FeO*	9,21	9,55	10,21	9,92	14,11	17,50	18,61
Fe ₂ O ₃ *	0,78	1,26	0,71	1,29	0,00	0,00	0,00
MgO	10,21	10,79	9,75	10,24	7,41	4,09	4,58
CaO	0,80	1,14	0,66	0,53	0,91	0,49	1,20
Na ₂ O	7,37	7,08	7,11	7,68	7,32	7,48	6,95
K ₂ O	0,04	0,03	0,03	0,03	0,08	0,03	0,08
H ₂ O**	2,14	2,13	2,13	2,12	2,10	2,07	2,06
Összesen	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Kationszámok 23 oxigénre							
Si	7,87	7,97	7,97	7,93	7,95	7,96	7,96
Al	0,13	0,03	0,03	0,07	0,05	0,04	0,04
ΣT	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Ti	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
Al	1,79	1,58	1,79	1,64	1,79	1,97	1,77
Fe ³⁺	0,08	0,13	0,07	0,13	0,00	0,00	0,00
Mn ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
Fe ²⁺	1,04	1,07	1,14	1,12	1,65	2,08	2,22
Mg	2,09	2,21	2,00	2,10	1,55	0,87	0,98
ΣC	5,00	5,00	5,00	5,00	4,99	4,93	4,98
Mn ²⁺	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Fe ²⁺	0,02	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00
Ca	0,12	0,17	0,10	0,08	0,14	0,07	0,18
Na	1,86	1,79	1,87	1,88	1,86	1,93	1,82
ΣB	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Na	0,10	0,09	0,02	0,17	0,12	0,13	0,11
K	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
ΣA	0,11	0,10	0,03	0,18	0,14	0,14	0,12

* Összes vas FeO-ként mérve. FeO/Fe₂O₃ arány az ACES Excel táblázat alapján számolva (Locock (2014) után).

** H₂O sztöchiometrikus összetételből számolva: OH=2 apfu

IV. melléklet/4. táblázat folytatása

	B13 Gln	B14 Gln	B15 Gln	B18 Fgln	B18 Fgln
SiO ₂	57,75	57,67	58,04	56,51	56,84
TiO ₂	0,05	0,13	0,11	0,00	0,07
Al ₂ O ₃	12,17	11,58	11,09	11,86	10,09
MnO	0,09	0,08	0,10	0,05	0,00
FeO*	9,80	10,35	8,75	17,05	16,75
Fe ₂ O ₃ *	0,00	0,57	1,59	0,00	1,47
MgO	9,73	9,47	10,34	4,76	5,05
CaO	0,45	0,50	0,59	0,44	0,49
Na ₂ O	7,77	7,48	7,22	7,23	7,17
K ₂ O	0,06	0,04	0,04	0,03	0,02
H ₂ O**	2,14	2,13	2,14	2,08	2,06
Összesen	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Kationszámok 23 oxigénre					
Si	7,91	7,93	7,94	7,98	8,06
Al	0,09	0,07	0,06	0,02	
ΣT	8,00	8,00	8,00	8,00	8,06
Ti	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01
Al	1,88	1,81	1,73	1,95	1,69
Fe ³⁺	0,00	0,06	0,16	0,00	0,16
Mn ²⁺	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
Fe ²⁺	1,12	1,18	0,99	2,01	1,99
Mg	1,99	1,94	2,11	1,00	1,07
ΣC	5,00	5,00	5,00	4,98	4,90
Mn ²⁺	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
Fe ²⁺	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
Ca	0,07	0,07	0,09	0,07	0,07
Na	1,93	1,91	1,89	1,93	1,93
ΣB	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Na	0,13	0,09	0,03	0,05	0,04
K	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
ΣA	0,14	0,09	0,03	0,05	0,05

IV. melléklet/4. táblázat folytatása

	B19 Gln	B23 Gln	B24 Gln	B25 Gln	B26 Gln
SiO ₂	58,14	56,60	57,65	57,97	57,36
TiO ₂	0,08	0,04	0,06	0,05	0,00
Al ₂ O ₃	11,30	10,52	11,23	10,42	11,56
MnO	0,06	0,00	0,00	0,06	0,00
FeO*	8,84	12,49	11,26	10,66	10,24
Fe ₂ O ₃ *	1,39	0,40	0,91	0,00	10,15
MgO	10,22	9,05	8,96	10,26	0,00
CaO	0,56	1,00	0,54	0,70	0,79
Na ₂ O	7,26	7,77	7,22	7,55	7,73
K ₂ O	0,00	0,03	0,06	0,21	0,04
H ₂ O**	2,15	2,10	2,12	2,13	2,13
Összesen	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Kationszámok 23 oxigénre					
Si	7,95	7,90	7,96	7,98	7,88
Al	0,05	0,10	0,04	0,02	0,12
ΣT	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Ti	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00
Al	1,77	1,63	1,78	1,67	1,76
Fe ³⁺	0,14	0,04	0,09	0,05	0,04
Mn ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe ²⁺	1,00	1,45	1,27	1,17	1,13
Mg	2,08	1,88	1,84	2,11	2,08
ΣC	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Mn ²⁺	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
Fe ²⁺	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01
Ca	0,08	0,15	0,08	0,10	0,12
Na	1,90	1,84	1,89	1,88	1,87
ΣB	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Na	0,03	0,26	0,04	0,13	0,19
K	0,00	0,01	0,01	0,04	0,01
ΣA	0,03	0,27	0,05	0,17	0,20

IV. melléklet/5. táblázat: Na-Ca-amfibolok ásványkémiái elemzési eredményei tömeg%-ban megadva.

	B01 win	B02 win	B02 win	B02 win	B02 win	B02 win
SiO ₂	56,00	54,03	55,42	56,77	54,67	53,43
TiO ₂	0,03	0,04	0,07	0,00	0,05	0,00
Al ₂ O ₃	4,54	3,49	3,52	3,56	4,26	3,97
MnO	0,14	0,17	0,11	0,06	0,15	0,06
FeO*	9,27	15,28	13,73	11,72	13,15	13,31
Fe ₂ O ₃ *	1,09	1,16	2,80	0,11	2,44	2,81
MgO	15,91	12,08	12,43	15,65	12,93	13,01
CaO	8,54	8,75	6,13	7,82	7,27	8,95
Na ₂ O	2,33	2,85	3,62	2,13	2,95	2,24
K ₂ O	0,07	0,13	0,12	0,09	0,08	0,20
H ₂ O**	2,09	2,03	2,04	2,09	2,05	2,03
Összesen	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Kationszámok 23 oxigénre						
Si	7,84	7,83	7,94	7,98	7,82	7,70
Al	0,16	0,17	0,06	0,02	0,18	0,30
ΣT	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Ti	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
Al	0,59	0,43	0,53	0,57	0,54	0,38
Fe ³⁺	0,11	0,13	0,3	0,01	0,26	0,31
Mn ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe ²⁺	0,98	1,84	1,51	1,14	1,44	1,52
Mg	3,32	2,61	2,66	3,28	2,76	2,8
ΣC	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Mn ²⁺	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01
Fe ²⁺	0,11	0,02	0,14	0,24	0,14	0,09
Ca	1,28	1,36	0,94	1,18	1,11	1,38
Na	0,59	0,61	0,91	0,58	0,73	0,53
ΣB	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Na	0,04	0,19	0,10	0,00	0,09	0,10
K	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,04
ΣA	0,05	0,22	0,12	0,02	0,10	0,14

* Összes vas FeO-ként mérve. FeO/Fe₂O₃ arány az ACES Excel táblázat alapján számolva (Locock (2014) után).

** H₂O sztöchiometrikus összetételből számolva: OH=2 apfu

IV. melléklet/5. táblázat folytatása

	B02 Fwin	B02 Win	B02 Win	B14 Win	B14 Win	B14 Win	B15 Win
SiO ₂	55,73	55,82	56,18	56,26	56,23	56,62	56,56
TiO ₂	0,07	0,54	0,10	0,00	0,04	0,00	0,05
Al ₂ O ₃	2,79	4,9	4,45	5,53	5,44	6,23	3,47
MnO	0,12	0,04	0,04	0,10	0,20	0,10	0,09
FeO*	10,97	12,36	12,16	11,58	12,08	9,92	8,43
Fe ₂ O ₃ *	7,63	5,05	0,96	3,13	1,82	3,02	1,15
MgO	11,23	10,13	14,18	11,95	12,13	12,73	16,49
CaO	4,32	3,62	6,81	3,38	5,54	3,93	9,03
Na ₂ O	5,04	5,47	2,94	5,97	4,39	5,34	2,61
K ₂ O	0,08	0,04	0,12	0,03	0,06	0,03	0,03
H ₂ O**	2,03	2,05	2,07	2,07	2,07	2,09	2,09
Összesen	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Kationszámok 23 oxigénre							
Si	7,98	7,95	7,93	7,95	7,95	7,92	7,91
Al	0,02	0,05	0,07	0,05	0,06	0,08	0,10
ΣT	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Ti	0,01	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00	0,010
Al	0,45	0,77	0,67	0,87	0,85	0,95	0,48
Fe ³⁺	0,82	0,54	0,10	0,33	0,19	0,32	0,12
Mn ²⁺	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe ²⁺	1,31	1,47	1,24	1,28	1,4	1,08	0,96
Mg	2,40	2,15	2,98	2,52	2,56	2,65	3,44
ΣC	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Mn ²⁺	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
Fe ²⁺	0,00	0,00	0,20	0,08	0,03	0,08	0,02
Ca	0,66	0,55	1,03	0,51	0,84	0,59	1,35
Na	1,34	1,45	0,77	1,39	1,11	1,32	0,61
ΣB	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Na	0,06	0,06	0,03	0,24	0,1	0,13	0,09
K	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
ΣA	0,08	0,07	0,05	0,25	0,11	0,13	0,10

* Összes vas FeO-ként mérve. FeO/Fe₂O₃ arány az ACES Excel táblázat alapján számolva (Locock (2014) után).

** H₂O sztöchiometrikus összetételből számolva: OH=2 apfu

IV. melléklet/6. táblázat: Ca-amfibolok ásványkémiai elemzési eredményei tömeg%-ban megadva.

	B01 Mg-hb	B01 Mg-hb	B01 Mg-hb	B06 Mg-hb	B13 Mg-hb	B01 Act
SiO ₂	53,54	55,53	54,37	57,05	53,85	55,76
TiO ₂	0,05	0,00	0,07	0,06	0,04	0,05
Al ₂ O ₃	4,21	4,12	4,3	3,66	5,22	2,10
MnO	0,24	0,17	0,13	0,26	0,17	0,14
FeO*	10,81	9,78	10,72	9,86	9,17	10,83
Fe ₂ O ₃ *	1,40	0,49	2,10	0,00	1,30	0,92
MgO	15,21	16,31	14,87	16,7	15,77	16,5
CaO	10,80	10,00	9,22	8,6	10,7	10,43
Na ₂ O	1,50	1,43	2,05	1,64	1,63	1,16
K ₂ O	0,18	0,09	0,11	0,06	0,07	0,04
H ₂ O**	2,05	2,08	2,06	2,1	2,07	2,07
Összesen	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Kationszámok 23 oxigénre						
Si	7,65	7,8	7,72	7,96	7,61	7,9
Al	0,35	0,2	0,28	0,04	0,4	0,11
ΣT	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Ti	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01
Al	0,36	0,49	0,44	0,56	0,47	0,25
Fe ³⁺	0,15	0,05	0,23	0,00	0,14	0,10
Fe ²⁺	1,25	1,05	1,18	0,96	1,07	1,17
Mg	3,24	3,42	3,15	3,47	3,32	3,48
ΣC	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Mn ²⁺	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02
Fe ²⁺	0,01	0,1	0,09	0,19	0,02	0,11
Ca	1,65	1,51	1,4	1,29	1,62	1,58
Na	0,31	0,37	0,49	0,45	0,34	0,29
ΣB	2,00	2,00	2,00	1,95	2,00	2,00
Na	0,11	0,02	0,07	0,00	0,11	0,03
K	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
ΣA	0,14	0,03	0,09	0,01	0,12	0,04

* Összes vas FeO-ként mérve. FeO/Fe₂O₃ arány az ACES Excel táblázat alapján számolva (Locock (2014) után).

** H₂O sztöchiometrikus összetételből számolva: OH=2 apfu

IV. melléklet/ 7. táblázat: Augitok ásványkémiai elemzési eredményeit tömeg%-ban megadva.

	B07 Aug	B07 Aug	B07 Aug	B07 Aug	B13 Aug	B13 Aug	B13 Aug	B15 Aug	B15 Aug	B15 Aug
SiO ₂	53,84	53,87	52,08	52,71	53,54	51,63	52,92	51,95	50,80	52,26
TiO ₂	0,40	0,38	0,89	0,66	0,54	0,86	0,72	0,95	1,25	0,61
Al ₂ O ₃	2,28	2,26	3,23	3,81	2,52	5,34	3,10	4,95	5,93	4,36
Fe ₂ O ₃ *	1,04	0,85	0,60	0,39	0,34	1,04	1,04	4,46	0,78	1,51
FeO*	5,53	4,94	8,56	5,65	5,83	4,37	5,43	6,61	6,23	3,92
MnO	0,15	0,12	0,17	0,10	0,11	0,12	0,19	0,11	0,18	0,06
MgO	18,37	18,82	15,62	17,50	18,51	16,74	18,06	13,94	16,86	18,26
CaO	17,70	18,24	18,22	18,58	18,15	19,22	17,96	14,78	17,34	18,59
Na ₂ O	0,75	0,58	0,66	0,60	0,50	0,74	0,65	2,67	0,66	0,58
K ₂ O	0,05	0,03	0,03	0,03	0,00	0,04	0,03	0,03	0,04	0,00
Összesen	100,11	100,08	100,06	100,03	100,03	100,10	100,09	100,45	100,08	100,15
Kationszámok 6 oxigénre számolva										
Si	1,95	1,95	1,92	1,92	1,94	1,88	1,92	1,90	1,85	1,89
Al ^{IV}	0,05	0,05	0,08	0,08	0,06	0,13	0,08	0,10	0,15	0,11
Ti	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02
Al ^{VI}	0,05	0,05	0,06	0,08	0,05	0,10	0,06	0,11	0,11	0,08
Fe ³⁺	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03	0,03	0,12	0,02	0,04
Fe ²⁺	0,17	0,15	0,26	0,17	0,18	0,13	0,17	0,20	0,19	0,12
Mn	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
Mg	0,99	1,02	0,86	0,95	1,00	0,91	0,98	0,76	0,92	0,99
Ca	0,69	0,71	0,72	0,72	0,71	0,75	0,70	0,58	0,68	0,72
Na	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,19	0,05	0,04
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Összesen	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
En	54	54	47	52	53	51	53	49	51	54
Fs	9	8	14	9	9	7	9	13	11	6
Wo	37	38	39	39	38	42	38	38	38	40

* Összes vas FeO-ként mérve. FeO/Fe₂O₃ arány a sztöchiometria alapján számolva: összes kationtartalom = 4 apfu.

IV. melléklet/ 8. táblázat: Na-piroxének ásványkémiai elemzési eredményei tömeg%-ban megadva.

	B07 Agt	B07 Agt	B14 Agt	B14 Agt	B14 Agt	B14 Agt
SiO ₂	55,33	53,96	55,36	55,18	54,99	55,95
TiO ₂	0,07	0,10	0,05	0,08	0,09	0,05
Al ₂ O ₃	3,47	3,83	5,40	4,81	5,81	6,07
Fe ₂ O ₃	10,29	17,89	14,52	9,6	12,19	12,59
FeO	0,88	3,17	0,00	2,66	0,55	1,55
MnO	0,13	0,1	0,00	0,05	0,06	0,00
MgO	9,93	3,52	6,46	8,65	7,73	6,14
CaO	13,31	7,66	8,81	11,91	10,34	8,16
Na ₂ O	6,54	9,76	9,37	7,03	8,24	9,49
K ₂ O	0,04	0,00	0,03	0,02	0,00	0,00
Összesen	100,00	99,99	100,00	100,00	100,00	100,00
Kationszámok 6 oxigénre számolva						
Si	2,01	2,02	2,01	2,01	2,00	2,03
Al ^{IV}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al ^{VI}	0,15	0,17	0,23	0,21	0,25	0,26
Fe ³⁺	0,28	0,5	0,4	0,26	0,33	0,34
Fe ²⁺	0,03	0,10	0,00	0,08	0,02	0,05
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,54	0,2	0,35	0,47	0,42	0,33
Ca	0,52	0,31	0,34	0,47	0,4	0,32
Na	0,46	0,71	0,66	0,50	0,58	0,67
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Összesen	4,00	4,00	3,99	4,00	4,00	4,00
Jd	16	18	24	22	25	29
Ae	30	53	42	28	33	38
Q	54	29	34	50	42	33

* Összes vas FeO-ként mérve. FeO/Fe₂O₃ arány a sztöchiometria alapján számolva: összes kationtartalom = 4 apfu.

IV. melléklet/9. táblázat: Gránátok ásványkémiai elemzési eredményei tömeg%-ban megadva.

	B08	B08	B08	B08	B08	B18
SiO ₂	38,93	38,67	39,23	39,19	39,18	38,82
TiO ₂	0,08	0,09	0,07	0,07	0,07	0,10
Al ₂ O ₃	22,63	22,95	22,87	22,60	22,82	21,19
FeO	24,99	26,99	23,73	26,41	27,23	16,72
MnO	2,90	1,81	3,15	1,72	1,22	12,40
MgO	0,27	0,41	0,28	0,39	0,30	0,80
CaO	10,13	8,98	10,61	9,56	9,11	9,66
Összesen	99,93	99,90	99,94	99,94	99,93	99,69
Kationszámok 12 oxigénre számolva						
Si	3,06	3,05	3,07	3,08	3,08	3,08
Ti	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
Al	2,10	2,13	2,11	2,09	2,11	1,98
Fe	1,64	1,78	1,55	1,73	1,79	1,11
Mn	0,19	0,12	0,21	0,11	0,08	0,83
Mg	0,03	0,05	0,03	0,05	0,04	0,10
Ca	0,85	0,76	0,89	0,80	0,77	0,82
Összesen	7,89	7,88	7,87	7,87	7,86	7,92
Alm	60	66	58	64	67	38
Grs	31	28	33	30	29	29
Sps	7	4	8	4	3	29
Prp	1	2	1	2	1	3

* Összes vas FeO-ként mérve.

IV. melléklet/10. táblázat: Fehér csillámok ásványkémiái elemzési eredményei tömeg%-ban megadva.

	B02 Ph	B02 Ph	B08 Ph	B13 Ph	B18 Ph
SiO ₂	50,16	49,46	50,11	51,54	51,29
TiO ₂	0,07	0,12	0,11	0,08	0,09
Al ₂ O ₃	28,5	29,77	27,12	26,22	24,96
FeO*	2,52	2,64	5,05	2,33	5,29
MnO	0,00	0,00	0,06	0,06	0,06
MgO	3,62	3,1	2,45	4,53	3,01
CaO	0,22	0,16	0,26	0,06	0,15
Na ₂ O	0,47	0,54	0,30	0,33	0,24
K ₂ O	9,94	9,70	10,10	10,35	10,46
H ₂ O**	4,51	4,51	4,45	4,51	4,44
Összesen	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Ionszámok 24 (O, OH) alapján számolva					
Si	6,68	6,58	6,75	6,86	6,93
Al ^{IV}	1,33	1,42	1,25	1,14	1,07
ΣT	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Al ^{VI}	3,14	3,24	3,06	2,97	2,9
Ti	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Fe	0,28	0,29	0,57	0,26	0,6,0
Mn	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
Mg	0,72	0,62	0,49	0,9	0,61
ΣO	4,15	4,16	4,14	4,15	4,12
Ca	0,03	0,02	0,04	0,01	0,02
Na	0,12	0,14	0,08	0,09	0,06
K	1,69	1,65	1,74	1,76	1,8,0
ΣI	1,84	1,81	1,85	1,85	1,89
OH	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00

* Összes vas FeO-ként mérve.

** H₂O sztöchiometrikus összetételből számolva: OH=4 apfu

IV. melléklet/11. táblázat: Kloritok ásványkémiái elemzési eredményei tömeg%-ban megadva.

	B06	B08	B08	B14	B15	B15
SiO ₂	29,15	26,05	26,89	33,84	29,01	28,86
TiO ₂	0,05	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Al ₂ O ₃	20,55	21,71	20,76	16,79	21,14	21,11
FeO*	15,93	31,84	32,36	15,71	15,73	15,39
MnO	0,29	0,04	0,10	0,08	0,20	0,25
MgO	21,79	8,95	8,56	17,67	21,43	21,86
CaO	0,11	0,15	0,07	2,57	0,10	0,09
Na ₂ O	0,05	0,00	0,05	1,26	0,32	0,28
K ₂ O	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00	0,07
H ₂ O**	12,07	11,20	11,18	12,07	12,09	12,09
Összesen	100,00	100,00	100,00	100,00	100,02	100,00
Ionszámok 18 (O, OH) anionra számolva						
Si	2,90	2,79	2,88	3,36	2,88	2,86
Al ^{IV}	1,10	1,21	1,12	0,64	1,12	1,14
Al ^{VI}	1,30	1,53	1,51	1,33	1,35	1,33
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe ²⁺	1,32	2,85	2,90	1,31	1,31	1,28
Mn	0,02	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02
Mg	3,23	1,43	1,37	2,62	3,17	3,23
Ca	0,01	0,02	0,01	0,27	0,01	0,01
Na	0,01	0,00	0,01	0,24	0,06	0,05
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
ΣX	5,90	5,84	5,81	5,78	5,92	5,94
O	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
OH	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Fe/(Fe+Mg)	0,29	0,67	0,68	0,33	0,29	0,28

* Összes vas FeO-ként mérve.

** H₂O sztöchiometria alapján számolva: OH=8 apfu.

IV. melléklet/12. táblázat: Kékpala kőeszközökből röntgendiffrakciós elemzéssel kimutatott ásványi összetevői csoportonkénti bontásban. 1. csoport: 1-4, 2. csoport: 5-8, 3. csoport: 9-12, 4. csoport: 13, 5. csoport: 14-16. 6. csoport: 17-18. A 19-28-ig számozott oszlopú elemzésekről EDS/SEM elemzés nem készült, így azok nincsenek csoportba sorolva.

	1	2	3	4	5	6	7	8
Minták	<i>B19</i>	<i>B23*</i>	<i>B24*</i>	<i>B25*</i>	<i>B01</i>	<i>B02</i>	<i>B06</i>	<i>B26</i>
Gln	I	I	I	I	I	I	I	I
Win						I		I
Act						I	I	I
Ab	I	I	I	I	I	I	I	I
Ep	I	I	I			I	I	I
Pmp					I			
Chl			I				I	
Ms				I		I		
Ph				I			I	
Ttn	I	I	I	I		I	I	I

IV. melléklet/12. táblázat folytatása

	9	10	11	12	13	14	15
Minták	<i>B08</i>	<i>B16</i>	<i>B18</i>	<i>D23</i>	<i>B13</i>	<i>B07</i>	<i>B14</i>
Gln			I		I	I	I
Fgln	I	I		I		I	I
Win							I
Mg-hb	I				I		
Ab	I	I	I	I	I	I	I
Aug					I	I	
Omp						I	I
Ep		I	I		I	I	I
Czo	I						
Alm	I	I	I				
Chl					I		I
Ph			I				I
Phl					I		
Ms							I
Ttn	I	I	I	I	I		I
Qtz	I			I			

IV. melléklet/12. táblázat folytatása

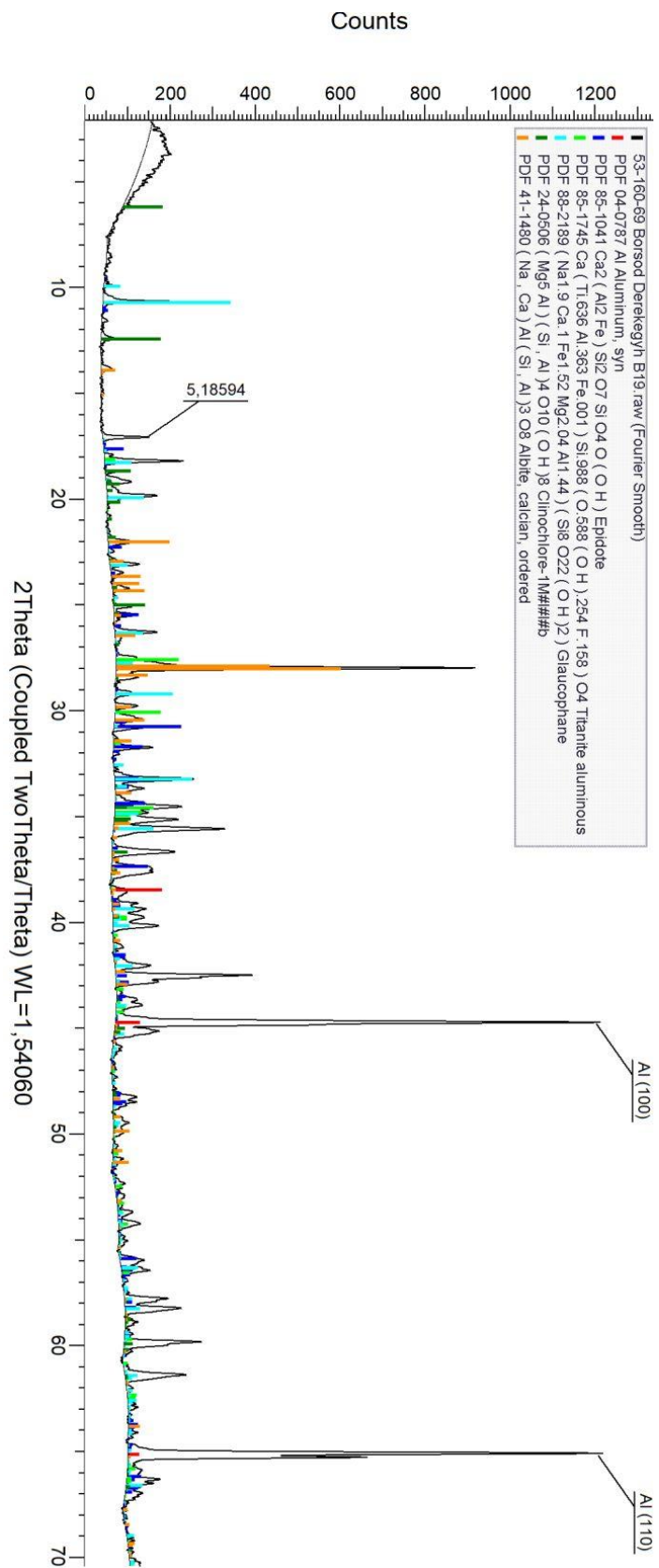
	16	17	18	19	20	21	22	23
Minták	B15	C07	D14	B27	B28	B29	B30	B31
Gln	I	I	I	I	I	I		I
Fgln		I					I	
Win	I		I					
Mg-hb			I					
Act			I					
Aug		I			I		I	
Agt		I	I					
Omp	I	I						
Ab	I	I	I	I	I	I	I	I
Ep		I	I			I		I
Czo		I	I	I	I		I	
Pmp							I	
Chl	I	I						I
Qtz	I			I	I			
Ph	I	I	I			I		I
Ttn	I	I	I	I	I	I	I	I
Ccp		I						

IV. melléklet/12. táblázat folytatása

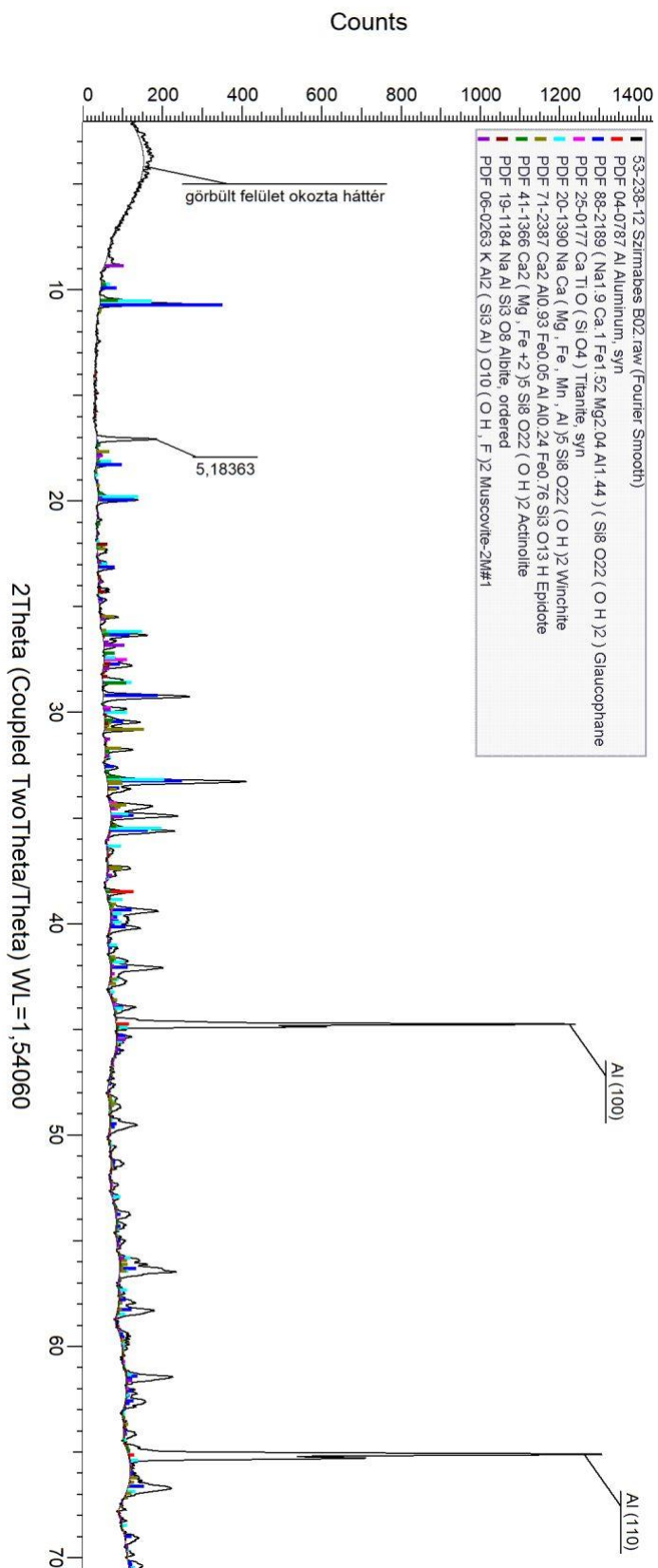
	24	25	26	27	28
Minták	B32	B33	B34	B35	B37
Gln	I	I		I	I
Fgln		I	I		
Act				I	
Aug		I			
Omp		I		I	I
Ab	I	I	I	I	I
Ep		I			
Chl	I	I	I		
Ttn	I	I	I	I	I

IV. melléklet/13. táblázat: Fő ásványi összetevők a kékpala kőeszközök hat csoportjában EDS/SEM alapján. (A leggyakoribb ásványok vastag betűvel szedve).

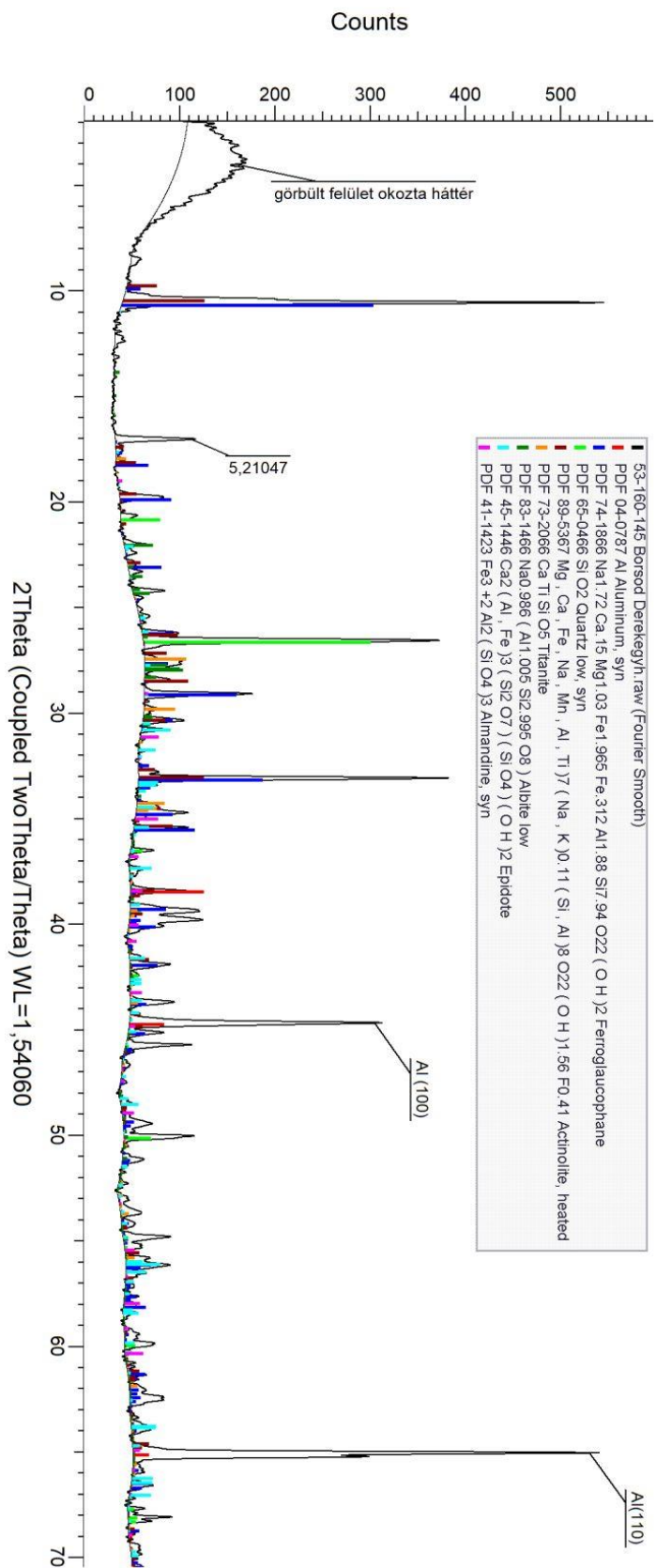
Csoportok	Gln-Fgln	Win	Act	Hbl	Aug	Na-px	Grt	Ab	Más ásványok
1	+							+	Ep-Czo/Pmp, Ttn, Ph, Chl, Qtz
2	+	(+)	(+)	(+)				+	Ep-Czo, Ttn, Ph, Chl
3	+						+	+	Ep-Czo, Ttn, Ph, Chl, Ap Qtz, Cal
4	+			+	+			+	Ep-Czo, Ttn, Ph
5	+	(+)			(+)	+		+	Ep-Czo, Ttn, Ph, Ap
6	+	(+)	(+)	(+)	(+)	+		+	Ep-Czo, Ttn, Ph, Chl



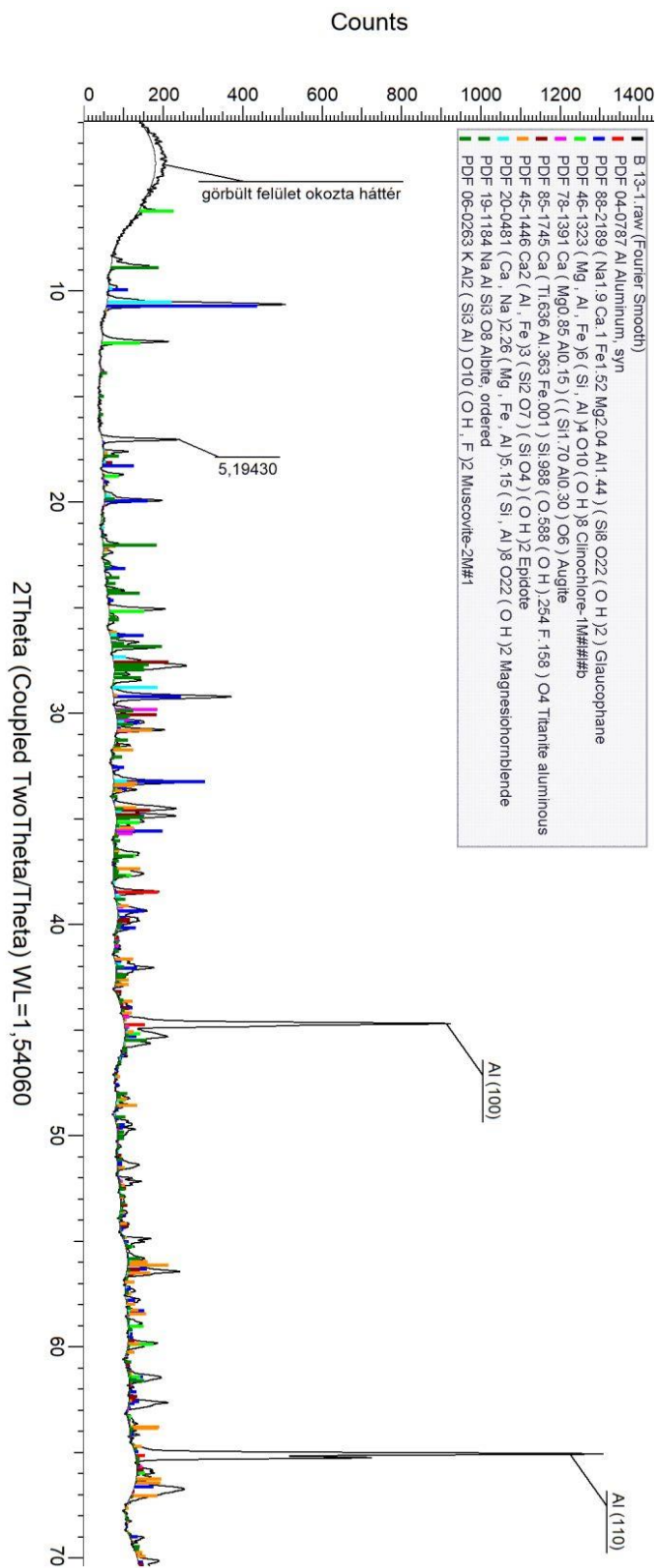
IV. melléklet/1. ábra: B19 jelű köbalt XRD felvétele.



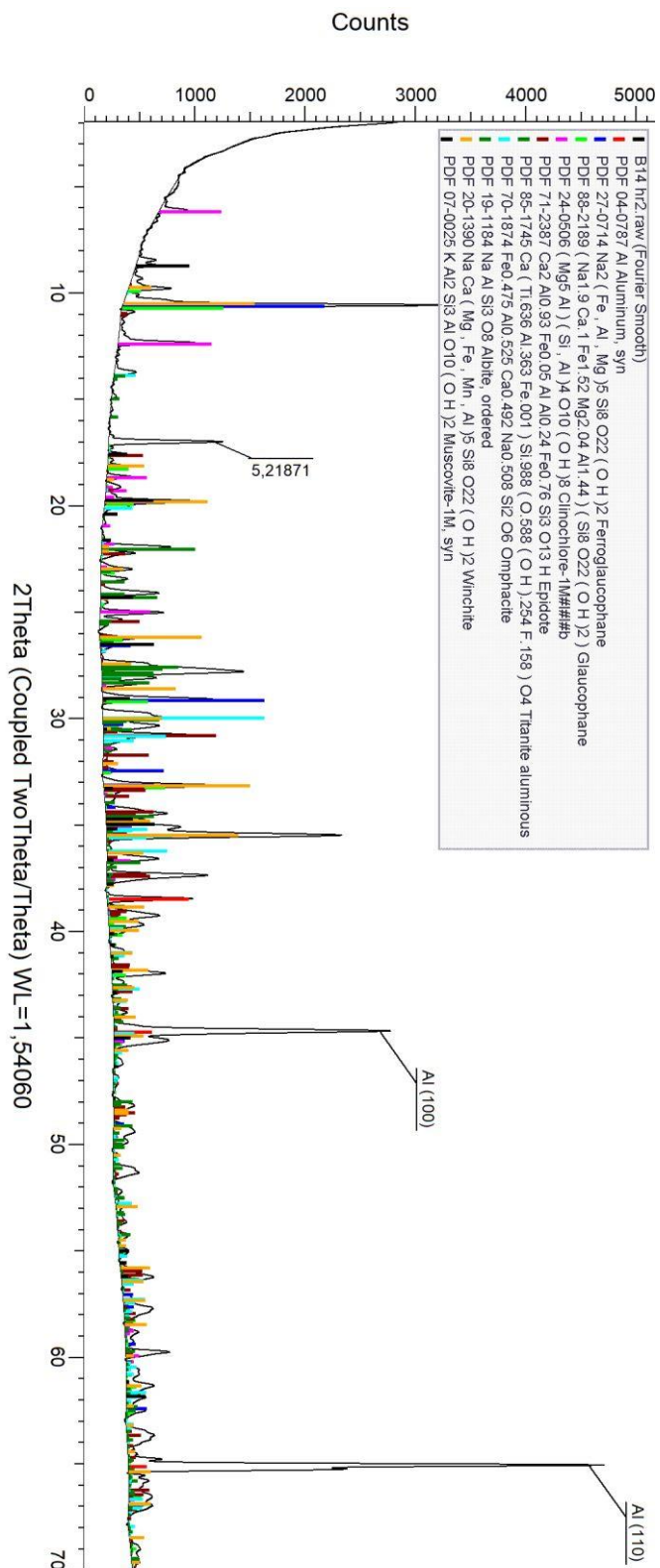
IV. melléklet/2. ábra: B02 jelű kőbaltá XRD felvétele.



IV. melléklet/3. ábra: B16 jelű kőbalt XRD felvétele.



IV. melléklet/4. ábra: B13 jelű kőbaltá XRD felvétele.



IV. melléklet/5. ábra: B14 jelű kőbaltá XRD felvétele.

V. melléklet/1. táblázat: Kékpala-zöldpala kőeszközök teljes kőzetkémia (PGAA) eredményei. A főelemek tömeg%-ban, a nyomelemek ppm-ben vannak megadva. (Rövidítés: <D.L.: detektálási határ alatt.).

Minta	D06	D10	D16	53.893.1
SiO₂	48,00	47,72	48,17	48,00
TiO₂	0,95	0,99	0,93	1,00
Al₂O₃	16,10	15,07	15,68	15,20
Fe₂O₃*	11,00	11,04	11,36	10,70
MnO	0,22	0,25	0,25	0,17
MgO	7,40	7,60	6,75	7,30
CaO	10,60	9,57	9,97	10,30
Na₂O	1,15	3,46	2,72	3,30
K₂O	0,04	0,19	0,23	0,18
H₂O	4,19	3,97	3,84	3,40
Összesen	99,84	99,89	99,89	99,84
B	6	<D.L.	<D.L.	5
Cl	186	<D.L.	<D.L.	45
Sc	31	<D.L.	<D.L.	38
V	320	<D.L.	<D.L.	280
Nd	37	<D.L.	<D.L.	100
Sm	1	<D.L.	<D.L.	1
Gd	3	<D.L.	<D.L.	2

* Összes vas Fe₂O₃-ként mérve.

V. melléklet/2. táblázat: Amfibolok ásványkémiái elemzései tömeg%-ban megadva.

	D06 Act	D06 Mg-hb	D06 Win	D10 Act	D10 Gln	D10 Gln	D10 F-win
SiO ₂	57,27	55,54	50,74	56,52	56,26	56,26	56,19
TiO ₂	0,06	0,08	0,16	0,00	0,03	0,03	0,05
Al ₂ O ₃	1,17	3,82	9,77	1,07	1,16	1,16	1,23
MnO	0,12	0,17	0,09	0,12	0,12	0,12	0,22
FeO*	8,60	8,68	8,77	10,25	10,10	10,10	12,91
Fe ₂ O ₃ *	0,86	0,76	1,89	0,20	0,37	0,37	2,11
MgO	18,41	17,15	14,12	17,62	17,57	17,57	14,18
CaO	10,24	10,33	9,39	11,52	11,70	11,70	9,08
Na ₂ O	1,15	1,31	2,84	0,60	0,58	0,58	1,93
K ₂ O	0,02	0,07	0,16	0,03	0,04	0,04	0,06
H ₂ O**	2,09	2,09	2,07	2,08	2,08	2,08	2,04
Összesen	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Kationszámok 23 oxigénre							
Si	8,01	7,78	7,18	7,97	7,96	7,99	8,04
Al	0,00	0,22	0,82	0,03	0,05	0,01	0,00
ΣT	8,01	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,04
Ti	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01
Al	0,19	0,41	0,81	0,15	1,73	0,92	0,21
Fe ³⁺	0,09	0,08	0,20	0,02	0,09	0,59	0,23
Mn ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
Fe ²⁺	0,87	0,92	0,99	1,12	1,11	1,04	1,54
Mg	3,84	3,58	2,98	3,71	2,06	2,43	3,03
ΣC	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Mn ²⁺	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,00	0,03
Fe ²⁺	0,13	0,10	0,05	0,09	0,02	0,00	0,01
Ca	1,53	1,55	1,42	1,74	0,14	0,50	1,39
Na	0,31	0,33	0,52	0,16	1,82	1,50	0,56
ΣB	1,99	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,96
Na	0,00	0,03	0,26	0,01	0,03	0,00	0,00
K	0,00	0,01	0,03	0,01	0,01	0,00	0,01
ΣA	0,00	0,04	0,29	0,02	0,04	0,00	0,01

* Összes vas FeO-ként mérve. FeO/Fe₂O₃ arány az ACES Excel táblázat alapján számolva (Locock (2014) után).

** H₂O sztöchiometrikus összetételből számolva: OH=2 apfu

VI. melléklet/1. táblázat: Amfibolit kőeszközökön elvégzett különböző vizsgálatok és a kőeszközök régészeti tipologizálása. (Rövidítések: I: igen, N: nem, n.a.: nincs róla adat).

Minta	Leltári-szám	Régészeti lelőhely	EDS/SEM	PGAA	XRD	MS	Régészeti tipológia	Kor	Kultúra
B04	70.1.23	Szerencs-Taktaföldvár	I	I	N	0,73	Laposbalta	Késő neolitikum	Tisza
B05	70.1.24	Szerencs-Taktaföldvár	I	I	N	0,63	Laposbalta	Késő neolitikum	Tisza
B12	74.44.15	Szerencs-Taktaföldvár	I	I	I	6,47	Laposbalta	Késő neolitikum	Tisza
C02	53.206.3	Tiszadorogma	I	I	I	10,51	Laposbalta	Középső neolitikum	AVK
D02	70.1.149	Szerencs-Taktaföldvár	I	I	N	0,52	Laposbalta	Késő neolitikum	Tisza
D04	58.42.2	Fancsal-kert	I	I	N	46,8	Laposbalta	Neolitikum	Szórványelet
D05	leltározatlan	Lidl Hejőkürt 2mh. S2106 2005. 06. 14.	I	I	I	1,69	Laposbalta	Középső neolitikum	AVK
D08	53.238.5	Szirmabesenyő és környéke	I	I	N	17,17	Laposbalta	Középső neolitikum	Bükk AB, AVK
D12	53.248.1	Ismeretlen	I	I	N	n.a.	Laposbalta	Neolitikum	Szórványelet
D13	53.250.1	Bereg-megye	I	N	N	0,68	Laposbalta	Neolitikum	Szórványelet
D15	53.208.1	Emőd, Vaskópuszta	I	I	N	0,62	Laposbalta	Neolitikum	Szórványelet
D17	74.44.11	Szerencs-Taktaföldvár	I	I	N	0,39	Laposbalta	Késő neolitikum	Tisza
D18	leltározatlan	Miskolc Aldi2 S153 2009. 09. 11.	I	I	N	24,33	Laposbalta	Középső neolitikum	AVK, Bükk
D21	53.160.20	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	I	I	N	8,52	Kaptafa alakú balta	Középső neolitikum	Bükk AB, B-C
D22	53.119.1	Meszes, Karola-dűlő	I	I	I	2,67	Laposbalta	Neolitikum	Szórvány-elet
D30*	53.160.11	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	I	I	I	1,69	Laposbalta	Középső neolitikum	Bükk AB, B-C
D31*	53.160.31a	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	I	N	I	1,44	Laposbalta	Középső neolitikum	Bükk AB, B-C

Minta	Leltári-szám	Régészeti lelőhely	EDS/SEM	PGAA	XRD	MS	Régészeti tipológia	Kor	Kultúra
D32*	53.160.31b	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	I	I	I	0,31	Kaptafa alakú balta	Középső neolitikum	Bükk AB, B-C
D33*	53.160.150	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	I	I	N	29,62	Laposbalta	Középső neolitikum	Bükk AB, B-C
D34*	53.229.1	Muhi, Bala-halom	I	I	N	n.a.	Laposbalta	Neolitikum	Szörvány-lelet
D35	70.1.206	Szerencs-Taktaföldvár	N	I	I	0,38	Balta-töredék	Késő neolitikum	Tisza
D38	67.12.1	Egerlövő	N	I	I	0,49	Átfűrt nyéllyukas kőbalta	Neolitikum	Szörvány-lelet
D39	67.13.2	Tolcsva környéke	N	I	I	n.a.	Kaptafa alakú balta	Neolitikum	Szörvány-lelet
D40	53.187.3b	Hangács, Ludas-dűlő	N	I	I	1,79	Átfűrt nyéllyukas balta	Neolitikum	Szörványlelet
D41	74.44.14	Szerencs-Taktaföldvár	N	I	I	n.a.	Laposbalta	Késő neolitikum	Tisza
D45*	72.11.303	Tiszavalk, Kenderföldek	I	N	I	0,85	Laposbalta	Középső neolitikum	AVK
D47*	75.25.20	Ismeretlen	I	N	N	0,61	Laposbalta	Neolitikum	Szörvány-lelet
D48*	53.206.2	Tiszadorogma	I	N	N	0,56	Nyelv-alakú balta	Középső neolitikum	AVK

VI. melléklet/2. táblázat: Amfibolit kőeszközök kőzetkémiai (PGAA) eredményei. A főelemek tömeg%-ban, a nyomelemek ppm-ben vannak megadva. (Rövidítés: <D.L.: detektálási határ alatt.).

Minta	B04	B05	B12	C02	D02	D04	D05	D08	D12	D15	D17	D18
SiO ₂	54,18	50,39	47,77	47,85	47,00	49,00	50,00	50,00	50,00	47,00	59,00	52,00
TiO ₂	0,46	2,28	2,29	2,63	1,61	1,53	1,92	1,48	3,70	1,29	1,07	1,70
Al ₂ O ₃	13,58	16,11	14,36	15,04	13,00	13,50	15,50	13,60	13,00	15,00	17,80	13,90
Fe ₂ O ₃ *	10,07	12,53	12,71	13,13	11,70	12,40	9,60	12,30	13,20	10,70	5,40	11,20
MnO	0,21	0,17	0,18	0,24	0,23	0,21	0,23	0,26	0,18	0,28	0,10	0,17
MgO	5,76	5,47	7,06	4,95	7,40	3,50	6,30	7,90	5,60	7,80	3,00	6,90
CaO	7,48	4,74	8,30	9,32	13,10	11,80	10,90	12,10	9,80	14,90	7,20	8,80
Na ₂ O	4,12	4,70	3,52	3,50	1,30	1,30	2,27	1,53	2,50	0,73	2,97	3,15
K ₂ O	1,04	0,38	1,47	0,86	0,13	0,18	0,25	0,12	<D.L.	0,19	1,17	0,24
H ₂ O	1,59	3,16	2,22	2,27	1,69	1,72	1,59	1,62	1,21	1,63	2,24	1,30
SO ₃	1,38	<D.L.	<D.L.	<D.L.	2,60	1,22	1,72	0,43	0,48	<D.L.	<D.L.	0,41
Összesen	99,90	99,92	99,89	99,76	99,76	96,36	100,28	101,34	99,67	99,52	99,95	99,77
B	10	1	2	1	6	3	4	3	2	12	20	3
Cl	407	305	689	798	196	200	220	290	23	270	105	180
Sc	<D.L.	39	<D.L.	65	53	40	101	51	<D.L.	29	23	12
V	134	234	185	409	480	310	670	340	390	170	160	230
Cr	<D.L.	<D.L.	<D.L.	506	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.
Co	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.
Nd	<D.L.	<D.L.	29	<D.L.	15	<D.L.	21	33	34	21	22	17
Sm	1	4	4	5	2	2	3	2	6	2	3	5
Gd	2	6	5	7	4	4	5	4	7	3	4	7

* Összes vas Fe₂O₃-ként mérve.

VI. melléklet/2. táblázat folytatása

Minta	D21	D22	D30	D32	D33	D34	D35	D38
SiO ₂	47,00	56,00	50,00	49,00	52,80	48,00	46,55	50,00
TiO ₂	1,71	2,60	2,06	1,78	2,19	1,32	1,39	0,82
Al ₂ O ₃	13,60	13,2	15,11	14,80	13,64	13,80	15,78	15,60
Fe ₂ O ₃ *	11,40	12,6	11,10	10,20	11,75	11,10	11,85	9,70
MnO	0,19	0,17	0,17	0,19	0,20	0,20	0,22	0,10
MgO	7,30	3,30	7,60	6,50	5,90	7,40	8,94	6,60
CaO	10,30	5,80	7,40	12,70	7,77	14,70	9,96	12,40
Na ₂ O	1,63	1,49	4,30	1,87	3,76	1,78	2,84	2,20
K ₂ O	0,16	1,79	0,33	0,16	0,42	0,25	0,44	0,28
H ₂ O	1,59	2,62	1,68	1,67	0,97	1,66	1,94	1,89
SO ₃	5,00	<D.L.	0,64	1,28	0,53	<D.L.	<D.L.	<D.L.
Összesen	99,88	99,57	100,38	100,15	99,93	100,21	99,93	99,59
B	4	16	3	3	4	6	5	6
Cl	200	64	42	250	190	0	<D.L.	510
Sc	47	23	<D.L.	65	<D.L.	<D.L.	46	19
V	410	350	360	490	268	360	336	250
Cr	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.
Co	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.
Nd	14	45	32	19	<D.L.	80	<D.L.	230
Sm	3	6	4	3	7	2	3	1
Gd	4	8	7	5	10	4	5	2

VI. melléklet/2. táblázat folytatása

Minta	D39	D40	D41
SiO ₂	52,00	47,00	51,00
TiO ₂	1,10	2,50	2,12
Al ₂ O ₃	11,20	12,90	15,30
Fe ₂ O ₃ *	12,50	12,60	10,90
MnO	0,34	0,39	0,19
MgO	7,10	6,20	4,20
CaO	13,00	11,20	9,20
Na ₂ O	0,81	2,05	3,90
K ₂ O	0,40	0,31	0,82
H ₂ O	1,49	2,21	2,30
SO ₃	0,31	2,70	<D.L.
Összesen	100,25	100,06	99,93
B	4	7	2
Cl	570	290	690
Sc	9	44	21
V	310	430	270
Cr	<D.L.	<D.L.	<D.L.
Co	<D.L.	<D.L.	<D.L.
Nd	20	16	30
Sm	2	4	3
Gd	3	5	4

VI. melléklet/3. táblázat: Fő közetalkotó ásványok az amfibolit kőeszközökben.

Minta	Amfibol		Plagioklász		Kfs	Bi	Ep/Czo	Cpx
1. csoport	mag	szegély	Plg1 (mag)	Plg2 (szegély)				
D05	Act; Mg-hb	Mg-hb; Tsch	Lab	And				
D12	Act	Mg-hb	Ab	And				
D13	Act	Mg-hb	Lab	And				
D30	Mg-hb	Tsch; Prg	Ab	Olg				
D31	Act; Mg-hb	Tsch; Prg	And, Olg	And, Olg				
D33	Act	Mg-hb; Mg-f-hb	Ab	Olg			X	
2. csoport								
2a alcsoport								
B12	Sdg; Fsdg; Prg; Fe2-prg	Mg-hb; Act	And	Ab			X	
D02	Mg-hb; Fhb	Act; Fact	Lab, And, Olg	Ab			X	
D04	Mg-hb	Mg-hb	Lab, And	Lab, And			X	
D08	Mg-hb; Mg-f-hb; Fe2-fts; Fe3-Ts	Act	Lab, And	Lab, And			X	
D18	Mg-hb	Act	Lab, And, Olg	Ab				
D21	Mg-f-hb	Mg-f-hb	Byt, And	Ab				
D32	Mg-hb	Act	And, Olg	Ab				
D47	Mg-hb; Prg; Fe2-prg	Act	And	Ab			X	
2b alcsoport								
B04	Mg-hb	Act	And, Olg	Ab	X			
B05	Mg-hb	Act; Fact	Lab, And	Ab	X			
C02	Fhb, Mg-hb	Fhb, Act	Byt	And, Olg	X	X		
D48	Fe2-prg, Mg-hb	Fe2-prg, Mg-hb	And, Lab	And, Lab	X		X	
2c alcsoport								

Minta	Amfibol		Plagioklász		Kfs	Bi	Ep/Czo	Cpx
D15	Mg-hb	Act	Byt, Lab	And		X	X	X
D34	Mg-hb	Mg-hb; Act	And	Ab				X
D45	Fhb	Act	Lab; And	Lab; And				X
2d alcsoport								
D17	Fe2-prg; Mg-hb	Mg-hb; Act	And, Olg	Ab		X	X	
3 csoport								
D22	Ffsdg	Ffsdg	Ab	And				

VI/4. táblázat: Amfibolok ásványkémiái elemzési eredményei tömeg%-ban megadva (1. csoport).

	1	2	3	4	5	6	7	8
Minta	D05	D30	D30	D31	D30	D30	D31	D31
SiO ₂	47,83	45,05	45,71	44,21	44,32	44,45	43,47	43,48
TiO ₂	0,16	0,35	0,30	0,26	0,30	0,40	0,45	0,50
Al ₂ O ₃	15,60	15,68	15,09	16,54	13,94	13,45	16,53	14,88
MnO	0,23	0,00	0,00	0,11	0,05	0,00	0,10	0,19
FeO*	12,60	9,14	9,12	10,40	12,34	14,51	11,44	12,54
Fe ₂ O ₃ *	0,00	3,66	4,04	2,93	2,10	0,00	1,45	1,60
MgO	8,80	12,21	11,56	10,65	11,48	11,62	10,91	10,98
CaO	10,80	8,82	9,16	10,28	11,15	11,29	10,88	11,63
Na ₂ O	1,64	2,76	2,63	2,34	2,06	1,97	2,58	1,88
K ₂ O	0,32	0,28	0,34	0,25	0,24	0,29	0,17	0,31
H ₂ O**	2,05	2,04	2,04	2,03	2,00	2,01	2,03	2,01
Összesen	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Kationszámok 23 oxigénre								
Si	6,85	6,45	6,55	6,38	6,46	6,48	6,30	6,36
Al	1,15	1,55	1,45	1,62	1,54	1,52	1,70	1,64
ΣT	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Ti	0,02	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06
Al	1,48	1,10	1,10	1,19	0,86	0,79	1,13	0,92
Fe ³⁺	0,00	0,40	0,44	0,32	0,23	0,23	0,16	0,18
Mn ²⁺	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe ²⁺	1,51	0,87	0,97	1,18	1,38	1,40	1,31	1,46
Mg	1,88	2,61	2,47	2,29	2,50	2,53	2,36	2,39
ΣC	4,91	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Mn ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02
Fe ²⁺	0,00	0,23	0,13	0,08	0,13	0,13	0,08	0,08
Ca	1,66	1,35	1,41	1,59	1,74	1,76	1,69	1,82
Na	0,34	0,42	0,47	0,32	0,13	0,10	0,22	0,08
ΣB	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Na	0,11	0,35	0,26	0,34	0,46	0,45	0,51	0,46
K	0,06	0,05	0,06	0,05	0,05	0,06	0,03	0,06
ΣA	0,17	0,40	0,33	0,38	0,50	0,51	0,54	0,51
Fajnevek	Tsch	Tsch	Tsch	Tsch	Prg	Prg	Prg	Prg

* Összes vas FeO-ként mérve. FeO/Fe₂O₃ arány az ACES Excel táblázat alapján számolva (Locock (2014) után).

** H₂O sztöchiometrikus összetételből számolva: OH=2 apfu

VI/4. táblázat folytatása

No.	9	10	11	12	13	14	15
Minta	D05	D05	D05	D12	D12	D13	D13
SiO ₂	51,86	50,10	51,99	48,05	45,61	46,12	49,49
TiO ₂	0,22	0,14	0,23	0,33	0,27	0,23	0,25
Al ₂ O ₃	6,31	8,67	5,47	9,79	13,39	13,04	9,36
MnO	0,37	0,22	0,31	0,19	0,22	0,16	0,14
FeO*	13,24	11,18	13,67	15,09	15,44	13,92	13,04
Fe ₂ O ₃ *	0,24	1,40	0,59	2,16	1,93	2,60	1,33
MgO	13,89	13,68	13,50	10,18	8,60	9,76	12,42
CaO	11,50	12,05	11,79	11,30	11,32	11,11	11,22
Na ₂ O	0,25	0,40	0,33	0,81	1,04	0,87	0,60
K ₂ O	0,10	0,12	0,08	0,10	0,20	0,18	0,12
H ₂ O**	2,05	2,04	2,04	2,00	2,00	2,01	2,04
Összesen	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Kationszámok 23 oxigénre							
Si	7,45	7,17	7,50	7,03	6,70	6,72	7,13
Al	0,55	0,83	0,50	0,97	1,30	1,28	0,87
ΣT	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Ti	0,02	0,02	0,02	0,04	0,03	0,03	0,03
Al	0,51	0,64	0,43	0,72	1,01	0,96	0,72
Fe ³⁺	0,03	0,15	0,06	0,24	0,21	0,29	0,14
Mn ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe ²⁺	1,46	1,28	1,58	1,79	1,86	1,60	1,44
Mg	2,97	2,92	2,90	2,22	1,88	2,12	2,67
ΣC	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Mn ²⁺	0,05	0,03	0,04	0,02	0,03	0,02	0,02
Fe ²⁺	0,13	0,06	0,07	0,05	0,03	0,09	0,13
Ca	1,77	1,85	1,82	1,77	1,78	1,74	1,73
Na	0,06	0,06	0,07	0,15	0,16	0,15	0,12
ΣB	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Na	0,01	0,05	0,02	0,08	0,14	0,09	0,05
K	0,02	0,02	0,01	0,02	0,04	0,03	0,02
ΣA	0,03	0,07	0,04	0,10	0,17	0,13	0,07
<i>Fajnevek</i>	<i>Mg-hb</i>	<i>Mg-hb</i>	<i>Mg-hb</i>	<i>Mg-hb</i>	<i>Mg-hb</i>	<i>Mg-hb</i>	<i>Mg-hb</i>

VI. melléklet/4. táblázat folytatása

No.	16	17	18	19	20	21	22
Minta	D30	D30	D31	D05	D12	D13	D31
SiO ₂	44,79	52,41	44,09	53,60	55,85	56,02	55,26
TiO ₂	0,47	0,17	0,66	0,09	0,05	0,05	0,10
Al ₂ O ₃	14,66	5,90	13,10	2,94	0,83	1,41	2,66
MnO	0,00	0,00	0,21	0,64	0,24	0,18	0,12
FeO*	10,50	5,82	12,27	16,28	12,96	12,09	8,76
Fe ₂ O ₃ *	2,75	3,61	2,70	0,00	0,00	0,00	0,49
MgO	12,07	17,74	11,00	12,71	15,86	16,48	18,30
CaO	9,98	10,70	12,36	11,56	11,98	11,61	11,85
Na ₂ O	2,51	1,42	1,40	0,13	0,15	0,07	0,32
K ₂ O	0,22	0,16	0,21	0,04	0,03	0,03	0,06
H ₂ O**	2,03	2,08	2,00	2,02	2,06	2,07	2,08
Összesen	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Kationszámok 23 oxigénre							
Si	6,46	7,36	6,46	7,79	7,98	7,96	7,77
Al	1,54	0,64	1,54	0,21	0,02	0,04	0,24
ΣT	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Ti	0,05	0,02	0,07	0,01	0,01	0,01	0,01
Al	0,96	0,33	0,72	0,30	0,12	0,19	0,21
Fe ³⁺	0,30	0,38	0,30	0,00	0,00	0,00	0,05
Mn ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe ²⁺	1,10	0,56	1,50	1,94	1,49	1,31	0,90
Mg	2,60	3,71	2,40	2,76	3,38	3,49	3,83
ΣC	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Mn ²⁺	0,00	0,00	0,03	0,08	0,03	0,02	0,01
Fe ²⁺	0,17	0,13	0,00	0,04	0,06	0,12	0,13
Ca	1,54	1,61	1,94	1,80	1,83	1,77	1,78
Na	0,28	0,26	0,03	0,04	0,04	0,02	0,07
ΣB	2,00	2,00	2,00	1,96	1,96	1,93	2,00
Na	0,42	0,13	0,37	0,00	0,00	0,00	0,02
K	0,04	0,03	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01
ΣA	0,46	0,15	0,40	0,01	0,01	0,01	0,03
<i>Fajnevek</i>	<i>Mg-hb</i>	<i>Mg-f-hb</i>	<i>Mg-hb</i>	<i>Act</i>	<i>Act</i>	<i>Act</i>	<i>Act</i>

VI. melléklet/5. táblázat: Amfibolok ásványkémiai elemzési eredményei (2. csoport) tömeg%-ban megadva.

No.	1	2	3	4	5	6	7
Minta	<i>B12-20</i>	<i>B12-26</i>	<i>B12-31</i>	<i>B12-20</i>	<i>B12-16</i>	<i>B12-17</i>	<i>D17-18</i>
SiO ₂	40,72	40,73	40,35	40,72	41,49	42,34	42,46
TiO ₂	0,06	0,45	0,00	0,06	0,16	0,05	0,06
Al ₂ O ₃	19,68	19,07	19,86	19,68	18,06	17,14	15,56
MnO	0,00	0,00	0,05	0,00	0,06	0,00	0,26
FeO*	15,01	14,10	14,00	15,01	14,09	14,33	15,92
Fe ₂ O ₃ *	1,55	1,66	1,69	1,55	1,70	1,52	1,44
MgO	7,48	8,35	8,21	7,48	8,77	8,96	8,47
CaO	11,12	10,90	11,00	11,12	11,15	10,92	11,20
Na ₂ O	2,29	2,60	2,68	2,29	2,30	2,59	2,30
K ₂ O	0,11	0,15	0,17	0,11	0,23	0,15	0,35
H ₂ O**	1,99	2,00	2,00	1,99	2,00	2,00	1,98
Összesen	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Kationszámok 23 oxigénre							
Si	6,01	6,00	5,94	6,01	6,11	6,23	6,31
Al	2,00	2,01	2,06	2,00	1,89	1,78	1,69
ΣT	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Ti	0,01	0,05	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01
Al	1,42	1,30	1,39	1,42	1,24	1,20	1,04
Fe ³⁺	0,17	0,18	0,19	0,17	0,19	0,17	0,16
Mn ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe ²⁺	1,75	1,63	1,62	1,75	1,63	1,67	1,92
Mg	1,65	1,83	1,80	1,65	1,92	1,97	1,88
ΣC	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Mn ²⁺	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,03
Fe ²⁺	0,10	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,06
Ca	1,76	1,72	1,74	1,76	1,76	1,72	1,78
Na	0,14	0,18	0,16	0,14	0,13	0,18	0,13
ΣB	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Na	0,51	0,57	0,61	0,51	0,52	0,56	0,54
K	0,02	0,03	0,03	0,02	0,04	0,03	0,07
ΣA	0,53	0,60	0,64	0,53	0,57	0,58	0,60
<i>Fajnevek</i>	<i>Fsdg</i>	<i>Sdg</i>	<i>Sdg</i>	<i>Fsdg</i>	<i>Prg</i>	<i>Prg</i>	<i>Fe2-prg</i>

* Összes vas FeO-ként mérve. FeO/Fe₂O₃ arány az ACES Excel táblázat alapján számolva (Locock (2014) után).

** H₂O sztöchiometrikus összetételből számolva: OH=2 apfu

VI. melléklet/5. táblázat folytatása

No.	8	9	10	11	12	13	11
Minta	D47-21	D47-22	D47-23	D08-5	C02-25	B05-42	D08-5
SiO ₂	39,99	39,48	39,90	40,24	49,72	49,65	40,24
TiO ₂	0,60	0,44	0,44	0,00	0,00	0,13	0,00
Al ₂ O ₃	17,52	18,23	18,68	14,28	5,99	8,83	14,28
MnO	0,39	0,45	0,42	0,20	0,14	0,00	0,20
FeO*	16,30	16,72	16,17	18,48	22,82	12,01	18,48
Fe ₂ O ₃ *	0,96	1,25	0,74	10,07	0,03	2,50	10,07
MgO	7,75	7,20	7,16	6,73	7,45	12,81	6,73
CaO	10,15	9,99	9,92	7,52	11,64	11,03	7,52
Na ₂ O	3,31	3,20	3,48	0,25	0,13	0,97	0,25
K ₂ O	1,07	1,08	1,10	0,23	0,14	0,04	0,23
H ₂ O**	1,96	1,95	1,97	1,91	1,95	2,03	1,91
Összesen	100,00	100,00	100,00	99,91	100,00	100,00	99,91
Kationszámok 23 oxigénre							
Si	6,03	5,98	6,00	6,12	7,47	7,14	6,12
Al	1,97	2,02	2,00	1,88	0,53	0,86	1,88
ΣT	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Ti	0,07	0,05	0,05	0,00	0,00	0,01	0,00
Al	1,15	1,23	1,31	0,68	0,53	0,64	0,68
Fe ³⁺	0,11	0,14	0,08	1,15	0,00	0,27	1,15
Mn ²⁺	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe ²⁺	1,93	1,95	1,95	1,64	2,79	1,33	1,64
Mg	1,74	1,63	1,61	1,53	1,67	2,75	1,53
ΣC	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Mn ²⁺	0,05	0,06	0,05	0,03	0,02	0,00	0,03
Fe ²⁺	0,01	0,02	0,00	0,71	0,07	0,12	0,71
Ca	1,64	1,62	1,60	1,23	1,87	1,70	1,23
Na	0,30	0,30	0,36	0,04	0,04	0,18	0,04
ΣB	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Na	0,67	0,64	0,66	0,04	0,00	0,09	0,04
K	0,21	0,21	0,21	0,05	0,03	0,01	0,05
ΣA	0,88	0,85	0,87	0,08	0,03	0,10	0,08
<i>Fajnevek</i>	<i>Fe2-prg</i>	<i>Fe2-prg</i>	<i>Fe2-prg</i>	<i>Fe2-fts</i>	<i>Fhb</i>	<i>Mg-hb</i>	<i>Fe2-fts</i>

VI. melléklet/5. táblázat folytatása

No.	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Minta	C02-25	B05-42	D08-29	D15-4	D17-44	C02-11	B05-27	D08-30	D15-2
SiO ₂	49,72	49,65	47,48	47,19	52,80	50,94	52,89	53,51	52,82
TiO ₂	0,00	0,13	0,08	0,03	0,08	0,03	0,07	0,11	0,00
Al ₂ O ₃	5,99	8,83	10,88	12,12	5,07	4,87	4,12	4,66	5,06
MnO	0,14	0,00	0,28	0,09	0,32	0,26	0,00	0,27	0,16
FeO*	22,82	12,01	10,46	12,51	14,10	20,58	17,83	8,99	9,53
Fe ₂ O ₃ *	0,03	2,50	3,82	1,19	1,00	0,12	0,00	1,09	1,42
MgO	7,45	12,81	12,65	11,47	13,18	9,23	11,78	17,05	16,03
CaO	11,64	11,03	11,34	11,64	10,14	11,65	10,83	11,79	12,34
Na ₂ O	0,13	0,97	0,85	1,27	1,11	0,21	0,48	0,41	0,54
K ₂ O	0,14	0,04	0,15	0,47	0,17	0,12	0,00	0,06	0,05
H ₂ O**	1,95	2,03	2,03	2,03	2,04	1,98	2,01	2,07	2,06
Összesen	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Kationszámok 23 oxigénre									
Si	7,47	7,14	6,85	6,83	7,61	7,58	7,71	7,56	7,50
Al	0,53	0,86	1,15	1,17	0,39	0,42	0,29	0,44	0,50
ΣT	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Ti	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00
Al	0,53	0,64	0,69	0,90	0,47	0,43	0,42	0,33	0,35
Fe ³⁺	0,00	0,27	0,41	0,13	0,11	0,01	0,00	0,12	0,15
Mn ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe ²⁺	2,79	1,33	1,17	1,49	1,58	2,51	2,01	0,95	1,11
Mg	1,67	2,75	2,72	2,48	2,83	2,05	2,56	3,59	3,39
ΣC	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Mn ²⁺	0,02	0,00	0,04	0,01	0,04	0,03	0,00	0,03	0,02
Fe ²⁺	0,07	0,12	0,10	0,03	0,12	0,05	0,17	0,11	0,02
Ca	1,87	1,70	1,75	1,81	1,57	1,86	1,69	1,78	1,88
Na	0,04	0,18	0,12	0,16	0,27	0,06	0,14	0,08	0,08
ΣB	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,99	2,00	2,00
Na	0,00	0,09	0,12	0,20	0,04	0,00	0,00	0,04	0,07
K	0,03	0,01	0,03	0,09	0,03	0,02	0,00	0,01	0,01
ΣA	0,03	0,10	0,15	0,29	0,07	0,03	0,00	0,05	0,08
<i>Fajnevek</i>	<i>Fhb</i>	<i>Mg-hb</i>	<i>Mg-hb</i>	<i>Mg-hb</i>	<i>Mg-hb</i>	<i>Fact</i>	<i>Act</i>	<i>Act</i>	<i>Act</i>

VI. melléklet/6. táblázat: D22 jelű kőeszköz (3. csoport) és hastingsit ásványkémiái elemzések (OZDÍN & ROJKOVIČ, 2006) tömeg%-ban megadva.

Minta	D22	D22	D22	D22	D22	D22	Ozdín & Rojkovič, 2006
SiO ₂	35,78	36,64	36,46	36,79	36,34	36,94	38,16
TiO ₂	0,82	1,15	1,03	0,90	0,53	0,71	0,23
Al ₂ O ₃	11,89	11,82	12,42	12,39	13,24	12,67	10,74
MnO	0,13	0,21	0,27	0,19	0,17	0,13	0,14
FeO*	15,22	16,49	15,91	16,20	15,27	15,93	24,33
Fe ₂ O ₃ *	15,55	11,91	12,24	12,16	13,12	12,20	6,93
MgO	5,22	5,55	5,56	5,48	5,43	5,48	2,82
CaO	11,27	12,00	11,90	11,79	11,83	12,03	11,52
Na ₂ O	1,04	1,08	1,10	1,18	1,12	1,01	1,76
K ₂ O	1,25	1,29	1,26	1,08	1,07	1,05	1,28
H ₂ O**	1,84	1,85	1,85	1,85	1,86	1,86	1,65
Összesen	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,55
Kationszámok 23 oxigénre							
Si	5,64	5,76	5,72	5,76	5,68	5,77	6,14
Al	2,21	2,19	2,28	2,24	2,32	2,23	1,86
Ti	0,10	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe ³⁺	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ΣT	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Ti	0,00	0,09	0,12	0,11	0,06	0,08	0,03
Al	0,00	0,00	0,01	0,05	0,12	0,10	0,17
Fe ³⁺	1,80	1,41	1,44	1,43	1,54	1,44	0,84
Mn ²⁺	0,00	0,03	0,04	0,02	0,01	0,02	0,01
Fe ²⁺	1,98	2,17	2,09	2,12	2,00	2,08	3,27
Mg	1,23	1,30	1,30	1,28	1,27	1,28	0,68
ΣC	5,00	4,99	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Mn ²⁺	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01
Fe ²⁺	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	1,90	2,00	2,00	1,98	1,98	2,00	1,99
Na	0,05	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01
ΣB	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Na	0,51	0,57	0,61	0,51	0,52	0,56	0,00
K	0,02	0,03	0,03	0,02	0,04	0,03	0,54
ΣA	0,53	0,60	0,64	0,53	0,57	0,58	0,26
Fajnevek	Fe2- Fe3- Sdq	Fe2- Fe3- Sdq	Fe2- Fe3- Sdq	Fe2- Fe3- Sdq	Fe2- Fe3- Sdq	Fe2- Fe3- Sdq	Hst

* Összes vas FeO-ként mérve. FeO/Fe₂O₃ arány az ACES Excel táblázat alapján számolva (Locock (2014) után).

** H₂O sztöchiometrikus összetételből számolva: OH=2 apfu

VI. melléklet/7. táblázat: Epidotok ásványkémiai elemzési eredményei tömeg%-ban megadva.

No.	1	2	3	4	5	6
Minta	<i>B12</i>	<i>D02</i>	<i>D02</i>	<i>D04</i>	<i>D04</i>	<i>D08</i>
SiO ₂	39,52	39,36	39,32	39,13	39,15	38,44
TiO ₂	0,00	0,07	0,46	0,04	0,00	0,00
Al ₂ O ₃	25,43	26,82	28,95	27,05	29,63	23,82
Fe ₂ O ₃ *	11,04	10,10	7,22	9,52	6,54	13,53
MnO	0,00	0,00	0,09	0,07	0,00	0,10
MgO	0,37	0,09	0,07	0,27	0,30	0,17
CaO	21,46	21,54	21,86	21,79	22,25	21,92
Na ₂ O	0,18	0,00	0,00	0,14	0,14	0,06
K ₂ O	0,07	0,10	0,09	0,06	0,05	0,06
H ₂ O**	1,92	1,92	1,94	1,92	1,94	1,90
Összesen	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Kationszámok 12,5 oxigénre						
Si	3,08	3,06	3,03	3,01	3,01	3,04
ΣT	3,08	3,06	3,03	3,01	3,01	3,04
Ti	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
Al	2,34	2,46	2,63	2,45	2,69	2,22
Fe ³⁺	0,65	0,59	0,42	0,55	0,38	0,80
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ΣM	2,99	3,05	3,08	3,00	3,07	3,02
Mn ²⁺	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
Mg	0,04	0,01	0,01	0,03	0,03	0,02
Ca	1,79	1,79	1,80	1,80	1,83	1,86
Na	0,03	0,00	0,00	0,02	0,02	0,01
K	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01
ΣA	1,87	1,81	1,83	1,86	1,88	1,91
Fajnevek	<i>Ep</i>	<i>Ep</i>	<i>Czo</i>	<i>Ep</i>	<i>Czo</i>	<i>Ep</i>

* Összes vas Fe₂O₃-ként mérve.

** H₂O sztöchiometrikus összetételből számolva: OH = 1 *apfu*.

VI. melléklet/8. táblázat: Biotitok ásványkémiai elemzési eredményei tömeg%-ban megadva.

No.	1	2	3	4
Minta	<i>D15</i>	<i>D17</i>	<i>D17</i>	<i>D17</i>
SiO ₂	39,72	38,09	39,79	39,06
TiO ₂	0,17	0,22	0,15	0,15
Al ₂ O ₃	16,42	18,55	16,70	17,45
FeO*	14,49	14,18	13,20	13,33
MnO	0,06	0,12	0,12	0,10
MgO	15,59	15,19	16,24	16,38
CaO	0,50	0,11	0,15	0,17
Na ₂ O	0,20	0,06	0,00	0,00
K ₂ O	8,75	9,39	9,52	9,25
H ₂ O**	4,10	4,10	4,11	4,11
Összesen	100,00	100,00	100,00	100,00
Kationszámok 11 oxigénre				
Si	2,90	2,79	2,90	2,85
Al	1,10	1,21	1,10	1,15
ΣT	4,00	4,00	4,00	4,00
Al	0,32	0,39	0,33	0,35
Ti	0,01	0,01	0,01	0,01
Fe ²⁺	0,89	0,87	0,81	0,81
Mn	0,00	0,01	0,01	0,01
Mg	1,70	1,66	1,77	1,78
ΣM	2,92	2,95	2,93	2,96
Ca	0,04	0,01	0,01	0,01
Na	0,03	0,01	0,00	0,00
K	0,82	0,88	0,89	0,86
ΣI	0,88	0,90	0,90	0,87

* Összes vas FeO-ként mérve.

** H₂O a sztöchiometriából számítva: OH = 2 *apfu*.

VI. melléklet/9. táblázat: Kloritok ásványkémiái elemzési eredményei tömeg%-ban megadva.

No.	1	2	3	4	5
Minta	<i>D13</i>	<i>D13</i>	<i>C02</i>	<i>C02</i>	<i>D04</i>
SiO ₂	27,77	30,38	29,69	29,63	27,12
TiO ₂	0,13	0,07	0,04	0,09	0,02
Al ₂ O ₃	21,63	20,36	18,72	18,98	20,66
FeO*	20,68	19,87	26,95	26,37	37,45
MnO	0,08	0,13	0,35	0,30	0,12
MgO	17,65	15,41	11,52	12,21	3,44
CaO	0,20	1,64	1,20	0,79	0,25
Na ₂ O	0,03	0,22	0,00	0,00	0,00
K ₂ O	0,02	0,04	0,07	0,12	0,00
H ₂ O**	11,82	11,87	11,47	11,51	10,93
Összesen	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Kationszámok 14 oxigénre számolva					
Si	2,82	3,07	3,11	3,09	2,98
Al	1,18	0,93	0,89	0,91	1,02
ΣT	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Al	1,41	1,49	1,41	1,42	1,65
Ti	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00
Fe ²⁺	1,76	1,68	2,36	2,30	3,44
Mn	0,01	0,01	0,03	0,03	0,01
Mg	2,67	2,32	1,80	1,90	0,56
Ca	0,02	0,18	0,13	0,09	0,03
Na	0,01	0,04	0,00	0,00	0,00
K	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00
ΣM	5,88	5,74	5,74	5,75	5,69

* Összes vas FeO-ként mérve.

** H₂O a sztöchiometriából számolva: OH = 8 *apfu*.

VI. melléklet/10. táblázat: Amfibolit kőeszközök termobarometriai adatai. (Rövidítések: MT: Közepes hőmérséklettel jellemezhető amfibolitok; HT: Magas hőmérséklettel jellemezhető amfibolitok, avg: átlag, *: “eredeti felszín” méréssel elemezve.)

Minta	Mérések száma	T _{avg} (°C)	P _{avg} (kbar)	Szórás T (°C)	Szórás P (kbar)	T _{max} (°C)	P _(Tmax) (kbar)
<i>MT</i>							
B04	2	441	2,7	8,49	0,12	450	2,8
B05	3	510	3,9	7,58	0,17	516	4,0
C02	4	442	2,7	12,88	0,18	450	2,8
D02	2	480	3,4	22,45	0,41	500	3,7
D04	1	510	3,7	0,00	0,00	510	3,7
D05	1	540	5,3	0,00	0,00	540	5,3
D09	3	480	3,0	28,36	0,38	510	3,5
D18	3	530	4,0	14,32	0,18	545	4,1
D21	8	540	2,8	18,66	0,18	600	3,4
D32*	1	548	4,0	0,00	0,00	548	4,0
D33*	3	455	2,7	9,73	0,21	460	2,8
D45*	4	460	3	36,13	0,68	490	3,9
<i>HT</i>							
B12	6	670	7,1	12,53	0,30	680	7,3
D08	6	580	4,7	38,66	0,55	635	5,5
D12	3	540	4,7	25,75	0,59	570	5,0
D13	5	520	4,0	28,14	0,56	560	5,0
D15	1	555	4,8	0,00	0,00	555	4,8
D17	1	610	5,7	0,00	0,00	610	5,7
D22	6	706	5,1	5,63	0,19	715	5,4
D30*	16	588	5,1	21,55	0,48	615	5,6
D31*	13	620	5,7	12,94	0,35	635	6,2
D34*	6	550	4,5	20,71	0,37	580	5,1
D47*	6	630	6,0	61,46	1,18	690	7,0
D48*	5	580	4,7	7,73	0,08	590	4,60

VI. melléklet/11. táblázat: Amfibolit kőeszközök és azok lehetséges provenienciaterületei.
(Rövidítések: 1: 1. csoport, 2a: 2a alcsoport, 2b: 2b alcsoport, 2c: 2c alcsoport, 2d: 2d alcsoport, 3: 3. csoport).

*** legvalószínűbb, ** valószínű, * lehetséges

Lehetséges forrásterületek/Minták	D05- 1	D12- 1	D13- 1	D30- 1	D31- 1	D33- 1
<i>Gömörikum</i>						
Klátov	*	*	*	***	***	
<i>Gömörikum-Veporikum</i>						
Ochtiná-csoport	***	***	***	**	**	**
<i>Veporikum</i>	*	*	*	*	*	*
Branisko	*	*	*			
Čierna Hora	*	*	*			**
Čierny Balog	*	*	*			
<i>Tátrikum</i>	*	*	*	*	*	*
Kis-Kárpátok						
Sztrázso-hegység						

VI. melléklet/11. táblázat folytatása

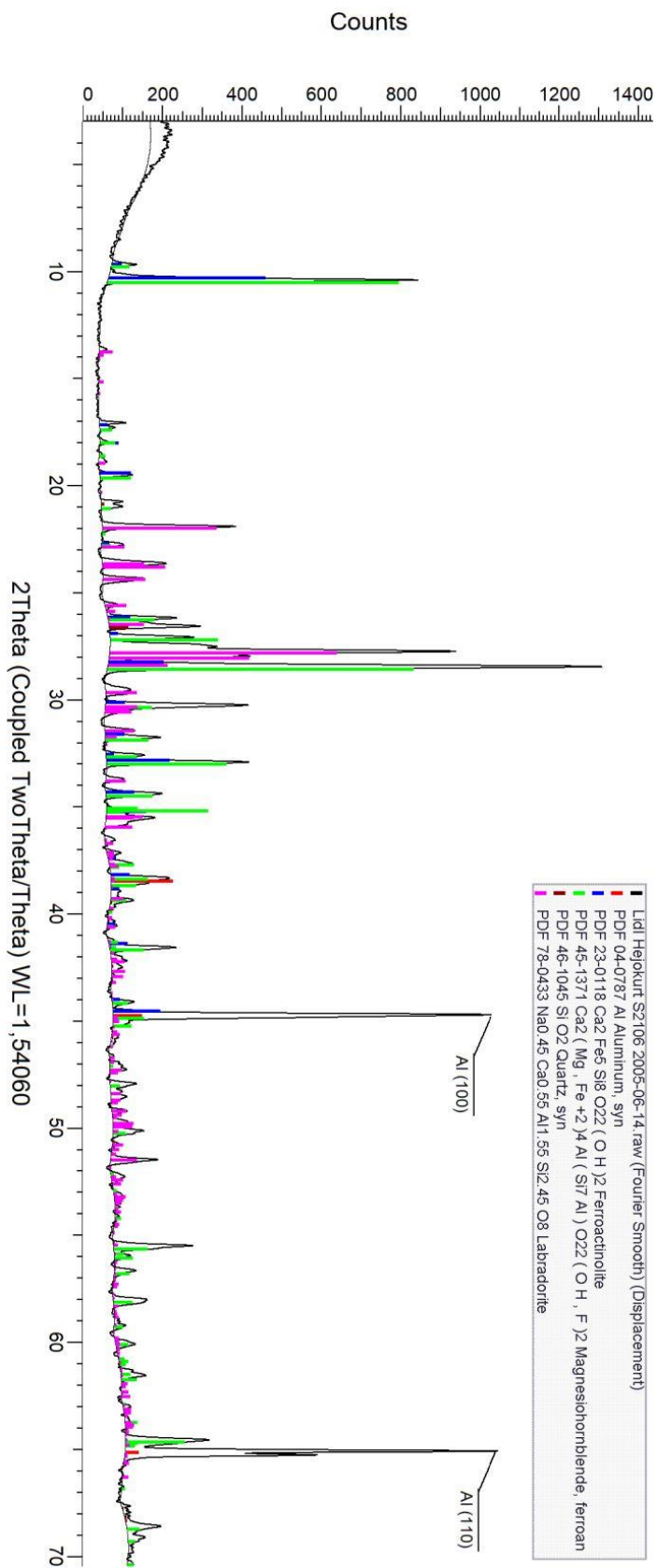
Lehetséges forrásterületek/Minták	B12- 2a	D02- 2a	D04- 2a	D08- 2a	D18- 2a
<i>Gömörikum</i>					
Klátov	**	**	**	*	
<i>Gömörikum-Veporikum</i>					
Ochtiná-csoport		**	**	*	*
<i>Veporikum</i>					
Branisko				*	*
Čierna Hora					*
Čierny Balog					
<i>Tátrikum</i>					
Kis-Kárpátok			*	*	*
Sztrázso-hegység				*	
<i>Zemplénikum</i>	**				

VI. melléklet/11. táblázat folytatása

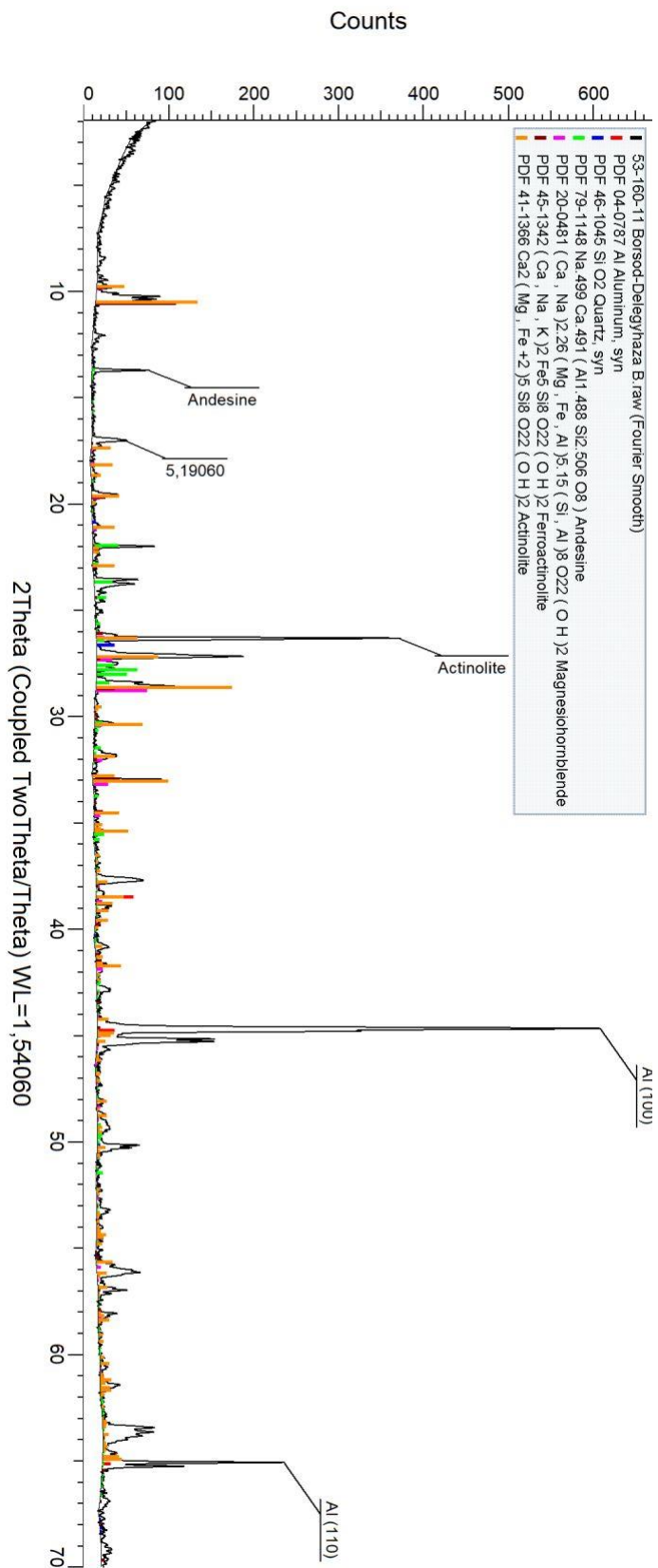
Lehetséges forrásterületek/Minták	D21- 2a	D32- 2a	D47- 2a	B04- 2b	B05- 2b	C02- 2b
<i>Gömörikum</i>						
Klátov			**			
<i>Gömörikum-Veporikum</i>						
Ochtiná-csoport	*	*				
<i>Veporikum</i>						
Branisko	*	*		**	**	**
Čierna Hora	*	*		****	****	****
Čierny Balog						
<i>Tátrikum</i>						
Kis-Kárpátok	*	*				*
<i>Zemplénikum</i>			**			

VI. melléklet/11. táblázat folytatása

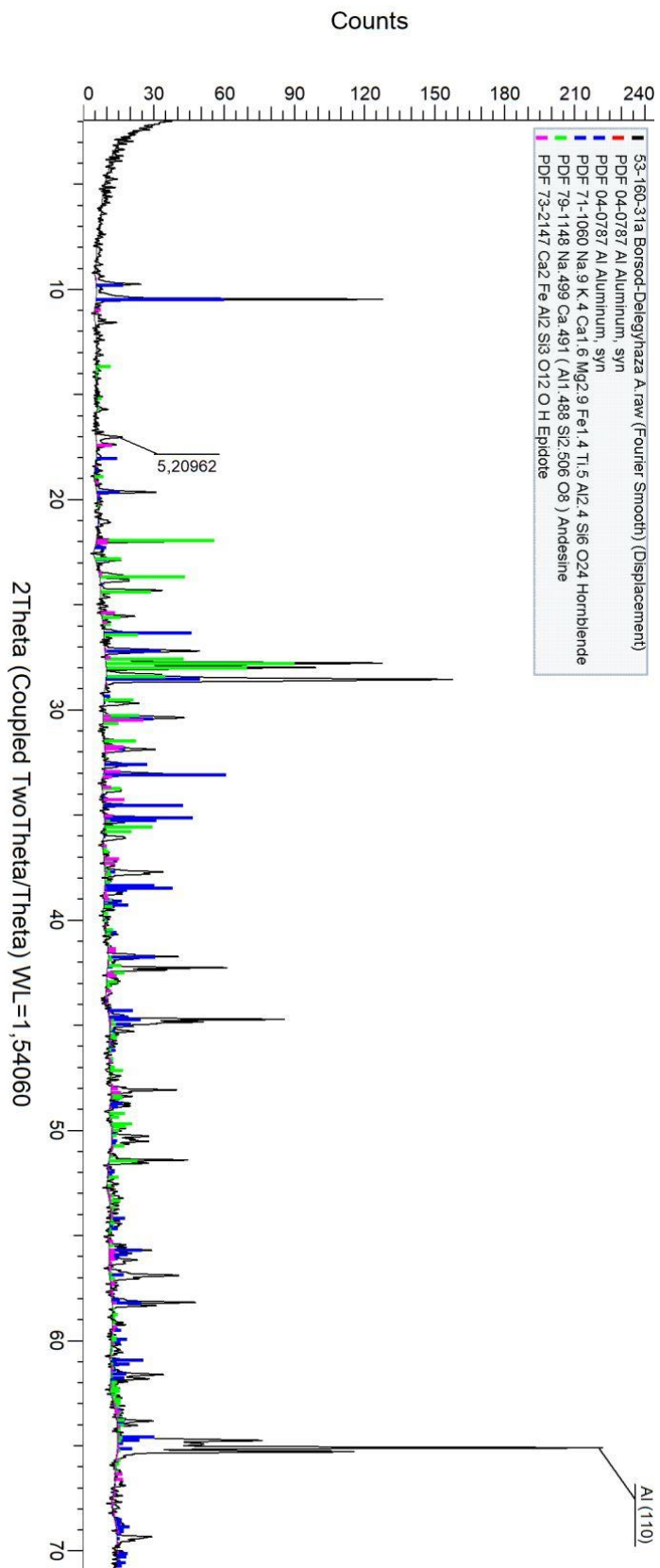
Lehetséges forrásterületek/Minták	D48- 2b	D15- 2c	D34- 2c	D45- 2c	D17- 2d	D22- 3
<i>Gömörikum</i>						
Klátov	*	***	***	*	**	
<i>Gömörikum-Veporikum</i>						
Ochtiná-csoport	*					
<i>Veporikum</i>						
Branisko	**	*	*	*		
Čierna Hora	*	*	*	*		
Čierny Balog						
<i>Tátrikum</i>						
Kis-Kárpátok		*	*	*		
Považský Inovec-hegység						*



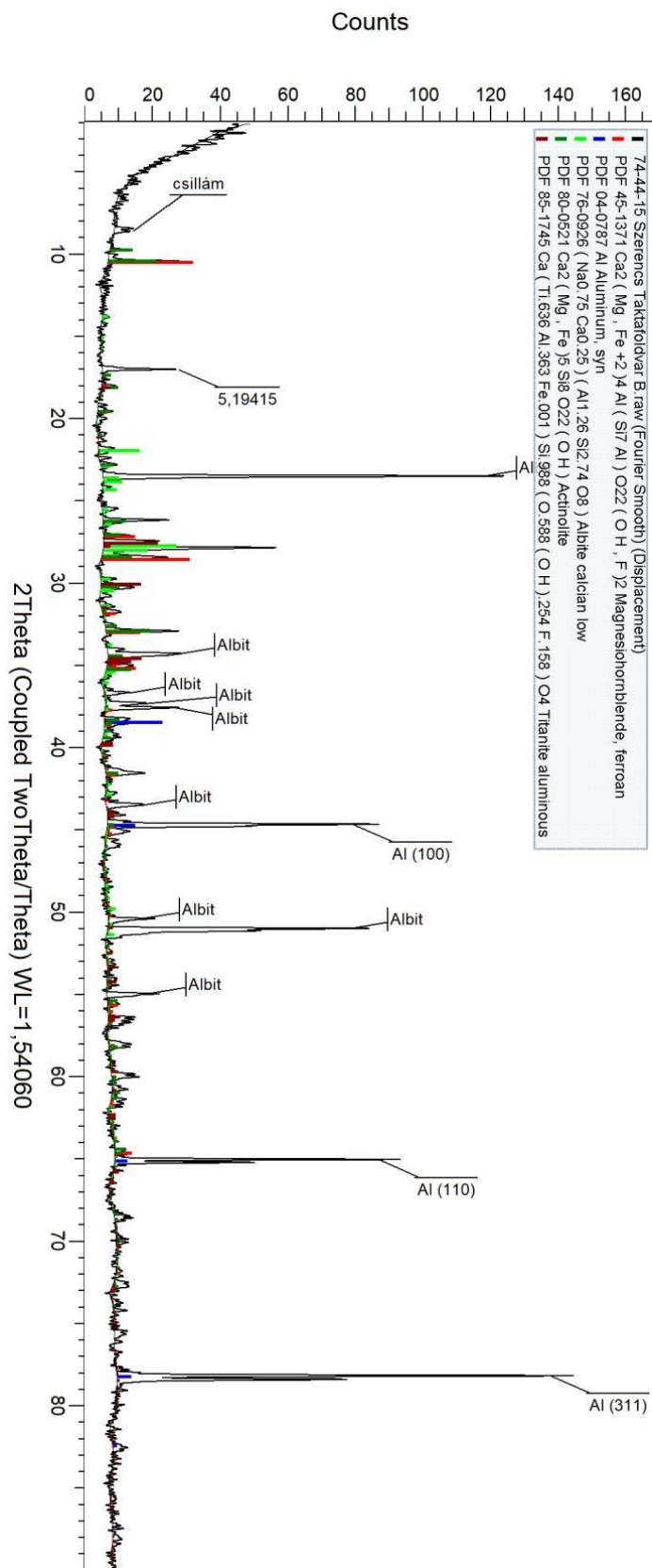
VI. melléklet/1. ábra: D05 jelű kőbaltá XRD felvétele.



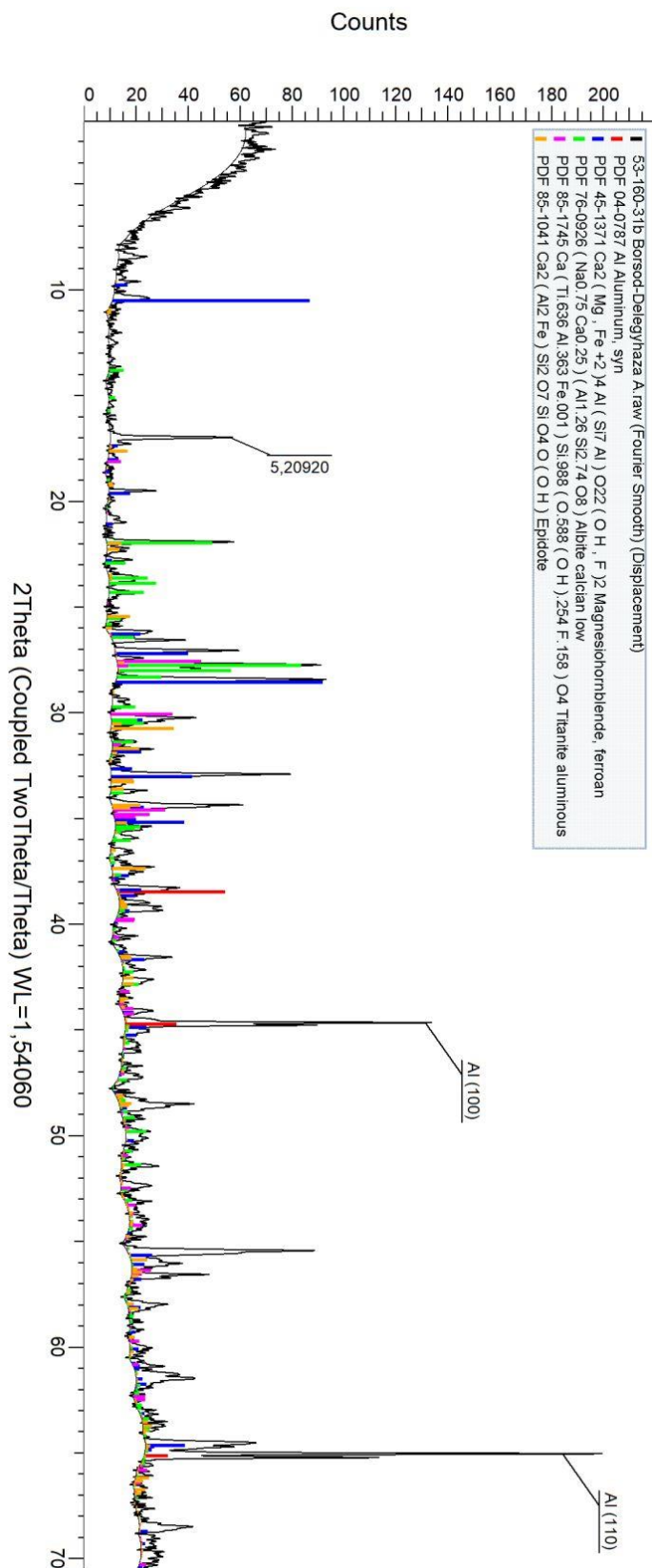
VI. melléklet/2. ábra: D30 jelű köbalt XRD felvétele.



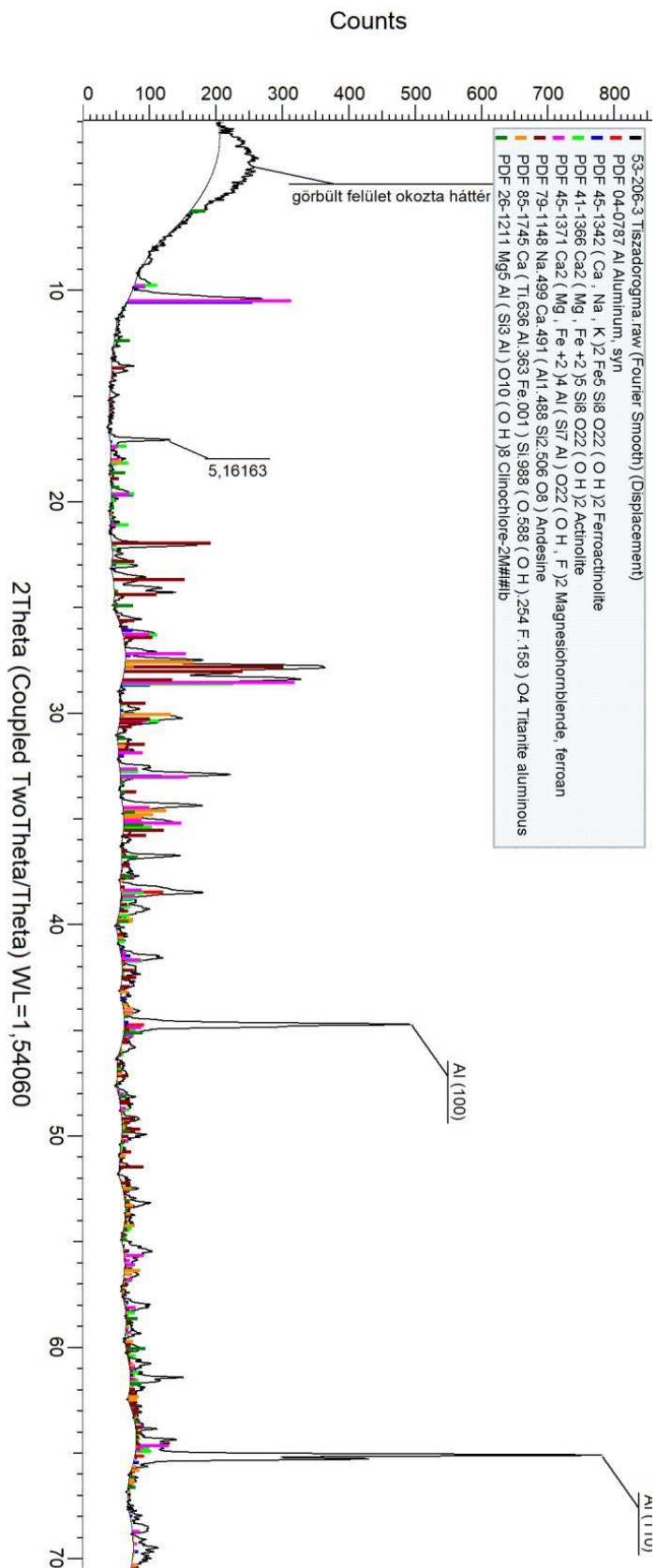
VI. melléklet/3. ábra: D31 jelű köbalt XRD felvétele.



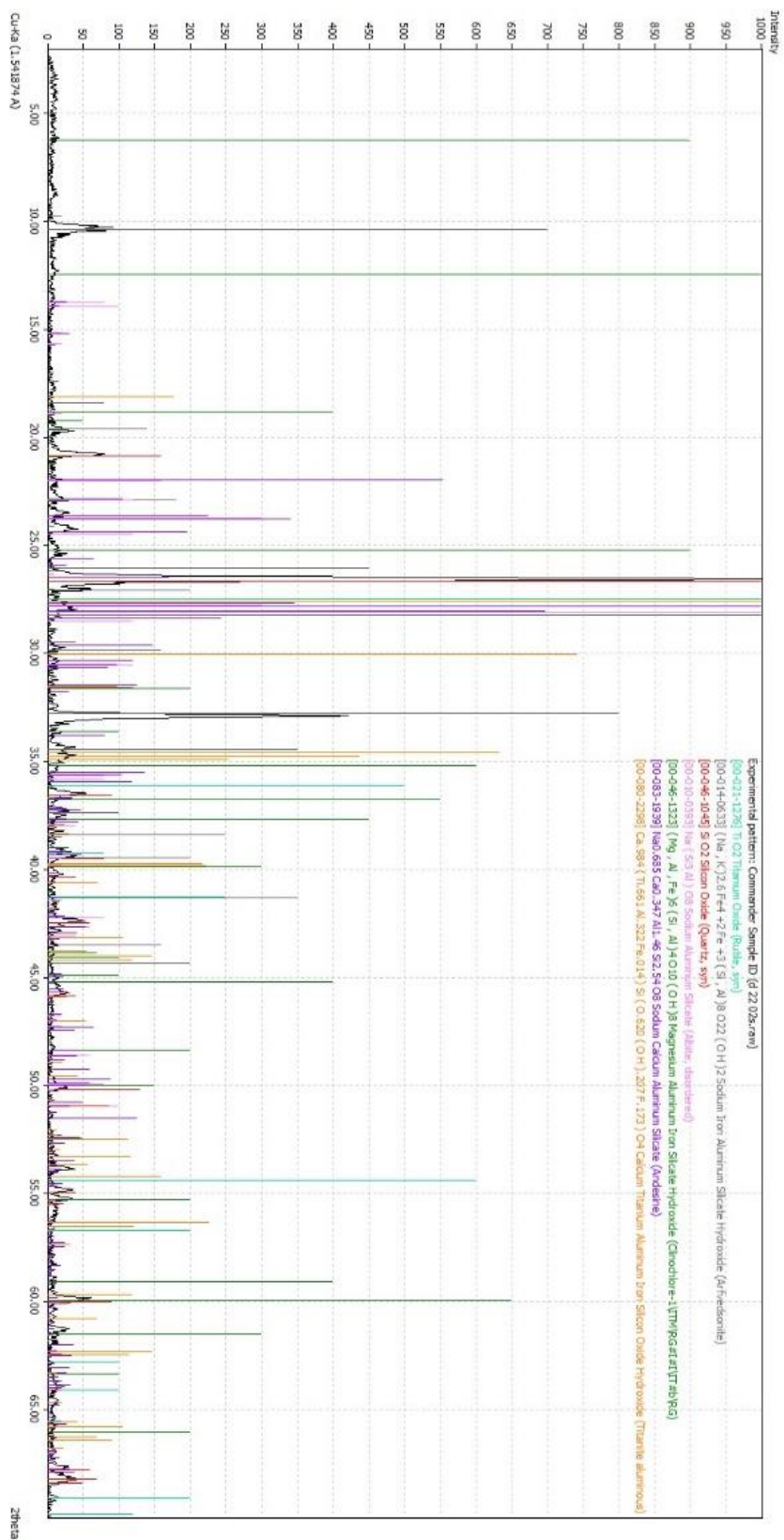
VI. melléklet/4. ábra: B12 jelű kőbaltá XRD felvétele.



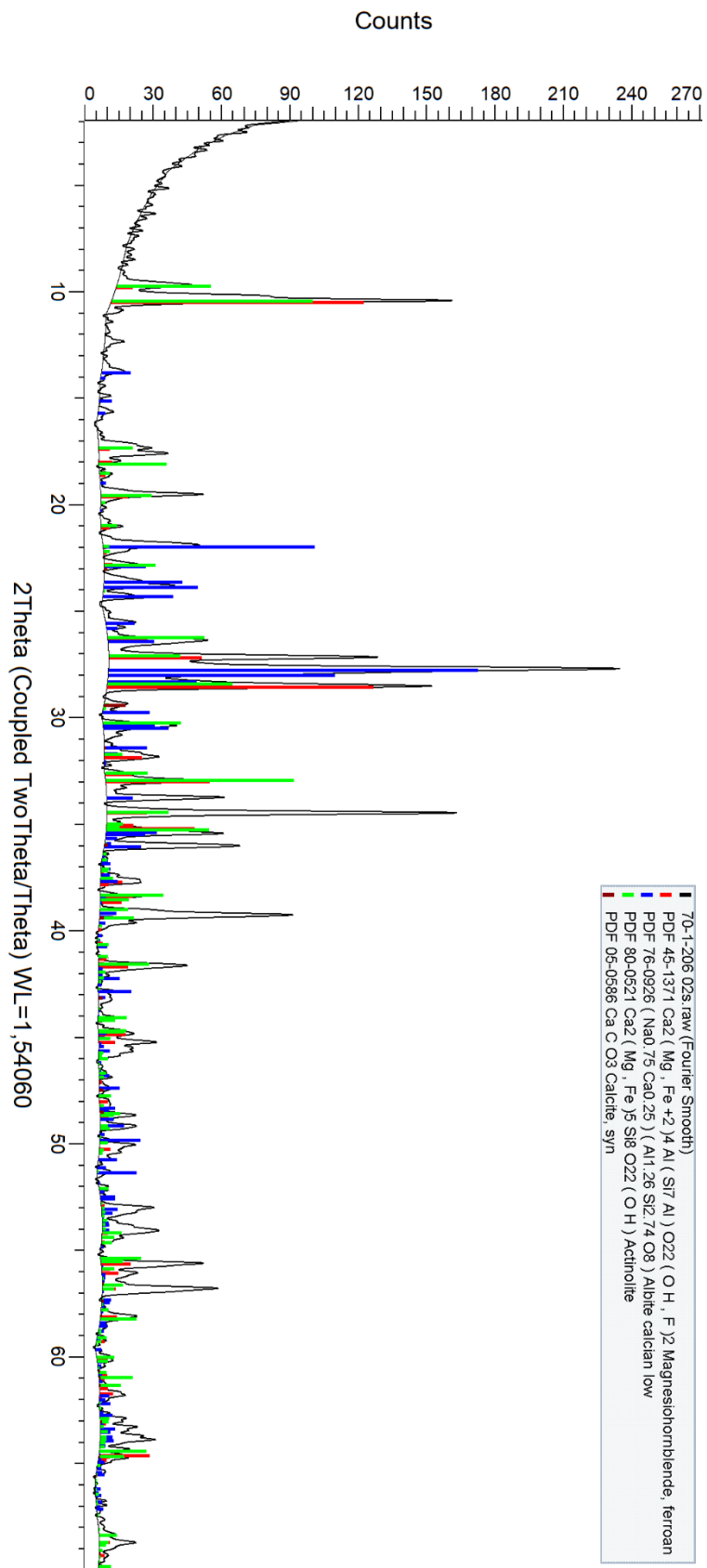
VI. melléklet/5. ábra: D32 jelű kőbaltá XRD felvétele.



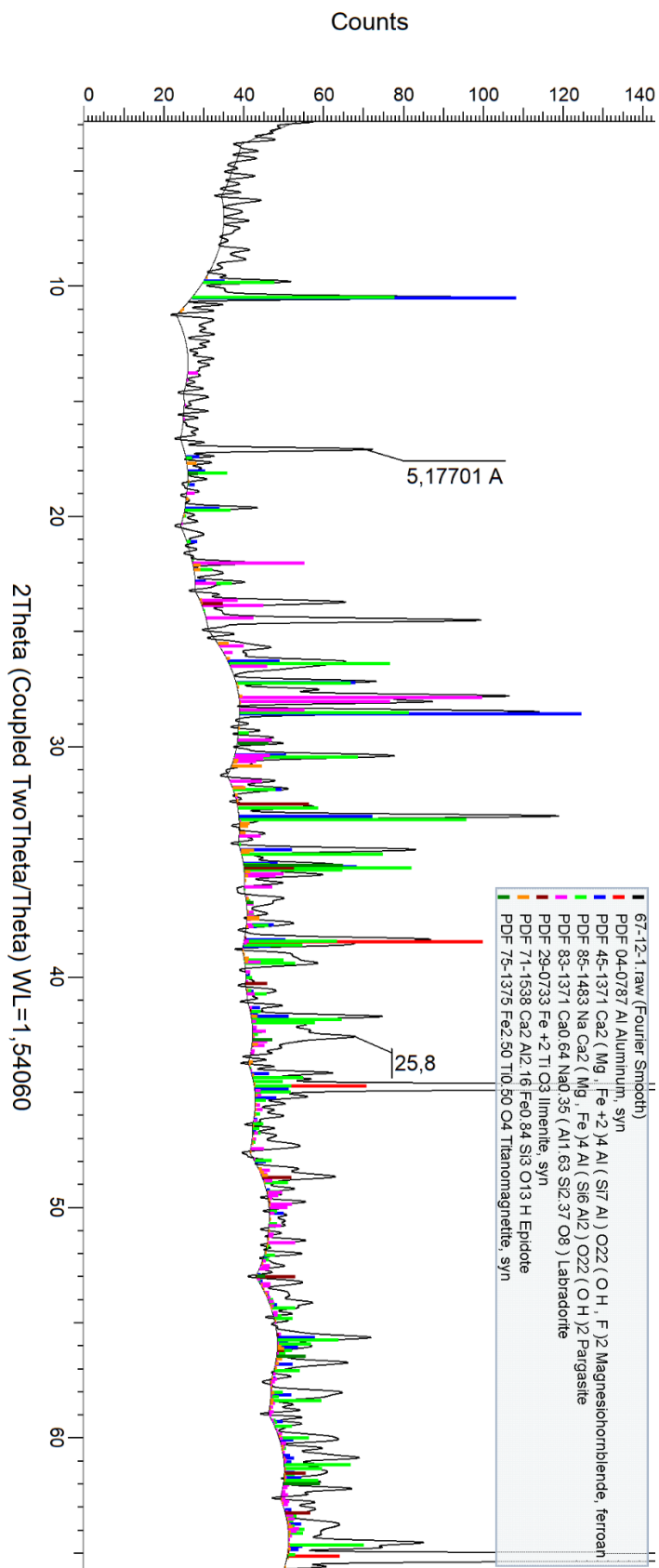
VI. melléklet/6. ábra: CO2 jelű kőbaltá XRD felvétele.



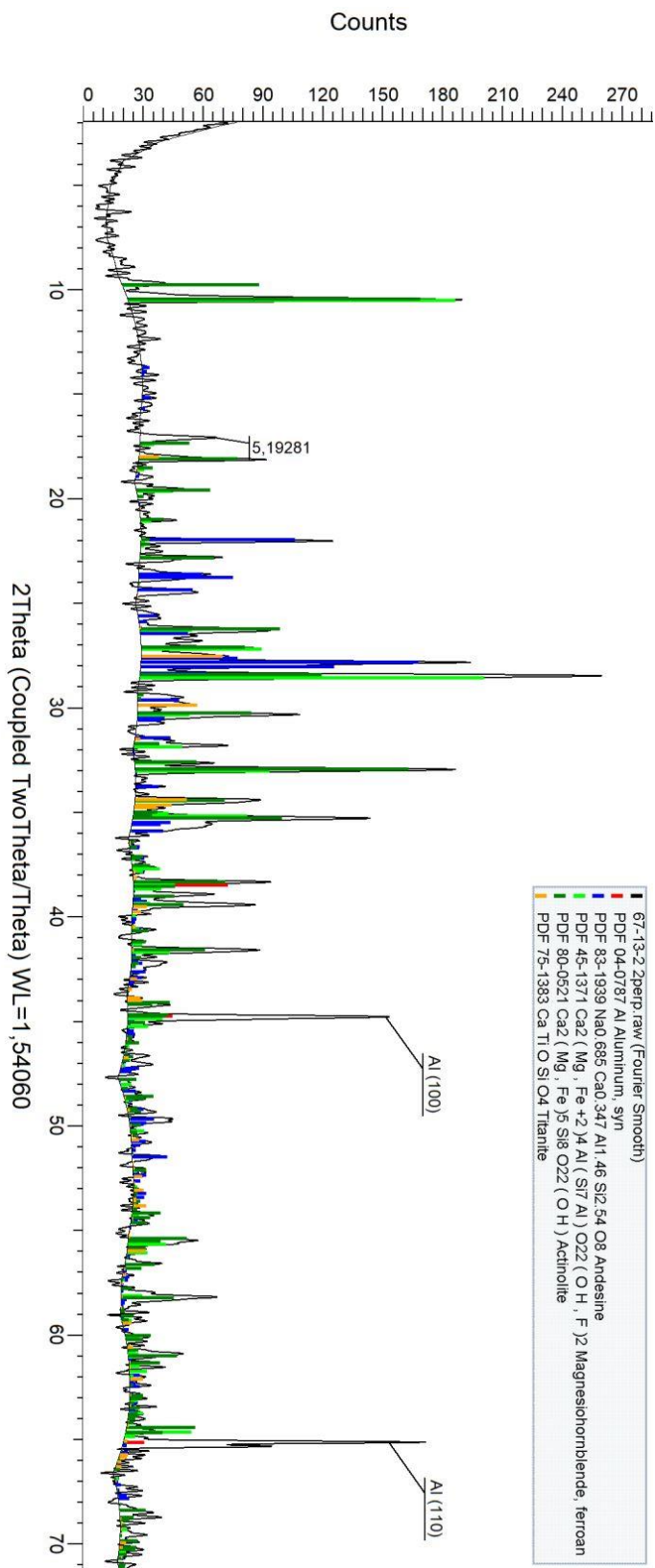
VI. melléklet/7. ábra: D22 jelű kőbaltá XRD felvétele.



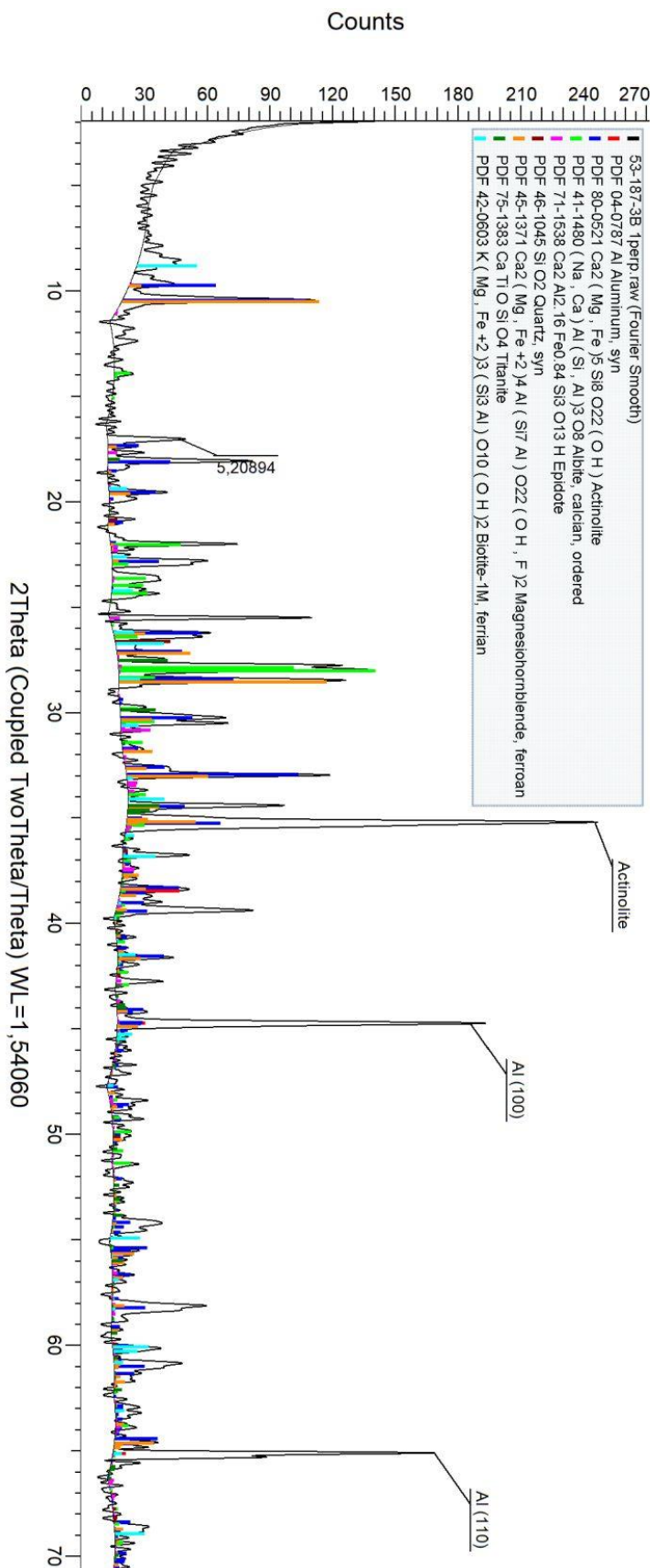
VI. melléklet/8. ábra: D35 jelű köesszköz XRD felvétele.



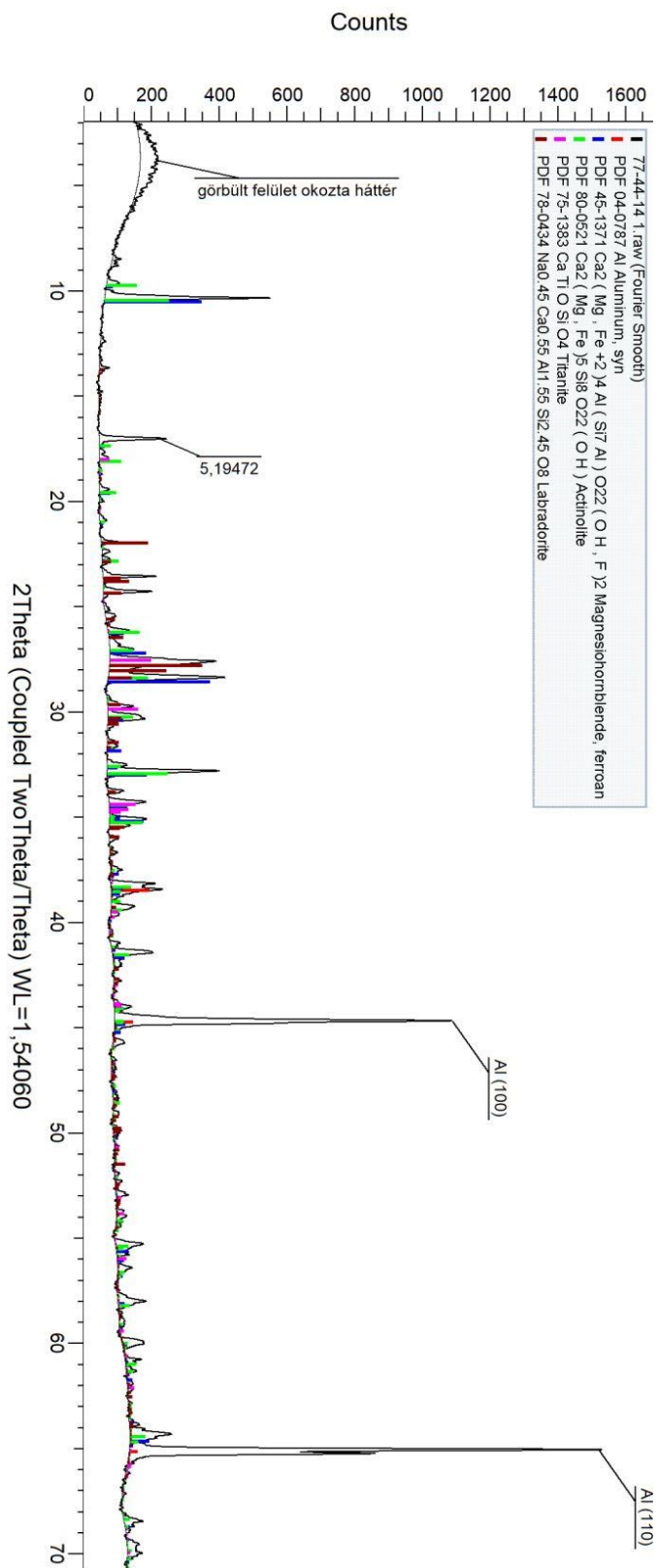
VI. melléklet/9. ábra: D38 jelű köcszköz XRD felvétele.



VI. melléklet/10. ábra: D39 jelű köbaltu XRD felvétele.



VI. melléklet/11. ábra: D40 jelű kőbaltá XRD felvétele.



VI. melléklet/12. ábra: D41 jelű kőbalt XRD felvétele.

VII. melléklet/1. táblázat: Kontakt metabázis kőeszközökön elvégzett különböző vizsgálatok és a kőeszközök régészeti tipologizálása. (Rövidítések: I: igen, N: nem, *: eredeti felszín módszerrel elemezve).

Minta	Leltáriszám / Makr. csop.	Régészeti lelőhely	EDS/ SEM/ Csop.	PGAA	XRD	MS	Régészeti tipológia	Kor	Kultúra
B09	53.62.5 Fekete	Szilvásvár, Istállóskői-barlang, tűzhely.	I/1.	I	N	0,64	Laposbalta	Középső neolitikum	Bükk
B10	leltározatlan Fekete	Mezőnagymihály, Salamon-tanya S27, 2008. 08. 22.	I/3.	N	I	0,13	Laposbalta	Középső neolitikum	AVK, Tiszadob vagy Szakálhát
B11	leltározatlan Fekete	Mezőkövesd, Nagy-Fertő M3 76. lh. S89 2002.06.26-27.	I/1.	I	N	0,38	Laposbalta	Középső neolitikum	AVK, Szakálhát
B17	53.160.147 Fekete	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	I/1.	I	N	0,98	Tört laposbalta	Középső neolitikum	Bükk AB, B-C
B20	leltározatlan Fekete	Felsővadász-Várdomb 1984. 07.25. 8. szv. 6 ány.	I/1.	I	N	0,96	Laposbalta	Középső neolitikum	Bükk B-C
C05	53.160.151 Fekete	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	I/2.	I	I	20,77	Laposbalta	Középső neolitikum	Bükk AB, B-C
C09	leltározatlan Fekete	Encs-Kelecsény 1983. I. szv. 3 ány.	I/1.	I	N	n.a.	Balta-töredék	Középső neolitikum	Tiszadob, Tiszadob-Bükk
CM01 *	53.55.1 Fekete	Aggtelek, Baradla-barlang	I/1.	I	I	0,46	Laposbalta	Késő neolitikum	Tiszadob, Tiszadob-Bükk, Bükk AB, Bükk B
CM02 *	53.65.16 Fekete	Szilvásvár, Istállóskői-barlang, tűzhely	I/1.	I	N	n.a.	Laposbalta	Középső neolitikum	Bükk
CM03 *	53.160 Fekete	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	I/1.	N	I	0,81	Laposbalta	Középső neolitikum	Bükk AB, B-C
CM04 *	53.199.12 Szürke	Szendrő és környéke	I/1.	I	N	0,84	Laposbalta	Neolitikum	Szörványtelep
CM05 *	64.9.1 Fekete	Boldogkővár, Erdészház	I/1.	N	I	0,78	Trapéz alakú balta	Középső neolitikum	Tiszadob, Tiszadob-Bükk, Bükk AB
CM06 *	67.3.77 Szürke	Miskolc, Repülőtér, homokbánya	I/1.	N	I	0,36	Laposbalta	Középső neolitikum	AVK, Bükk AB
CM07 *	70.1.360 Fekete	Szerencs-Taktaföldvár	I/2.	I	I	19,26	Balta-töredék	Késő neolitikum	Tisza
CM08 *	84.58.1 Szürke	Telkibánya, juhodály melletti szántó	I/1.	I	N	0,85	Laposbalta	Neolitikum	Szörványtelep
CM09 *	leltározatlan Szürke	Hejőpapi 073/5 4. lh. S113	I/1.	I	I	0,42	Laposbalta	Középső neolitikum	AVK vagy Tiszadob
CM10 *	leltározatlan Fekete	M3 autópálya 10. lh. 1993.10.18. 48. obj.	I/1.	I	I	1,04	Laposbalta	Középső neolitikum	AVK3, korai Tiszadob, Tiszadob-Bükk, Szakálhát
CM11	53.209.3 Fekete	Cserépfalu	N	I	N	0,59	Laposbalta	Neolitikum	Szörványtelep
CM12	53.205.1 Fekete	Gelej	N	I	N	0,63	Laposbalta	Neolitikum	Szörványtelep

Minta	Leltáriszám / Makr. csop.	Régészeti lelőhely	EDS/ SEM/ Csop.	PGAA	XRD	MS	Régészeti típológia	Kor	Kultúra
D01	60.20.2 Szürke	Hernádcéce, Miszlonka-tető	I/1.	I	N	0,55.	Balta- töredék	Középső neolitikum	AVK-Tiszadob vagy Tiszadob
D07	74.44.8 Fekete	Szerencs- Taktaföldvár	I 1.	I	I	0,74	Balta- töredék	Késő neolitikum	Tisza
D11	leltározatlan Szürke	Hejőkürt, Lidl 3. mh. S1347 2005.05.26b	I 3.	I	I	0,63	Balta- töredék	Középső neolitikum	AVK
D20	53.238.9 Barna	Szirmabesenyő vagy környéke	I/1.	I	N	0,59	Laposbalta	Középső neolitikum	Bükk B
D25	60.20.3 Szürke	Hernádcéce, Miszlonka-tető	I/1.	I	N	0,35	Átfűrt balta töredék	Középső neolitikum	AVK-Tiszadob vagy Tiszadob
D26	74.44.10 Fekete	Szerencs- Taktaföldvár	I/4.	I	I	0,50	Laposbalta	Késő neolitikum	Tisza
S26*	leltározatlan Barna	Mezőnagy- mihály Salamon- tanya 2008.08.22 S26	I/1.	I	I	0,49	Laposbalta	Középső neolitikum	AVK, Tiszadob vagy Szakálhát
	53.62.4 Fekete	Szilvásvár, I Istállóskői-bg., tűzhely	N	N	N	0,99	Laposbalta	Középső neolitikum	Bükk
CM13	leltározatlan Fekete	M3 autópálya 10. lh. 1994. VII. 1. IV. szv.	N	N	I	0,42	Laposbalta	Középső neolitikum	AVK3, korai Tiszadob, Tiszadob- Bükk, Szakálhát
CM14	77.31.9 Fekete	Szerencs- Taktaföldvár	N	N	I	0,60	Laposbalta	Késő neolitikum	Tisza

VII. melléklet/2. táblázat: Kontakt metabázit kőeszközök kőzetkémiai (PGAA) eredményei. A főelemek tömeg%-ban, a nyomelemek ppm-ben vannak megadva. (Rövidítés: <D.L.: detektálási határ alatt.).

Minta	CM01	CM04	CM06	CM07	CM09	CM10	CM11	CM12	B09	B11	B17
SiO ₂	50,50	50,37	52,67	49,00	48,80	50,38	51,90	51,90	52,83	50,10	52,68
TiO ₂	3,10	3,24	3,48	1,44	3,70	1,84	3,57	3,43	3,07	3,45	1,19
Al ₂ O ₃	13,71	14,02	13,65	13,04	13,69	9,34	13,32	13,67	13,07	13,98	12,94
Fe ₂ O ₃ *	12,49	13,55	13,01	12,11	14,19	14,04	13,50	13,74	12,94	13,71	8,25
MnO	0,18	0,22	0,19	0,19	0,20	0,22	0,20	0,18	0,19	0,25	0,33
MgO	8,34	6,47	5,33	7,89	6,04	14,98	6,40	5,72	5,18	5,99	8,33
CaO	9,46	8,91	7,70	11,77	9,94	4,41	8,27	9,10	9,86	8,38	11,92
Na ₂ O	0,77	1,59	2,29	1,44	1,45	<D.L.	1,57	0,95	1,22	0,72	2,38
K ₂ O	0,13	0,15	0,23	0,12	0,00	1,81	0,27	0,27	0,06	1,41	0,31
H ₂ O	1,25	1,05	1,38	1,42	1,19	2,88	0,99	0,97	1,02	1,75	1,22
SO ₃	<D.L.	0,35,	<D.L.	1,48	0,72	<D.L.	<D.L.	<D.L.	0,49,	0,19	0,36
Összesen	99,93	99,92	99,93	99,91	99,92	99,90	99,99	99,94	99,92	99,93	99,90
B	2	1	5	3	2	32	2	4	1	15	3
Cl	45	78	<D.L.	224	22	101	42	36	26	46	133
Sc	<D.L.	31	15	48	15	23	<D.L.	14	10	33	<D.L.
V	343	333	323	333	316	226	<D.L.	262	257	297	211
Cr	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	166	<D.L.	<D.L.
Co	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.
Nd	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	258	<D.L.	46	44	33	309
Sm	35	43	48	2	29	22	5	6	5	5	24
Gd	6	5	6	4	6	3	7	7	7	7	3

* Összes vas Fe₂O₃-ként mérve.

VII. melléklet/2. táblázat folytatása.

Minta	B20	C05	C09	D01	D07	D11	D20	D25	D26
SiO ₂	50,49	58,32	52,12	48,07	46,99	51,68	47,30	47,13	53,00
TiO ₂	2,48	1,38	3,32	3,86	2,77	3,54	2,08	3,58	1,41
Al ₂ O ₃	12,60	14,28	13,46	15,05	13,27	13,38	11,17	12,35	13,20
Fe ₂ O ₃ *	14,20	8,55	12,82	13,97	15,39	12,82	14,88	14,26	8,50
MnO	0,18	0,17	0,21	0,50	0,14	0,16	0,19	0,29	0,28
MgO	6,62	4,69	5,63	6,25	12,28	5,45	15,34	9,54	7,20
CaO	5,39	7,44	9,57	9,72	5,65	8,57	4,81	10,48	11,40
Na ₂ O	3,73	3,90	1,35	1,43	0,44	3,15	0,23	0,70	2,80
K ₂ O	2,10	0,33	0,08	0,09	1,10	0,07	1,00	0,14	0,32
H ₂ O	2,12	0,89	1,05	0,99	2,28	1,10	2,89	1,47	1,30
SO ₃	<D.L.	<D.L.	0,32,	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.
Összesen	99,88	99,94	99,92	99,93	100,30	99,93	99,89	99,94	100,00
B	19	3	3	2	20	2	20	2	4
Cl	172	183	49	39	101	34	160	47,7	201
Sc	<D.L.	22	11	<D.L.	<D.L.	<D.L.	26	12,0	33
V	262	177	359	356	<D.L.	309	211	316	250
Cr	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.
Co	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.
Nd	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	460	<D.L.	297	<D.L.	21
Sm	71	34	49	45	<D.L.	48	28	<D.L.	3
Gd	9	4	6	6	4	6	3	5	4

* Összes vas Fe₂O₃-ként mérve.

VII/3. táblázat: Amfibolok ásványkémiai elemzési eredményei (1-16: 1. csoport, 17-19: 2. csoport, 20-22: 3. csoport, 23-24: 4. csoport).

No.	1	2	3	4	5	6	7
Minta	<i>B09</i>	<i>B11</i>	<i>B17</i>	<i>C09</i>	<i>D07</i>	<i>D20</i>	<i>CM03</i>
SiO ₂	47,29	51,15	46,68	52,75	51,98	52,89	47,41
TiO ₂	0,37	0,30	0,17	0,08	0,35	0,03	0,24
Al ₂ O ₃	9,28	7,40	12,78	4,92	6,38	6,36	11,89
MnO	0,36	0,23	0,10	0,11	0,10	0,05	0,13
FeO*	16,79	13,17	12,49	12,68	8,40	7,11	16,01
Fe ₂ O ₃ *	0,82	0,78	2,86	1,10	2,25	1,71	1,21
MgO	9,63	13,71	10,91	14,58	17,11	18,34	8,67
CaO	12,68	10,62	10,80	11,08	10,51	10,76	11,45
Na ₂ O	0,56	0,53	1,01	0,62	0,78	0,60	0,72
K ₂ O	0,23	0,06	0,19	0,05	0,06	0,07	0,24
H ₂ O**	1,99	2,05	2,02	2,05	2,07	2,09	2,01
Összesen	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Kationszámok 23 oxigénre							
Si	7,00	7,34	6,76	7,56	7,34	7,39	6,94
Al	1,00	0,66	1,24	0,44	0,67	0,61	1,06
ΣT	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Ti	0,04	0,03	0,02	0,01	0,04	0,03	0,05
Al	0,62	0,59	0,94	0,39	0,40	0,99	1,13
Fe ³⁺	0,09	0,09	0,31	0,12	0,24	0,13	0,16
Mn ²⁺	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe ²⁺	2,08	1,36	1,38	1,37	0,73	1,96	1,31
Mg	2,12	2,93	2,36	3,12	3,60	1,89	2,36
ΣC	4,99	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Mn ²⁺	0,00	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
Fe ²⁺	0,00	0,22	0,13	0,15	0,26	0,28	0,00
Ca	2,00	1,63	1,67	1,70	1,59	1,76	1,80
Na	0,00	0,12	0,18	0,13	0,14	0,10	0,18
ΣB	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Na	0,01	0,03	0,10	0,04	0,08	0,45	0,02
K	0,04	0,01	0,03	0,01	0,01	0,06	0,05
ΣA	0,21	0,04	0,14	0,05	0,09	0,51	0,07
<i>Fajnevek</i>	<i>Mg-hb</i>	<i>Mg-hb</i>	<i>Mg-hb</i>	<i>Mg-hb</i>	<i>Mg-hb</i>	<i>Mg-hb</i>	<i>Fhb</i>

* Összes vas FeO-ként mérve. FeO/Fe₂O₃ arány az ACES Excel táblázat alapján számolva (Locock (2014) után).

** H₂O sztöchiometrikus összetételből számolva: OH=2 apfu

VII/3. táblázat folytatása

No.	8	9	10	11	12	13
Minta	<i>B11</i>	<i>B17</i>	<i>C09</i>	<i>D01</i>	<i>D07</i>	<i>D20</i>
SiO ₂	54,76	53,05	52,08	52,52	53,82	55,88
TiO ₂	0,06	0,12	0,17	0,12	0,03	0,03
Al ₂ O ₃	0,98	4,85	5,50	4,64	3,36	1,49
MnO	0,44	0,29	0,36	0,79	0,16	0,16
FeO*	24,17	19,47	20,34	19,69	18,14	16,87
Fe ₂ O ₃ *	0,00	0,00	0,09	0,05	0,41	0,22
MgO	16,66	15,31	13,54	14,47	19,41	22,30
CaO	0,76	4,40	5,27	5,22	1,51	0,76
Na ₂ O	0,10	0,42	0,60	0,40	1,03	0,19
K ₂ O	0,05	0,05	0,05	0,07	0,11	0,03
H ₂ O**	2,02	2,04	2,02	2,02	2,04	2,08
Összesen	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Kationszámok 23 oxigénre						
Si	7,99	7,66	7,58	7,64	7,72	7,89
Al	0,01	0,34	0,42	0,37	0,28	0,11
ΣT	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Ti	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00
Al	0,16	0,48	0,53	0,43	0,29	0,11
Fe ³⁺	0,00	0,00	0,01	0,01	0,05	0,02
Mn ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe ²⁺	1,22	1,21	1,51	1,42	0,51	0,17
Mg	3,62	3,29	2,94	3,14	4,15	4,69
ΣC	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Mn ²⁺	0,05	0,04	0,05	0,10	0,02	0,02
Fe ²⁺	1,73	1,14	0,97	0,98	1,67	1,82
Ca	0,12	0,68	0,82	0,81	0,23	0,12
Na	0,03	0,12	0,17	0,11	0,08	0,04
ΣB	1,93	1,97	2,00	2,00	2,00	2,00
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01
K	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01
ΣA	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
<i>Fajnevek</i>	<i>Cum</i>	<i>Cum</i>	<i>Cum</i>	<i>Cum</i>	<i>Cum</i>	<i>Cum</i>

VII. melléklet/3. táblázat folytatás

No.	14	15	16	17	18	19	20
Minta	D25	CM04	CM09	B20	C05	C05	B10
SiO ₂	48,15	51,46	54,17	51,46	46,53	53,71	53,89
TiO ₂	0,00	0,22	0,04	0,06	0,21	0,05	0,12
Al ₂ O ₃	0,92	0,58	1,21	7,89	11,71	4,70	4,23
MnO	0,59	0,83	0,58	0,19	0,11	0,14	0,06
FeO*	21,06	27,90	25,58	9,88	11,34	10,06	13,81
Fe ₂ O ₃ *	11,22	2,51	0,00	1,40	3,46	0,81	0,00
MgO	14,80	13,05	14,32	14,91	11,94	16,43	14,55
CaO	1,10	1,47	1,84	11,37	11,06	11,41	10,92
Na ₂ O	0,22	0,00	0,27	0,71	1,48	0,55	0,32
K ₂ O	0,02	0,04	0,00	0,08	0,15	0,07	0,04
H ₂ O**	1,92	1,94	1,99	2,06	2,02	2,07	2,06
Összesen	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Kationszámok 23 oxigénre							
Si	7,28	7,78	7,99	7,30	6,74	7,60	7,71
Al	0,16	0,10	0,01	0,70	1,26	0,40	0,29
Fe ³⁺	0,56	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ΣT	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Ti	0,00	0,03	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01
Al	0,00	0,72	0,20	0,62	0,74	0,38	0,42
Fe ³⁺	0,72	0,14	0,00	0,15	0,38	0,09	0,00
Mn ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe ²⁺	0,95	1,44	1,65	1,07	1,28	1,06	1,46
Mg	3,33	2,67	3,15	3,15	2,58	3,47	3,10
ΣC	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Mn ²⁺	0,03	0,02	0,07	0,02	0,01	0,02	0,01
Fe ²⁺	1,71	0,13	1,50	0,10	0,10	0,13	0,19
Ca	0,18	1,73	0,29	1,73	1,72	1,73	1,67
Na	0,03	0,12	0,08	0,15	0,18	0,12	0,09
ΣB	2,00	2,00	1,94	2,00	2,00	1,96	1,96
Na	0,03	0,05	0,00	0,05	0,24	0,03	0,00
K	0,00	0,02	0,00	0,01	0,03	0,01	0,01
ΣA	0,03	0,07	0,00	0,06	0,27	0,04	0,01
<i>Fajnevek</i>	<i>Mg-hb</i>	<i>Gru</i>	<i>Gru</i>	<i>Mg-hb</i>	<i>Mg-hb</i>	<i>Act</i>	<i>Act</i>

VII. melléklet/3. táblázat folytatás

No.	21	22	23	24
Minta	<i>D11</i>	<i>D11</i>	<i>D26</i>	<i>D26</i>
SiO ₂	53,77	54,93	51,05	49,92
TiO ₂	0,06	0,03	0,00	0,05
Al ₂ O ₃	3,85	1,11	1,89	2,80
MnO	0,13	0,43	0,12	0,10
FeO*	13,66	24,10	16,90	15,92
Fe ₂ O ₃ *	0,15	0,00	7,75	9,03
MgO	14,61	15,99	19,61	19,30
CaO	11,26	1,22	0,31	0,43
Na ₂ O	0,42	0,18	0,38	0,50
K ₂ O	0,05	0,00	0,00	0,00
H ₂ O**	2,05	2,01	2,00	1,97
Összesen	100,00	100,00	100,00	100,00
Kationszámok 23 oxigénre				
Si	7,71	8,01	7,42	7,26
Al	0,29	0,00	0,32	0,48
Ti	0,00	0,00	0,00	0,01
Fe ³⁺	0,00	0,00	0,26	0,26
ΣT	8,00	8,01	8,00	8,00
Ti	0,01	0,00	0,00	0,00
Al	0,36	0,19	0,00	0,00
Fe ³⁺	0,01	0,00	0,58	0,73
Mn ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe ²⁺	1,50	1,33	0,17	0,08
Mg	3,12	4,69	4,25	4,18
ΣC	5,00	5,00	5,00	5,00
Mn ²⁺	0,02	0,02	0,01	0,01
Fe ²⁺	0,14	1,82	1,88	1,85
Ca	1,73	0,12	0,05	0,07
Na	0,11	0,04	0,02	0,07
ΣB	2,00	2,00	2,00	2,00
Na	0,00	0,01	0,05	0,07
K	0,01	0,01	0,00	0,00
ΣA	0,01	0,02	0,05	0,07
<i>Fajnevek</i>	<i>Act</i>	<i>Cum</i>	<i>Cum</i>	<i>Cum</i>

VII. melléklet/4. táblázat: Fehér csillámok ásványkémiái elemzési eredményei tömeg%-ban megadva.

	B11 Ms	D07 Ms	D07 Ms	D20 Ms	D25 Ms
SiO ₂	49,66	48,11	48,12	46,78	46,46
TiO ₂	0,05	0,04	0,06	0,07	0,00
Al ₂ O ₃	37,09	40,64	39,72	40,96	38,94
FeO*	1,07	0,20	0,52	0,21	0,20
MnO	0,05	0,07	0,05	0,08	0,00
MgO	0,63	0,45	0,76	0,54	0,52
CaO	1,64	0,19	0,46	0,15	0,65
Na ₂ O	0,91	0,21	0,23	0,33	0,59
K ₂ O	9,94	10,08	10,09	10,89	12,65
H ₂ O**	8,91	4,79	4,78	4,76	4,69
Összesen	100,01	99,99	100,01	100,01	100,01
Ionszámok 24 (O, OH) alapján számolva					
Si	6,24	6,02	6,04	5,90	5,94
Al ^{IV}	1,76	1,98	1,96	2,10	2,06
ΣT	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Al ^{VI}	3,73	4,01	3,91	3,98	3,81
Ti	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
Fe	0,11	0,02	0,05	0,02	0,02
Mn	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00
Mg	0,12	0,08	0,14	0,1	0,10
ΣO	3,97	4,13	4,12	4,12	3,93
Ca	0,22	0,03	0,06	0,02	0,09
Na	0,22	0,05	0,06	0,02	0,15
K	1,43	1,61	1,62	1,75	2,06
ΣI	1,87	1,68	1,73	1,85	2,30
OH	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00

* Összes vas FeO-ként mérve.

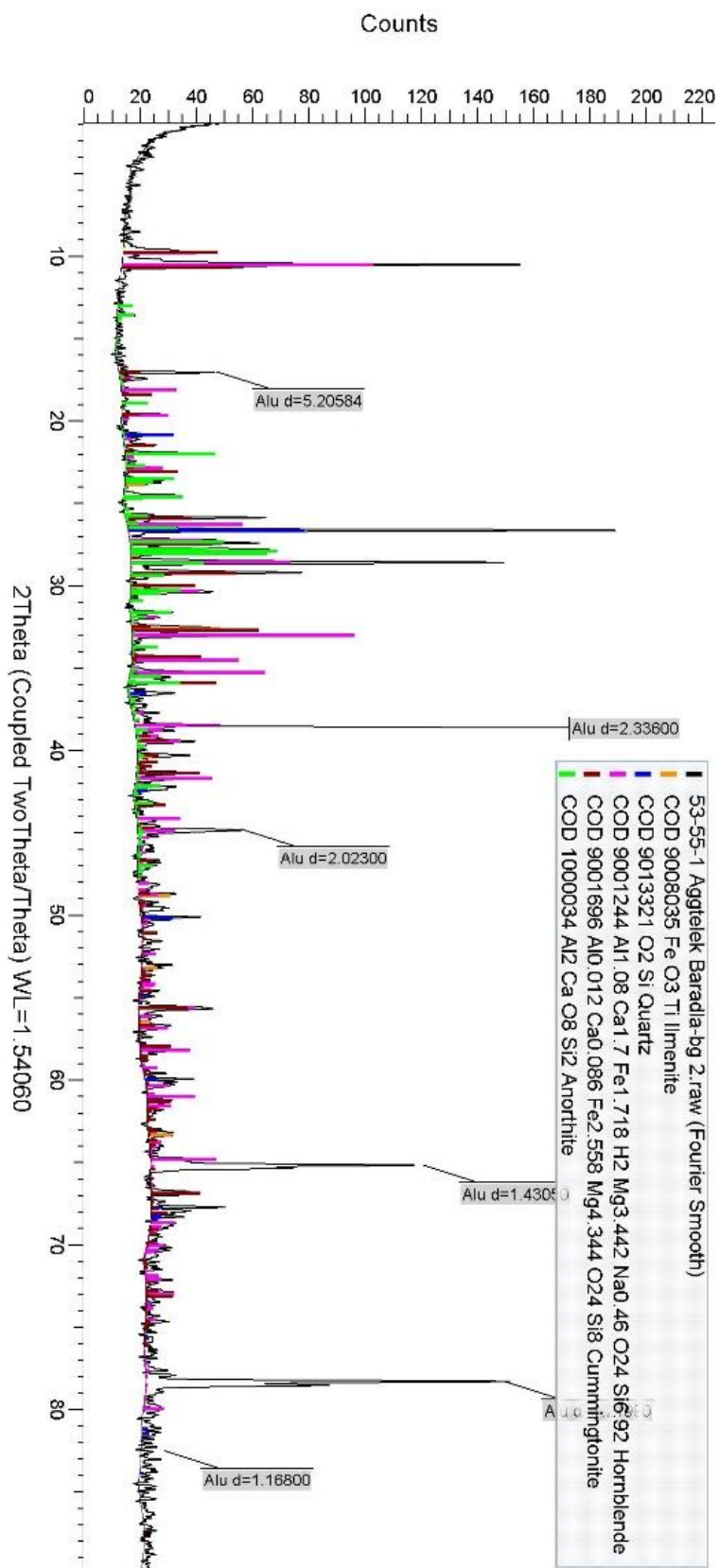
** H₂O sztöchiometrikus összetételből számolva: OH=4 apfu

VII. melléklet/4. táblázat folytatása

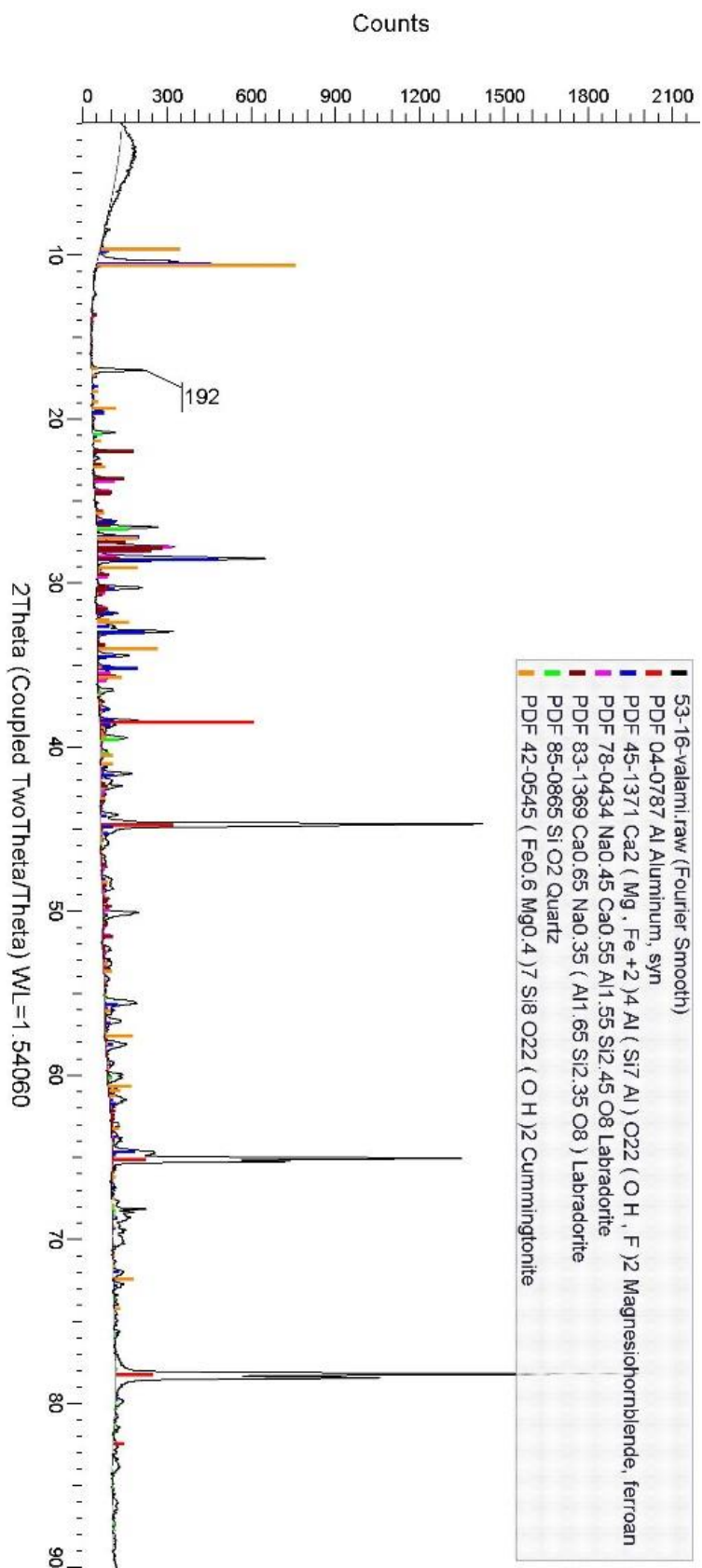
	CM04 Ph	CM06 Ph	CM06 Ph	CM10 Ph
SiO ₂	51,52	52,16	51,38	48,43
TiO ₂	0,11	0,14	0,09	0,20
Al ₂ O ₃	33,08	28,84	31,30	34,46
FeO*	3,24	4,28	3,54	1,96
MnO	0,06	0,00	0,07	0,09
MgO	2,76	2,77	2,72	2,78
CaO	0,21	1,68	0,99	0,39
Na ₂ O	0,98	0,27	0,45	0,79
K ₂ O	8,04	9,88	9,45	10,90
H ₂ O**	4,77	4,68	4,71	4,69
Összesen	100,00	100,02	99,99	100,00
Ionszámok 24 (O, OH) alapján számolva				
Si	6,48	6,69	6,54	6,19
Al ^{IV}	1,52	1,31	1,46	1,81
ΣT	8,00	8,00	8,00	8,00
Al ^{VI}	3,39	3,05	3,24	3,38
Ti	0,01	0,01	0,01	0,02
Fe	0,34	0,46	0,38	0,21
Mn	0,01	0,00	0,01	0,01
Mg	0,52	0,53	0,52	0,53
ΣO	4,26	4,05	4,15	4,15
Ca	0,03	0,23	0,14	0,05
Na	0,24	0,07	0,11	0,20
K	1,29	1,62	1,53	1,78
ΣI	1,56	1,91	1,78	2,03
OH	4,00	4,00	4,00	4,00

VII/5. táblázat: Kordieritek ásványkémiiai elemzési eredményei tömeg%-ban megadva a D26 jelű készletről.

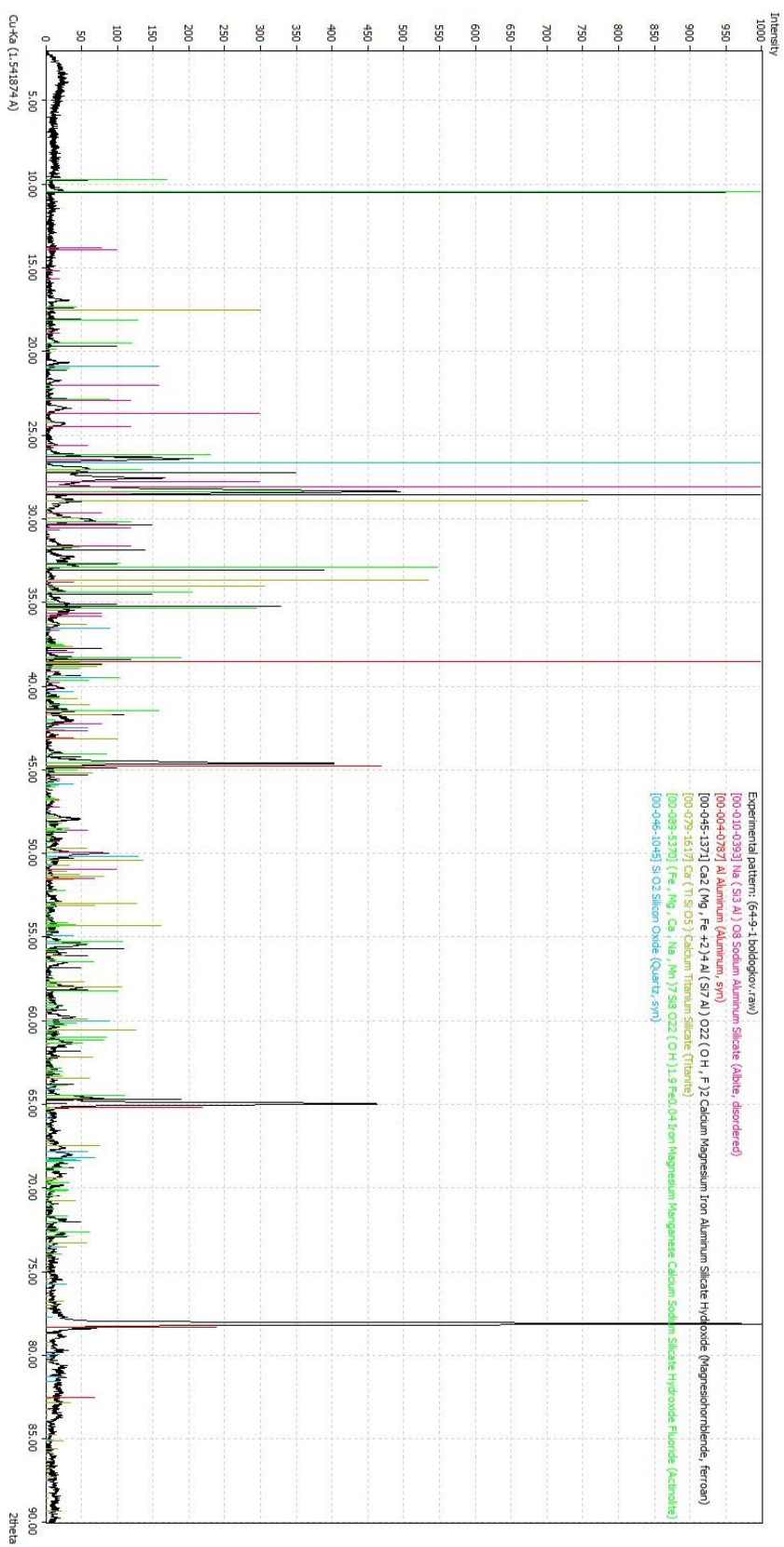
Minta	D26	D26	D26
SiO ₂	46,16	48,04	47,81
Al ₂ O ₃	33,79	34,88	34,85
FeO	6,16	5,04	5,41
MgO	12,19	10,45	10,62
CaO	0,12	0,09	0,05
Na ₂ O	1,49	1,36	1,14
K ₂ O	0,09	0,15	0,12
Összesen	100,00	100,01	100,00
Si	4,69	4,83	4,81
Al	4,05	4,13	4,13
Fe ²⁺	0,52	0,42	0,46
Mg	1,85	1,57	1,59
Ca	0,01	0,01	0,01
Na	0,29	0,27	0,22
K	0,01	0,02	0,02



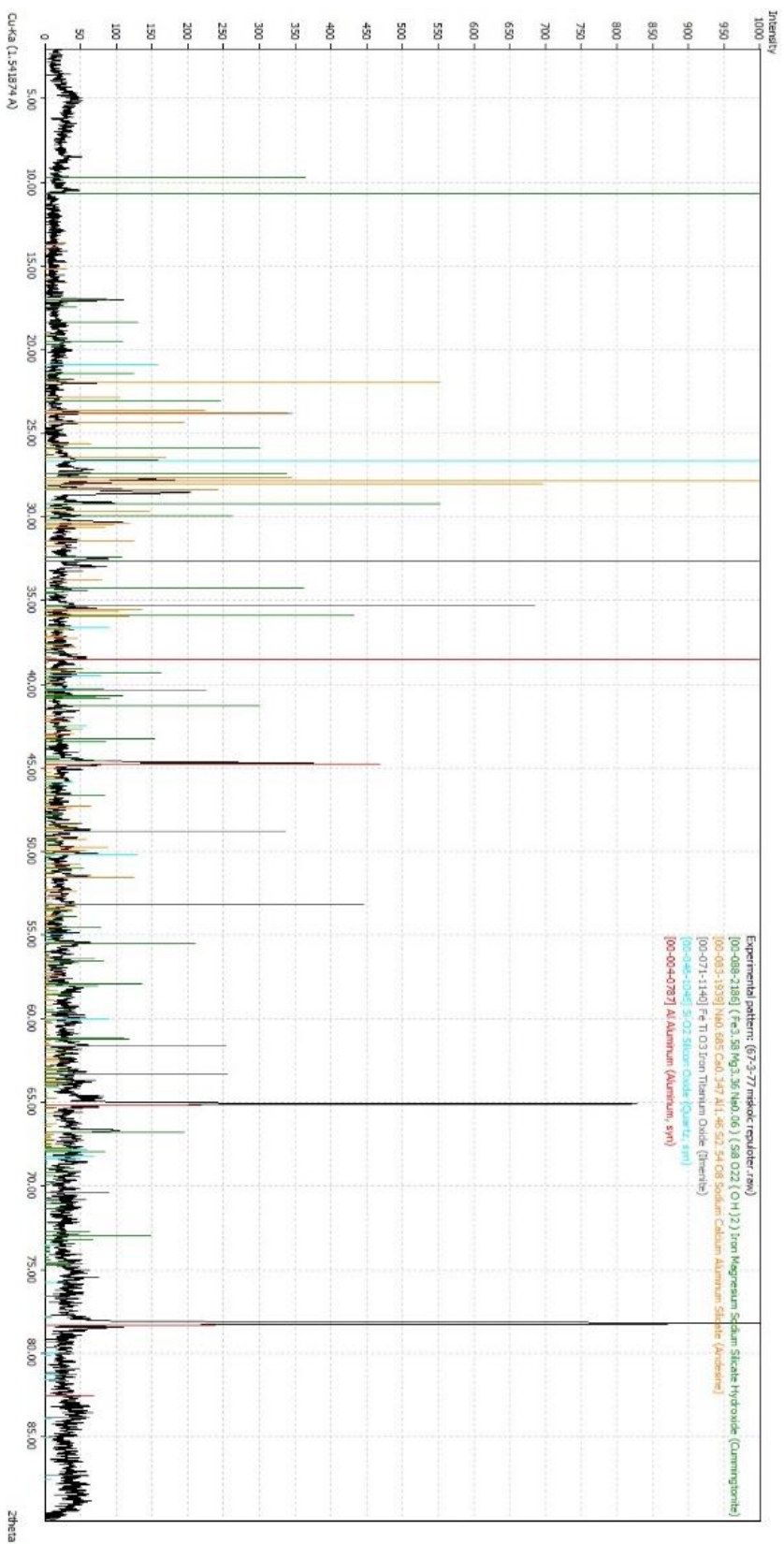
VII. melléklet/1. ábra: CM01 jelű kőbaltá XRD felvétele.



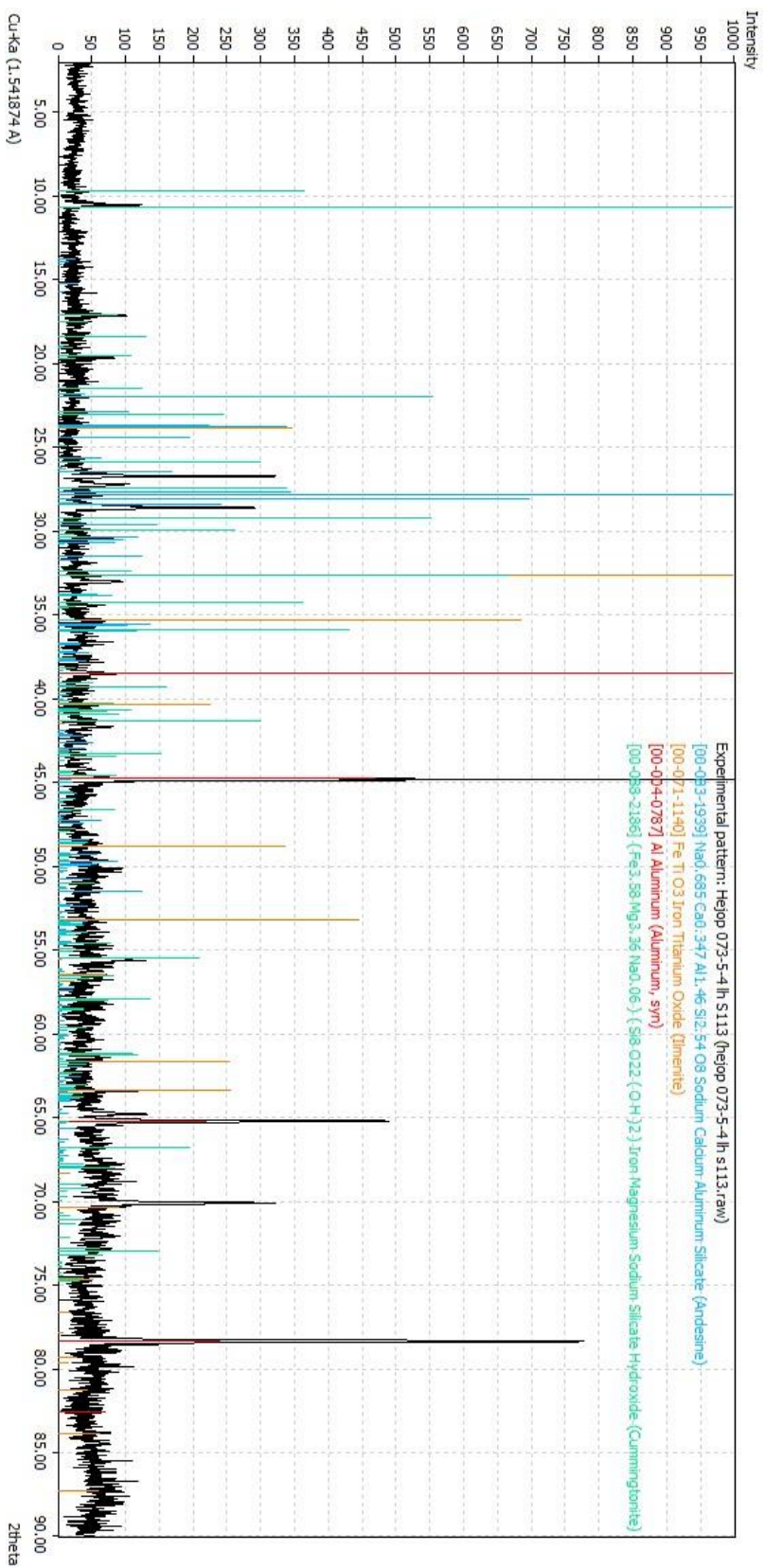
VII. melléklet/2. ábra: CM03 jelű köbaltu XRD felvétele.



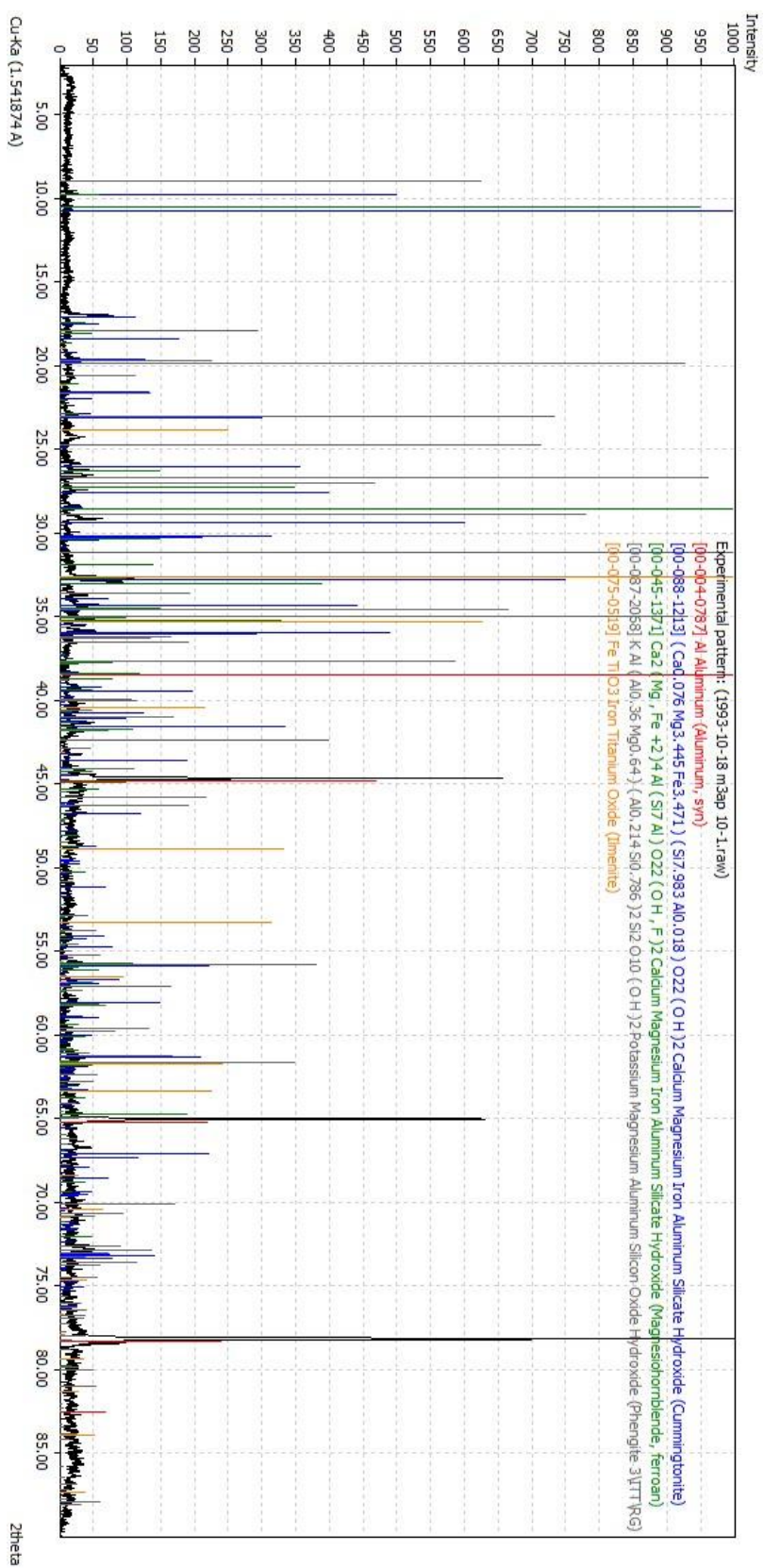
VII. melléklet/3. ábra: CM05 jelű köbaltu XRD felvétele.



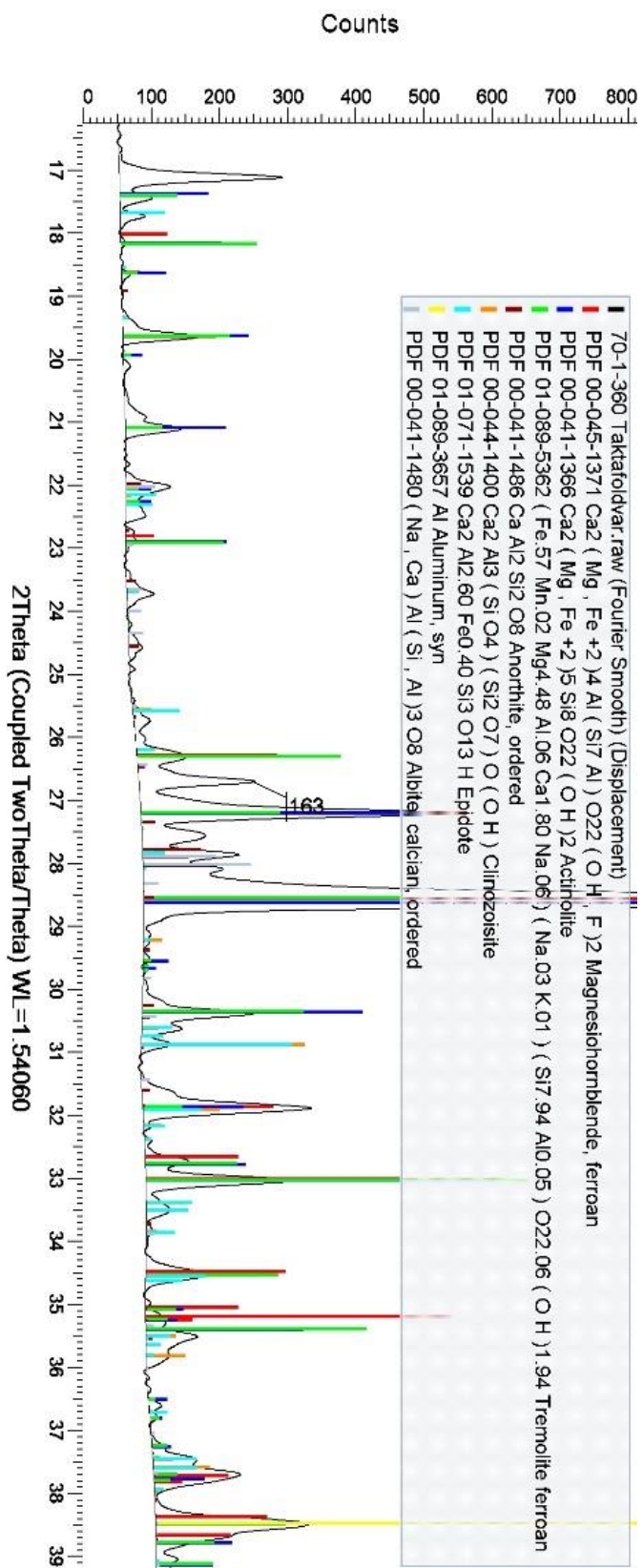
VII. melléklet/4. ábra: CM06 jelű kőbaltá XRD felvétele.



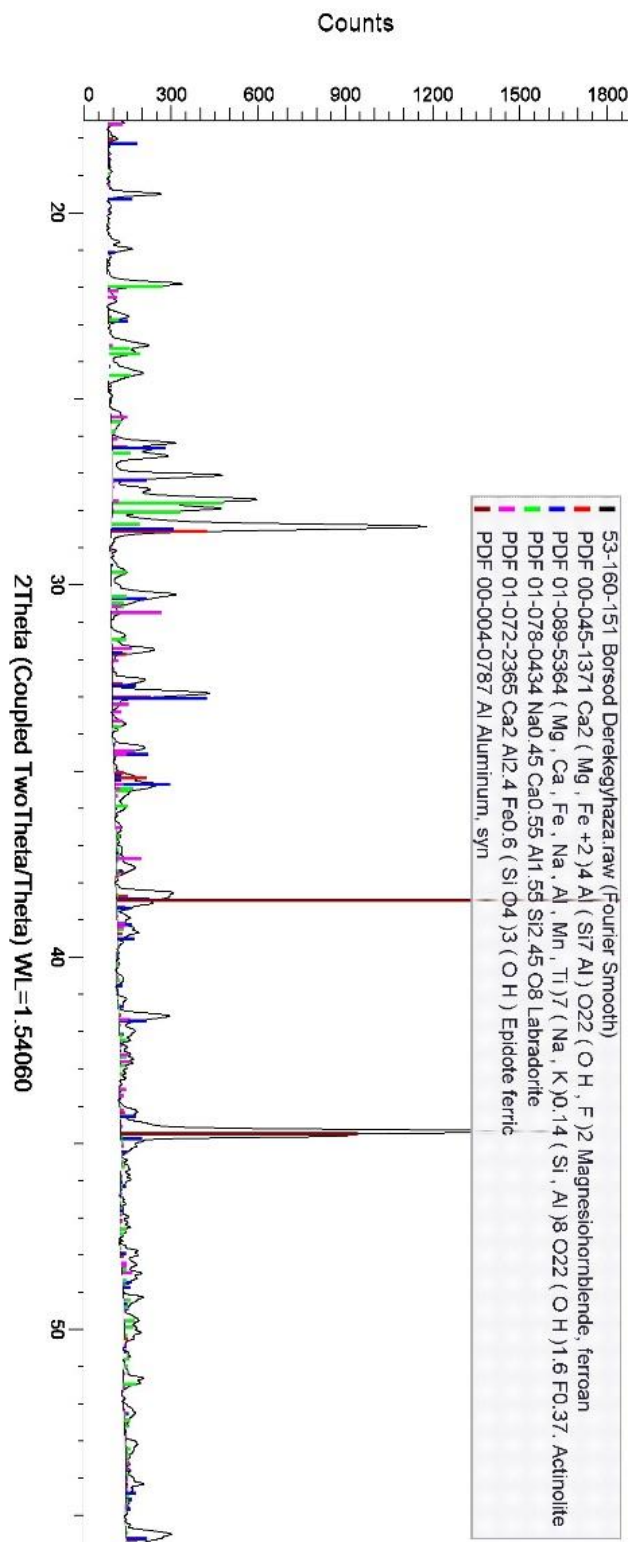
VII. melléklet/5. ábra: CM09 jelű köbalt XRD felvétele.



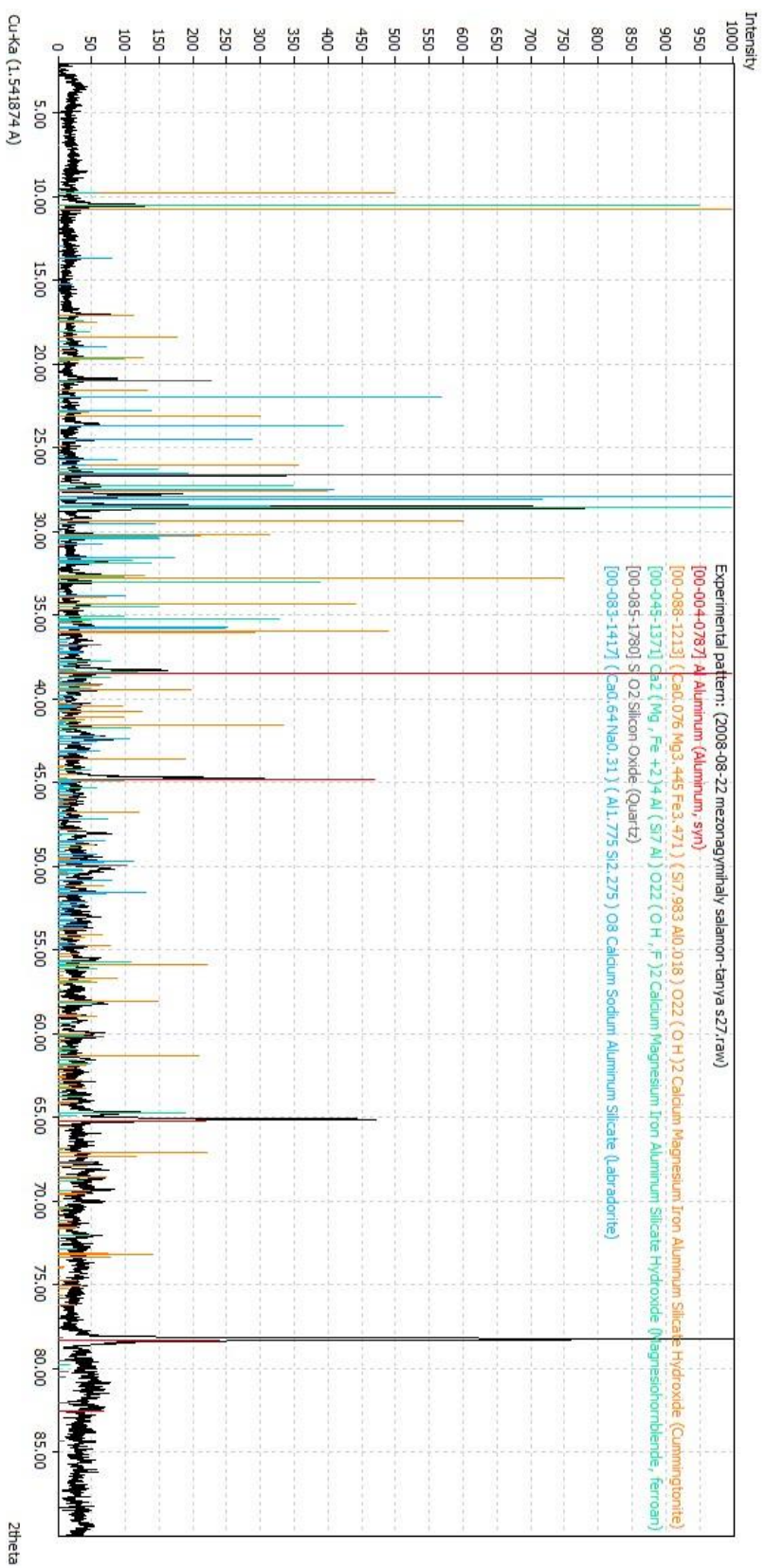
VII. melléklet/6. ábra: CM10 jelű köcszköz XRD felvétele.



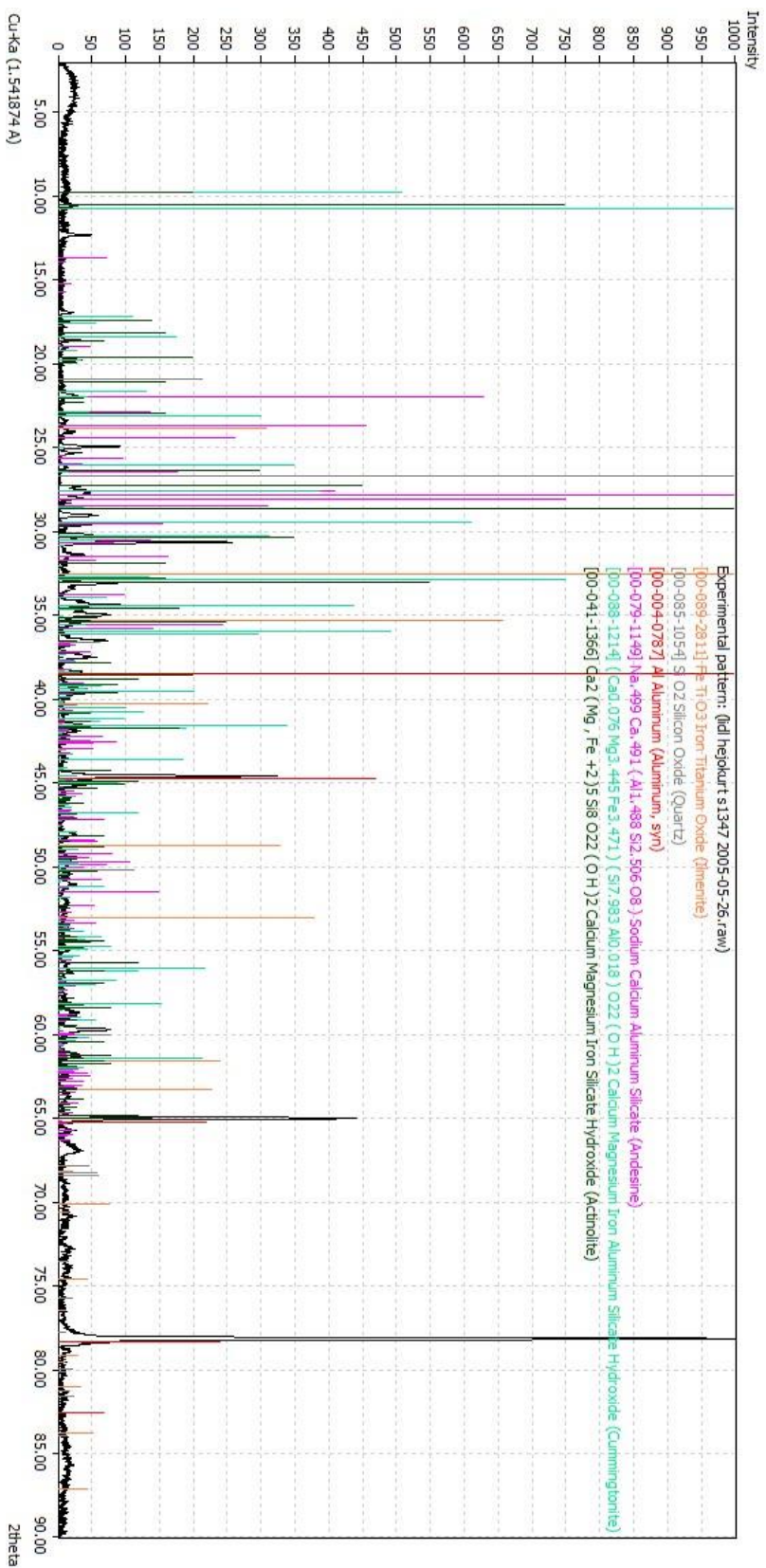
VII. melléklet/9. ábra: CM07 jelű köbalt XRD felvétele.



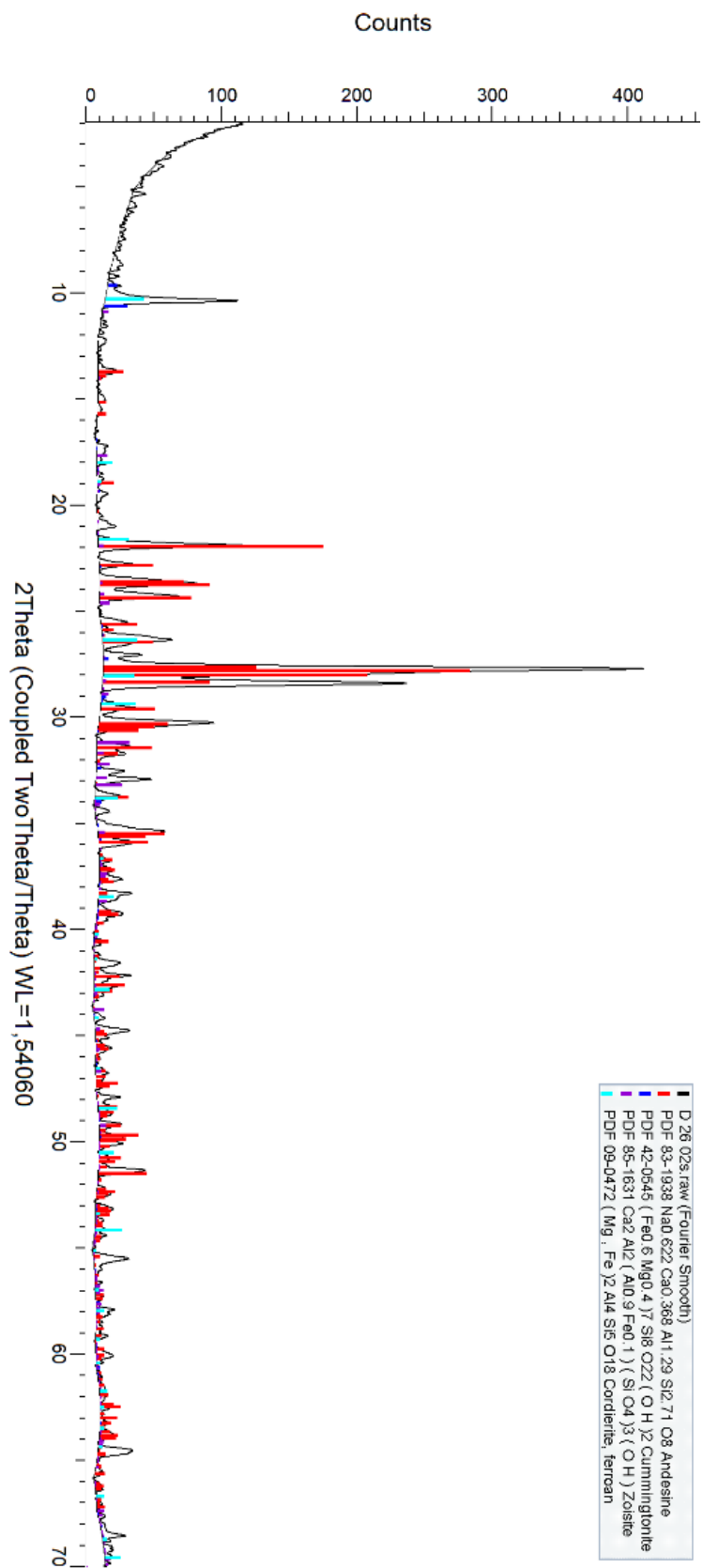
VII. melléklet/10. ábra: C05 jelű kőbaltá XRD felvétele.



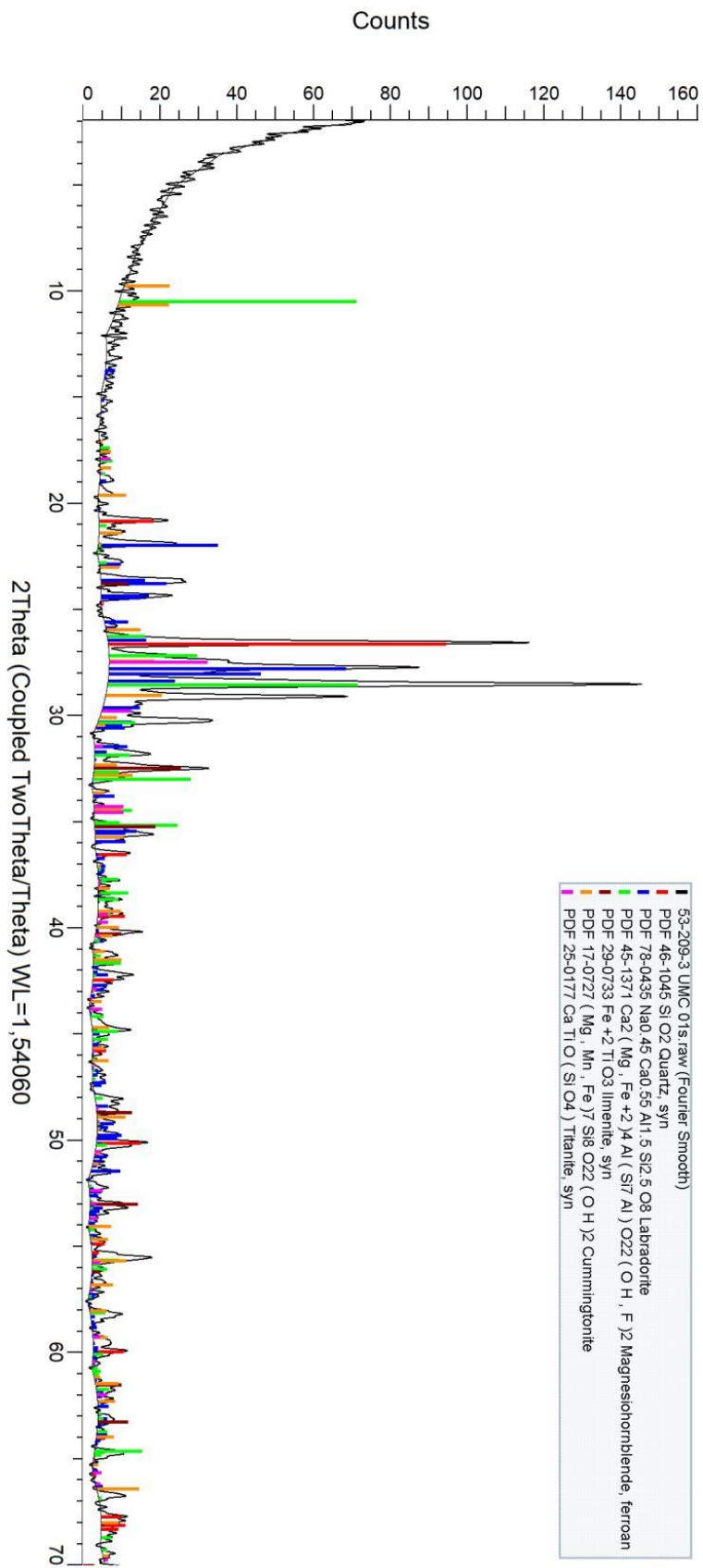
VII. melléklet/1. ábra: B10 jelű kőbalt XRD felvétele.



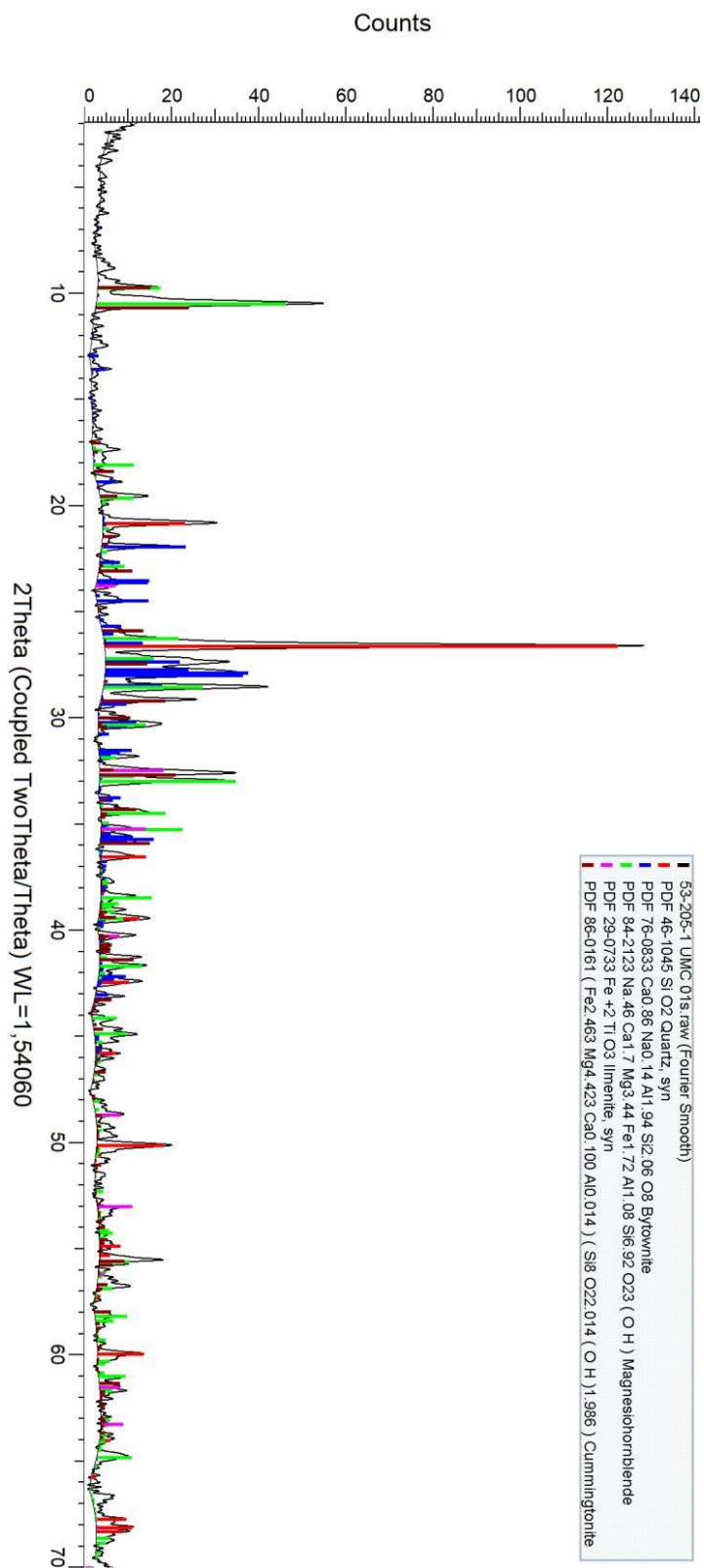
VII. melléklet/12. ábra: D11 jelű kőbaltá XRD felvétele.



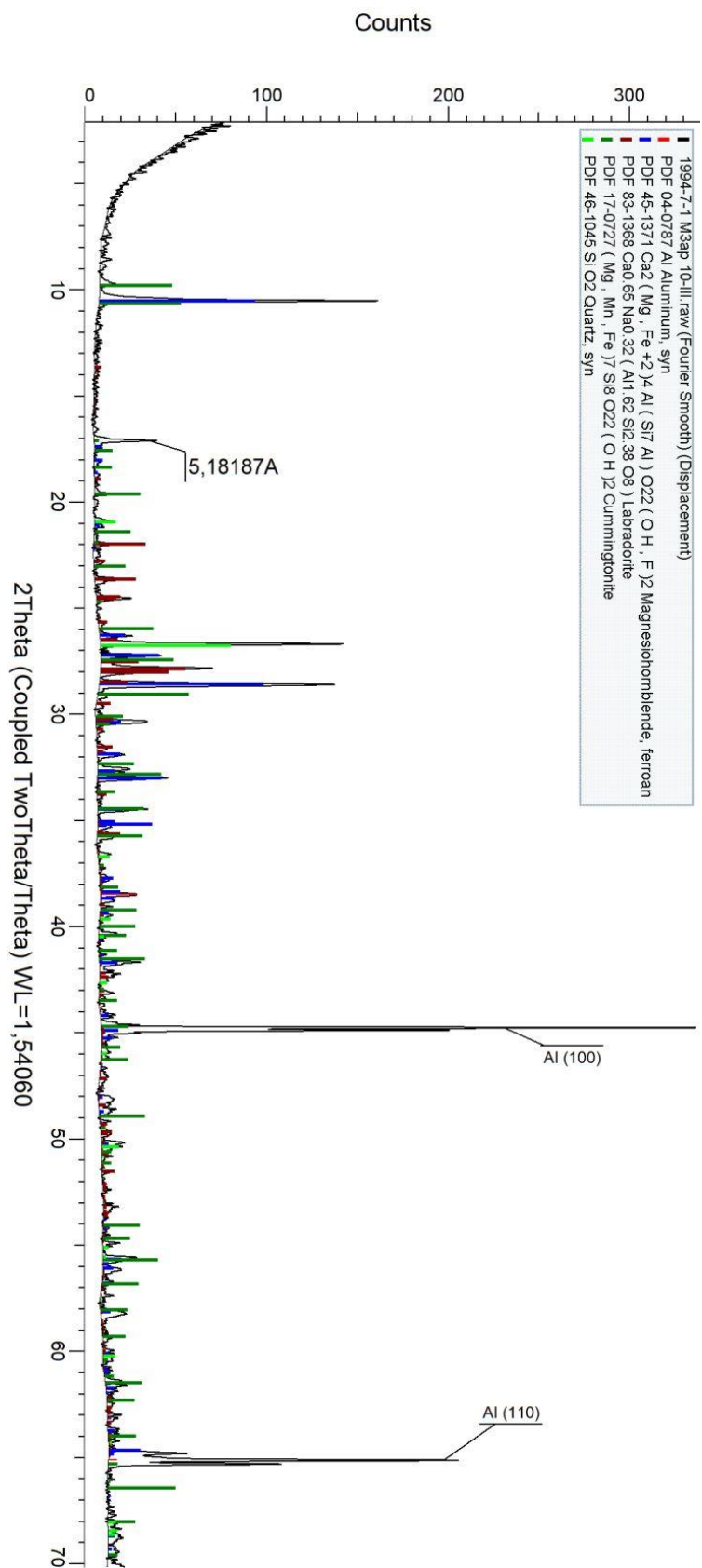
VII. melléklet/13. ábra: D26 jelű kőbaltá XRD felvétele.



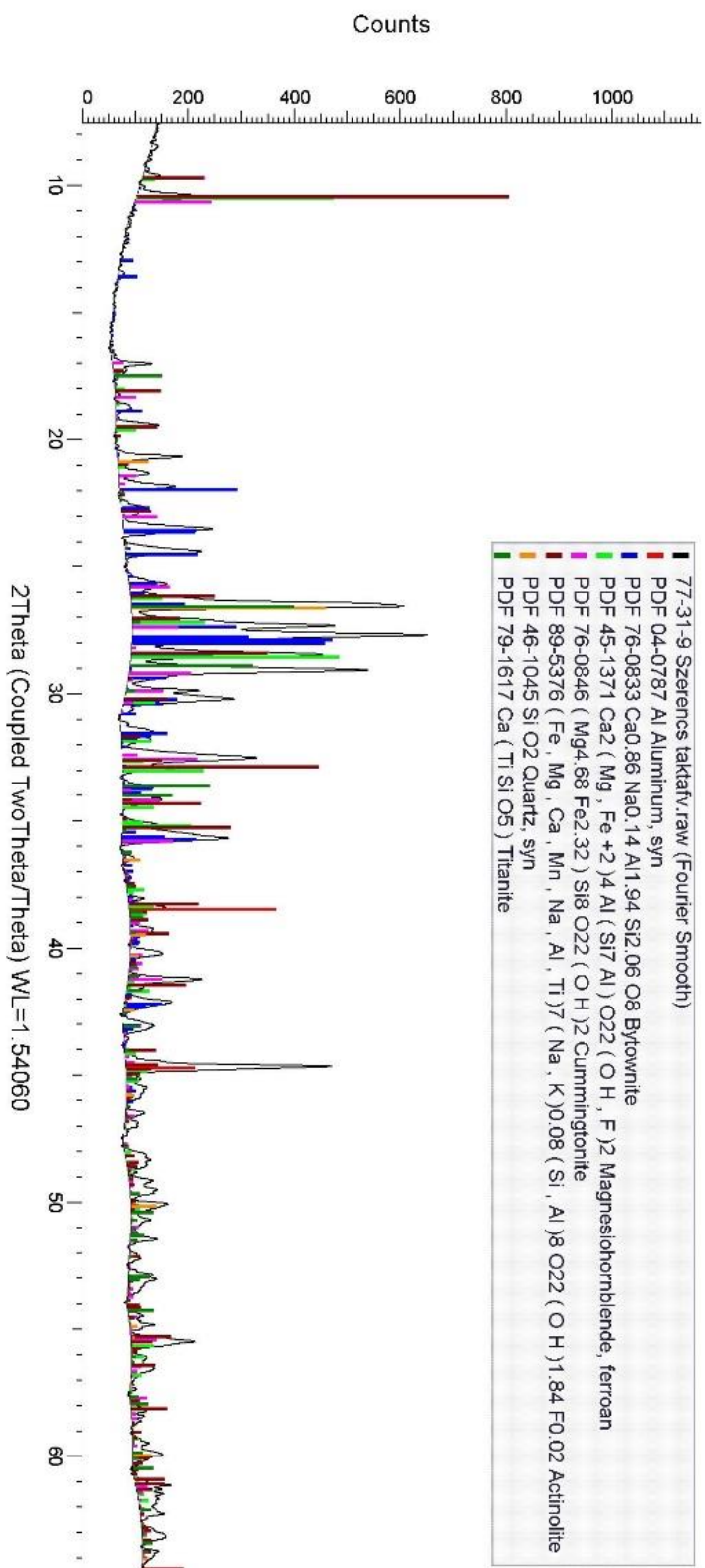
VII. melléklet/14. ábra: CM11 jelű köbaltu XRD felvétele.



VII. melléklet/15. ábra: CM12 jelű kőbalt XRD felvétele.



VII. melléklet/16. ábra: CM13 jelű kőbaltá XRD felvétele.



VII. melléklet/17. ábra: CM14 jelű kőbaltá XRD felvétele.

VIII. melléklet/1. táblázat: Zöldpala kőeszközökön elvégzett különböző vizsgálatok és a kőeszközök régészeti tipologizálása. (Rövidítések: I: igen, N: nem, * eredeti felszín módszerrel elemezve).

Minta	Leltáriszám	Régészeti lelőhely	EDS/SEM	PGAA	XRD	MS	Régészeti tipológia	Kor	Kultúra
	53.160.18*	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	I	I	N	0,51	Laposbalta	Középső neolitikum	Bükk AB, B-C
	53.160.21*	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	I	I	I	1,21	Laposbalta	Középső neolitikum	Bükk AB, B-C
	53.160.143*	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	I	N	N	0,43	Laposbalta	Középső neolitikum	Bükk AB, B-C
D03	67.3.76	Miskolc, Repülőtér, homokbánya	I	I	N	0,55	Laposbalta	Középső neolitikum	AVK, Bükk AB

VIII. melléklet/2. táblázat: Zöldpala kőeszközök teljes kőzetkémia (PGAA) eredményei. A főelemek tömeg%-ban, a nyomelemek ppm-ben vannak megadva. (Rövidítés: <D.L.: detektálási határ alatt.).

Minta	53.160.18	53.160.21	D03
SiO₂	47,38	47,56	48,79
TiO₂	2,27	2,21	1,79
Al₂O₃	14,25	13,11	14,73
Fe₂O₃*	13,31	13,47	11,10
MnO	0,15	0,20	0,14
MgO	6,00	8,59	6,15
CaO	10,04	8,07	11,67
Na₂O	3,13	3,15	2,24
K₂O	0,20	0,09	0,04
H₂O	3,12	3,40	3,25
SO₃	<D.L.	<D.L.	<D.L.
Összesen	99,84	99,84	99,89
B	0	0	0
Cl	0	0	0
Sc	0	0	0
Co	<D.L.	<D.L.	<D.L.
Ni	<D.L.	<D.L.	<D.L.
Nd	0	0	0
Sm	0	0	0
Gd	0	0	0

* Összes vas Fe₂O₃-ként mérve.

VIII. melléklet/3. táblázat: Zöldpala köeszközökből elemzett amfibolok ásványkémiai elemzési eredményei tömeg%-ban megadva.

	53.160.21	53.160.21	53.160.18	53.160.18	53.160.18	53.160.143	53.160.143
SiO ₂	55,93	56,26	56,14	57,37	53,57	53,13	56,01
TiO ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,20
Al ₂ O ₃	2,53	0,99	3,41	1,81	8,38	6,59	4,10
MnO	0,18	0,06	0,07	0,11	0,00	0,44	0,42
FeO*	12,74	12,99	11,75	7,74	12,53	9,92	10,56
Fe ₂ O ₃ *	0,00	0,00	0,00	1,86	0,00	2,42	0,00
MgO	14,93	15,50	15,65	17,89	12,85	16,15	14,22
CaO	11,02	11,77	9,95	9,32	8,73	6,56	10,70
Na ₂ O	0,55	0,34	0,94	1,80	1,86	2,21	1,14
K ₂ O	0,07	0,03	0,02	0,00	0,00	0,23	0,58
H ₂ O**	2,07	2,06	2,09	2,10	2,08	2,08	2,08
Összesen	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Kationszámok 23 oxigénre							
Si	7,95	8,02	7,92	8,00	7,57	7,49	7,91
Al	0,05	0,00	0,08	0,00	0,43	0,51	0,09
ΣT	8,00	8,02	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02
Al	0,38	0,17	0,48	0,29	0,97	0,59	0,59
Fe ³⁺	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,26	0,00
Mn ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
Fe ²⁺	1,46	1,54	1,23	0,79	1,33	0,73	1,25
Mg	3,16	3,30	3,29	3,72	2,71	3,40	2,99
ΣC	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,90
Mn ²⁺	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,05	0,00
Fe ²⁺	0,05	0,01	0,16	0,11	0,15	0,44	0,00
Ca	1,68	1,80	1,50	1,39	1,32	0,99	1,62
Na	0,15	0,10	0,26	0,49	0,51	0,52	0,31
ΣB	1,90	1,91	1,93	2,00	1,99	2,00	1,93
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00
K	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	0,10
ΣA	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,13	0,10
Fajnév	Act	Act	Act	Act	Win	Win	Mg-hb

* Összes vas FeO-ként mérve. FeO/Fe₂O₃ arány az ACES Excel táblázat alapján számolva Locock (2014) után.

** H₂O sztöchiometrikus összetételből számolva: OH=2 apfu

VIII. mellélet/4. táblázat: Piroxén elemzések eredményei az 53.160.143 jelű zöldpala kőeszközből (tömeg%-ban megadva).

	53.160.143	53.160.143	53.160.143	53.160.143	53.160.143
SiO ₂	54,74	52,06	56,24	58,23	56,84
TiO ₂	0,37	0,39	0,30	0,26	0,34
Al ₂ O ₃	1,50	7,07	3,22	0,76	0,67
FeO	12,54	13,78	11,70	9,27	11,03
MnO	0,41	0,74	0,55	0,30	0,56
MgO	14,43	10,42	14,01	18,50	16,35
CaO	15,48	14,28	12,75	12,10	13,71
Na ₂ O	0,24	0,67	0,79	0,42	0,32
K ₂ O	0,30	0,59	0,43	0,17	0,18
Összesen	100,01	100,00	99,99	100,01	100,00
Kationok 6 oxigénre számolva					
Si	2,03	1,94	2,05	2,09	2,07
Al ^{IV}	0,07	0,31	0,14	0,03	0,03
Ti	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Fe ²⁺	0,39	0,43	0,36	0,28	0,34
Mn	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02
Mg	0,80	0,58	0,76	0,99	0,89
Ca	0,61	0,57	0,50	0,47	0,54
Na	0,02	0,05	0,06	0,03	0,02
K	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01
Összesen	3,95	3,93	3,91	3,91	3,92
En	0,41	0,33	0,40	0,49	0,44
Fs	0,28	0,35	0,33	0,28	0,29
Wo	0,31	0,32	0,26	0,23	0,27

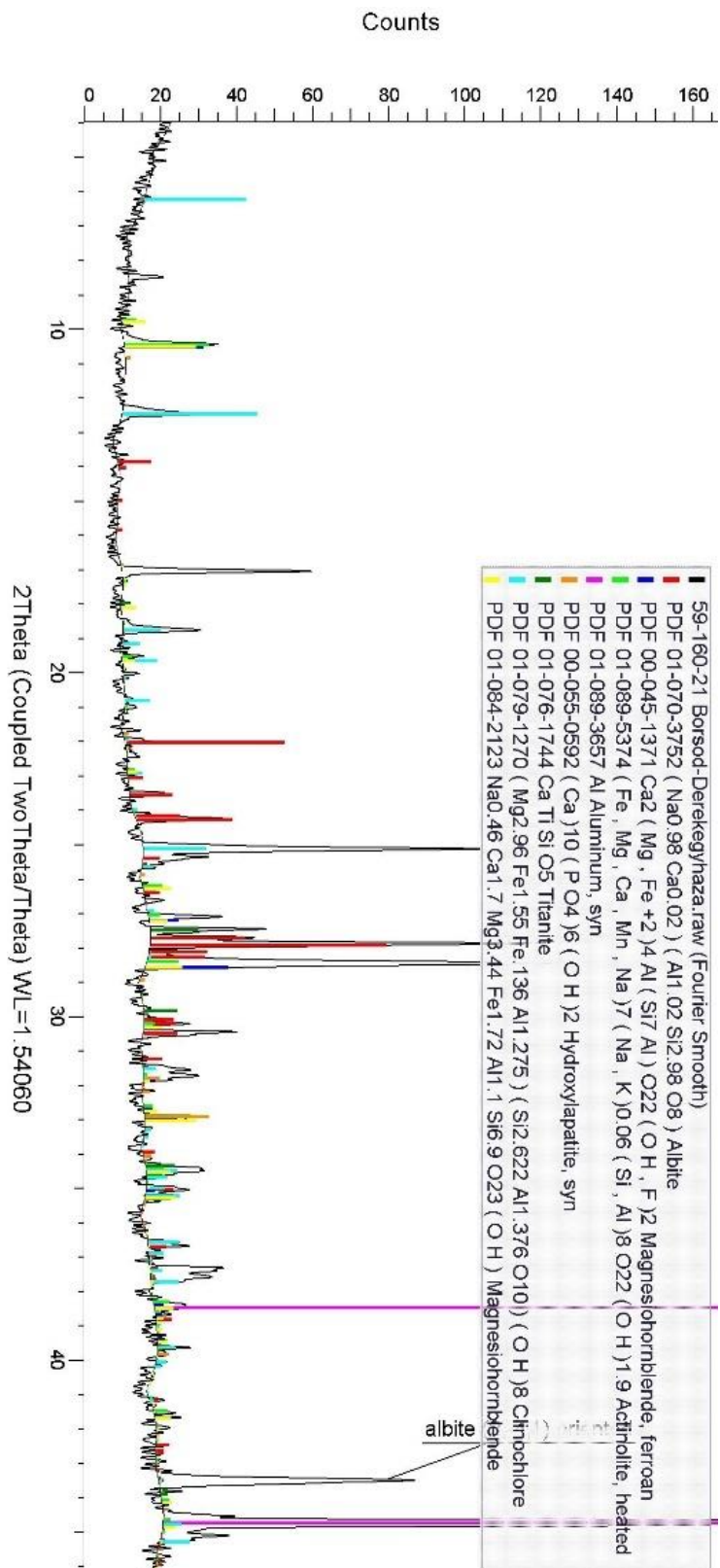
* Összes vas FeO-ként mérve. FeO/Fe₂O₃ arány a sztöchiometria alapján számolva: összes kationtartalom = 4 apfu.

VIII. melléklet/5. táblázat: Kloritok ásványkémiái elemzési eredményei tömeg%-ban megadva.

	D03	D03	D03	D03	53.160.18	53.160.18
SiO ₂	28,01	29,80	26,95	28,78	30,94	32,77
TiO ₂	0,12	0,06	0,03	0,02	0,00	0,00
Al ₂ O ₃	20,81	19,33	21,65	20,11	25,08	24,81
FeO*	22,68	21,51	23,38	22,19	12,31	8,70
MnO	0,20	0,19	0,23	0,21	0,04	0,00
MgO	16,22	16,61	15,84	16,48	18,66	19,79
CaO	0,24	0,50	0,18	0,41	0,13	0,24
Na ₂ O	0,04	0,06	0,07	0,03	0,39	0,97
K ₂ O	0,00	0,17	0,03	0,04	0,04	0,10
H ₂ O**	11,69	11,77	11,64	11,73	12,41	12,63
Összesen	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Ionszámok 18 (O, OH) anionra számolva						
Si	2,88	3,04	2,78	2,94	2,99	3,11
Al ^{IV}	1,13	0,96	1,22	1,06	1,01	0,89
Al ^{VI}	1,39	1,36	1,41	1,37	1,84	1,89
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe ²⁺	1,95	1,83	2,02	1,90	1,00	0,69
Mn	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00
Mg	2,48	2,52	2,43	2,51	2,69	2,80
Ca	0,03	0,05	0,02	0,05	0,01	0,02
Na	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07	0,18
K	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01
ΣX	5,87	5,82	5,91	5,85	5,62	5,60
O	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
OH	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Fe/(Fe+Mg)	3,48	3,52	3,43	3,51	3,69	3,80

* Összes vas FeO-ként mérve.

** H₂O sztöchiometria alapján számolva: OH=8 apfu.



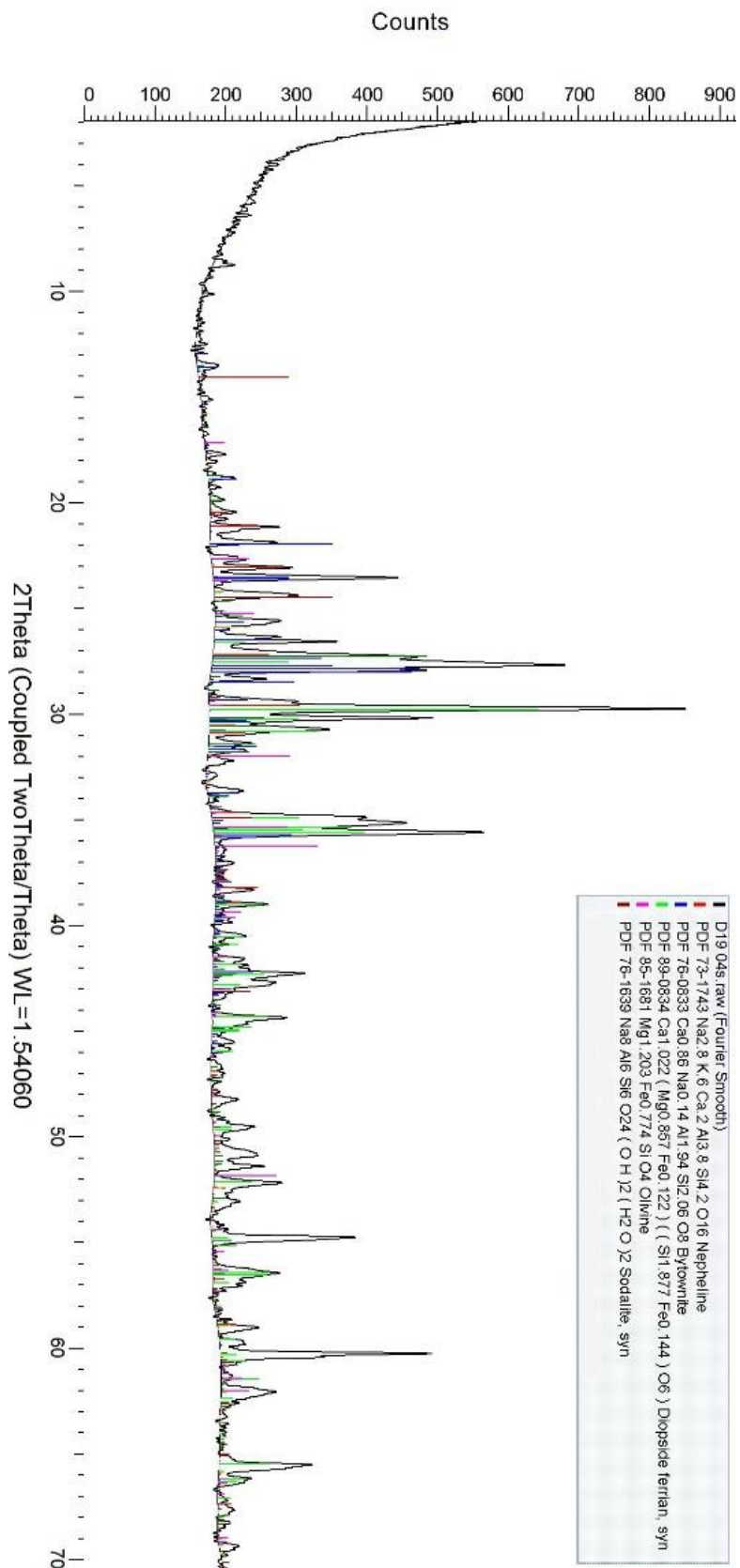
VIII/1. ábra: 53.160.21 jelű zöldpala köeszköz XRD felvétele.

IX. melléklet/1. táblázat: Kőzetkémiai eredmények. A főelemek tömeg%-ban megadva. Az oxidok mennyiségét az elemi koncentrációból számoltuk az oxidációs számok alapján. 1. D19 jelű kőbalta (üveghomokkal kevert minta); 2. Bolgáromi kőfejtő: alkáli bazalt (üveghomokkal kevert minta); 3. Bolgáromi kőfejtő: alkáli bazalt; 4. Bolgárom: limburgitoid bazanit (FORGÁČ, 1970); 5. Koradovce: nefelin bazanit (FORGÁČ, 1970); 6. Filakovo: nefelin bazanit (FORGÁČ, 1970); 7. Belina: nefelin bazanit (FORGÁČ, 1970); 8. Badzovce: nefelin bazanit (FORGÁČ, 1970); 9. Borkul-Bagac: nefelin bazanit (FORGÁČ, 1970); 10. Észak-magyarországi bazaltterületek átlag kőzetkémiaiája (JUGOVUCS, 1974); 11. Bolgáromi kőfejtő: bazanit (HAKULINOVÁ et al., 2011) 12. Bolgáromi felhagyott kőbánya: bazanit (HAKULINOVÁ et al., 2011). (Rövidítés: n.a.=nincsenek adatok).

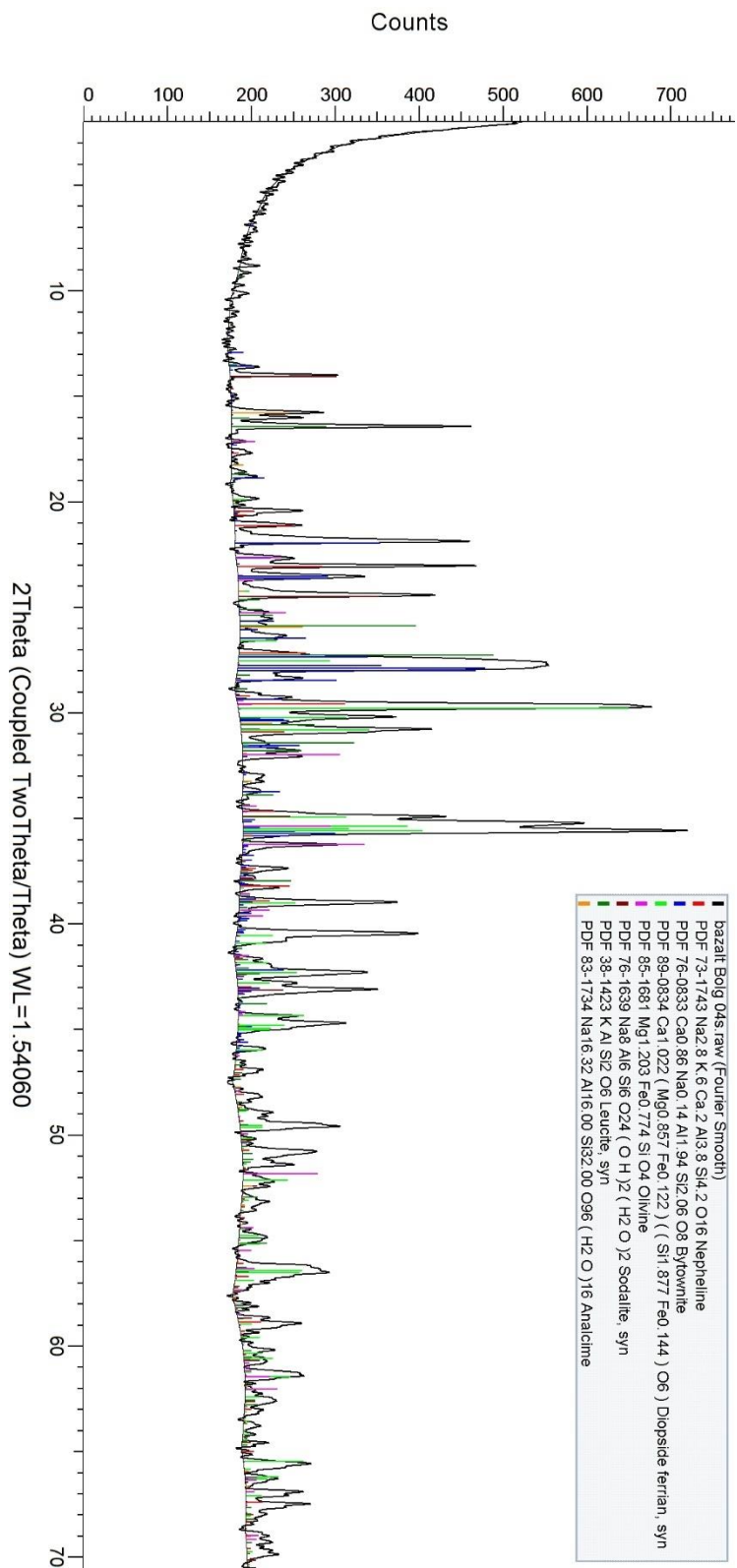
Minta	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
SiO₂	n.a.	n.a.	46,2	45,53	44,92	44,23	48,53
TiO₂	2,25	2,12	1,80	2,70	1,88	2,66	1,88
Al₂O₃	n.a.	n.a.	15,3	10,76	16,59	15,87	16,03
Fe₂O₃*	10,55	9,35	7,36	14,15	10,45	11,44	11,62
MnO	0,22	0,21	0,16	0,20	0,24	0,17	0,26
MgO	5,3	6,85	5,03	8,60	9,03	7,21	7,32
CaO	8,75	10,4	9,06	11,07	10,70	11,01	9,04
Na₂O	5,75	5,95	5,05	3,27	3,56	3,15	3,64
K₂O	2,95	3,25	2,23	1,83	2,10	1,30	1,36
P₂O₅	0,51	0,57	0,53	0,00	0,12	0,00	0,17
SO₃	0,08	0,05	0,01	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Minta	8.	9.	10.	11.	12.
SiO₂	46,53	42,75	46,62	45,60	46,04
TiO₂	1,71	1,93	1,75	2,24	2,25
Al₂O₃	18,21	14,42	17,53	16,73	16,47
Fe₂O₃*	8,93	9,82	9,62	9,43	9,05
MnO	0,32	0,32	n.a.	0,18	0,17
MgO	6,34	7,86	5,50	8,55	8,62
CaO	8,69	12,79	9,51	9,72	9,93
Na₂O	5,09	2,51	4,14	4,05	4,08
K₂O	2,90	1,57	2,19	2,42	2,30
P₂O₅	0,51	0,26	n.a.	0,60	0,56
SO₃	n.a.	n.a.	n.a.	0,01	0,04

* Összes vas Fe₂O₃-ként mérve.



IX. melléklet/1. ábra: D19 jelű kőbaltá XRD felvétele.



IX. melléklet/2. ábra: Bolgáromi alkali bazalt XRD felvétele.

X. melléklet/1. táblázat: Kőeszközökön elvégzett különböző vizsgálatok és a kőeszközök régészeti tipologizálása közettípusonként felsorolva. (Rövidítések: KP: kékpala, KP-ZP: kékpala-zöldpala, A: amfibolit, KM: kontakt metabázis, ZP: zöldpala, SZB: szodalitos bazalt, I: igen, N: nem).

Kőzet-típus	Leltárismétlés/vagy Mintaszám	Régészeti lelőhely	EDS/SEM	XRD	PGAA	MS	Régészeti tipológia	Korszak	Kultúra/fázis
KP	53.188.3/B40	Aggtelek, Baradla-barlang	I	N	N	0,64	Laposvésző	Középső Neolitikum	Tiszadob, Tiszadob-Bükk, Bükk AB, Bükk B
KP	53.160.22/B13	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	I	I	I	0,50	Laposvésző	Középső Neolitikum	Bükk AB, B-C
KP	53.160.145/B16	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	I	I	I	0,67	Kaptafa alakú balta	Középső Neolitikum	Bükk AB, B-C
KP	53.160.69/B19	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	I	I	I	1,57	Laposvésző	Középső Neolitikum	Bükk AB, B-C
KP	53.160.19/B25	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	I	I	I	0,34	Laposvésző	Középső Neolitikum	Bükk AB, B-C
KP	53.160.154/B26	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	I	I	N	n.a.	Laposvésző	Középső Neolitikum	Bükk AB, B-C
KP	53.160.26/B29	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	N	I	N	0,54	Laposvésző	Középső Neolitikum	Bükk AB, B-C
KP	53.160.12/B30	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	N	I	I	0,49	Laposvésző	Középső Neolitikum	Bükk AB, B-C
KP	53.160.15/B31	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	N	I	N	n.a.	Laposvésző	Középső Neolitikum	Bükk AB, B-C
KP	53.160.23/B38	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	I	N	N	n.a.	Laposvésző	Középső Neolitikum	BükkAB, B-C
KP	68.40.568/B32	Bükkaranyos/Földvár	N	I	N	0,57	Laposvésző	Neolitikum	Bükk B-C, szakállhát
KP	82.42.26/B28	Emőd	N	I	N	0,66	Laposvésző	Neolitikum	AVK, AVK2 vagy Tiszadob, Tiszadob-Bükk, Bükk B
KP	B08	Encs-Kelecsény 1983. 08. 22. IV/4.	I	I	N	4,51	Félkész laposvésző töredék	Középső Neolitikum	Tiszadob-Bükk
KP	58.46.1/D23	Fancsal, Devecseri-patakmeder	I	I	I	2,89	Félkész balta	Középső Neolitikum	AVK, AVK2, Tiszadob, Tiszadob-Bükk
KP	B14	Felsővadász-Várdomb 1982.08.13. I/4	I	I	I	0,65	Laposvésző töredék	Középső Neolitikum	Bükk B-C
KP	81.11.36/B15	Felsővadász-Várdomb	I	I	N	0,52	Laposvésző	Középső Neolitikum	Bükk B-C

Kőzet-típus	Leltáriszám és/vagy Mintaszám	Régészeti lelőhely	EDS/SEM	XRD	PGAA	MS	Régészeti tipológia	Korszak	Kultúra/fázis
KP	B33	Felsővadász-Várdomb 1984. 07. 23. VIII/4	N	I	N	0,35	Laposvéső	Középső Neolitikum	Bükk B-C
KP	B34	Felsővadász-Várdomb 1984. 07. 20. VIII/3	N	I	N	0,45	Laposvéső	Középső Neolitikum	Bükk B-C
KP	B35	Felsővadász-Várdomb 1984. 08. 06. XIV/3	N	I	N	0,25	Laposvéső	Középső Neolitikum	Bükk B-C
KP	B37	Felsővadász-Várdomb 1984. 07. 23. IX/4	N	I	N	0,26	Kaptafa alakú balta	Középső Neolitikum	Bükk B-C
KP	C07	Felsővadász-Várdomb 1983.VIII. 08. V/2.	I	N	N	0,75	Kőbalta töredék	Középső Neolitikum	Bükk B-C
KP	B07	Garadna elkerülő út 2 lh. 2003.04.09. S52	I	I	N	5,76	Laposvéső töredék	Középső Neolitikum	Tiszadob-Bükk átmenet, Bükk AB, Bükk B-C
KP	B06	Hejőkürt, Lidl 3mh S1347 2005.05.26.	I	I	N	0,44	Laposvéső töredék	Neolitikum	Korai Tiszadob
KP	89.9.11/ B24	Karcsa, Béka-homok I.	I	I	N	0,18	Laposvéső	Neolitikum	Közöletlen
KP	53.365.1/ D14	Kelemér, Mohosvár	I	N	N	0,81	Laposvéső	Középső Neolitikum	Bükk
KP	63.27.1/ B18	Mezőnyárád	I	I	I	0,41	Nyelv alakú kőbalta	Neolitikum	Szórvány-lelet
KP	53.917.1/ B42	Miskolc, Görömböly, Tapolcai Várhegy, Földvár I. gödör	I	N	N	1,02	Kőbalta töredék	Neolitikum	Szilmeg, késő AVK-Tiszadob-Bükk I.
KP	83.23.1/ B39	Miskolc-Szirma, Fő u. 19.	I	N	N	0,47	Laposvéső	Neolitikum	Szórvány-lelet
KP	53.189.2/ B41	Sály, Töviskes	I	N	N	0,57	Laposvéső	Neolitikum	Közöletlen
KP	53.190.1/ B23	Sály-Vizfő	I	I	N	0,30	Laposvéső	Neolitikum	Szórvány-lelet
KP	53.238.12/ B02	Szirmabesenyő vagy környéke	I	I	N	0,52	Laposvéső	Középső Neolitikum	Bükk B
KP	53.238.8/ B27	Szirmabesenyő vagy környéke	N	I	I	0,51	Laposvéső	Neolitikum	Bükk, AVK, AB
KP	B01	Tiszavalk, Libapást	I	I	I	0,58	Laposvéső	Neolitikum	Szórvány-lelet
KP-ZP	53.160.144/ D16	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	I	N	N	0,39	Laposbalta	Középső Neolitikum	Bükk AB, Bükk B-C
KP-ZP	58.42.1/ D06	Fancsal-Tsz kert	I	I	N	0,57	Laposbalta	Neolitikum	Szórvány-lelet
KP-ZP	53.198.1/ D10	Szendró és környéke	I	I	N	0,49	Laposbalta	Neolitikum	Szórvány-lelet

Kőzet-típus	Leltárismétlés/vagy Mintaszám	Régészeti lelőhely	EDS/SEM	XRD	PGAA	MS	Régészeti tipológia	Korszak	Kultúra/fázis
KP-ZP	53.893.1*	Parasznya, Kőlyuk-barlang	I	I	N	0,53	Laposbalta	Középső neolitikum	Tiszadob - Bükk, Bükk AB, Bükk B
A	53.250.1/D13	Bereg-megye	I	N	N	0,68	Laposbalta	Neolitikum	Szörvény-lelet
A	53.160.20/D21	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	I	I	N	8,52	Kaptafa alakú balta	Középső neolitikum	Bükk AB, B-C
A	53.160.11/D30	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	I	I	I	1,69	Laposbalta	Középső neolitikum	Bükk AB, B-C
A	53.160.31a/D31	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	I	N	I	1,44	Laposbalta	Középső neolitikum	Bükk AB, B-C
A	53.160.31b/D32	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	I	I	I	0,31	Kaptafa alakú balta	Középső neolitikum	Bükk AB, B-C
A	53.160.150/D33	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	I	I	N	29,62	Laposbalta	Középső neolitikum	Bükk AB, B-C
A	67.12.1/D38	Egerlővő	N	I	I	0,49	Átfűrt nyéllyukas kőbalta	Neolitikum	Szörvény-lelet
A	53.208.1/D15	Emőd, Vaskópuszta	I	I	N	0,62	Laposbalta	Neolitikum	Szörvény-lelet
A	58.42.2/D04	Fancsal-kert	I	I	N	46,8	Laposbalta	Neolitikum	Szörvény-lelet
A	53.187.3b/D40	Hangács, Ludas-dűlő	N	I	I	1,79	Átfűrt nyéllyukas balta	Neolitikum	Szörvény-lelet
A	D05	Hejőkürt, Lidl 2mh. S2106 2005. 06. 14.	I	I	I	1,69	Laposbalta	Középső neolitikum	AVK
A	53.248.1/D12	Ismeretlen	I	I	N	n.a.	Laposbalta	Neolitikum	Szörvény-lelet
A	75.25.20/D47	Ismeretlen	I	N	N	0,61	Laposbalta	Neolitikum	Szörvény-lelet
A	53.119.1/D22	Meszes, Karola-dűlő	I	I	I	2,67	Laposbalta	Neolitikum	Szörvény-lelet
A	D18	Miskolc Aldi2 S153 2009. 09. 11.	I	I	N	24,33	Laposbalta	Középső neolitikum	AVK, Bükk
A	53.229.1/D34	Muhi, Bala-halom	I	I	N	n.a.	Laposbalta	Neolitikum	Szörvény-lelet
A	70.1.23/B04	Szerencs-Taktaföldvár	I	I	N	0,73	Laposbalta	Késő neolitikum	Tisza

Kőzet-típus	Leltárismétlés/vagy Mintaszám	Régészeti lelőhely	EDS/SEM	XRD	PGAA	MS	Régészeti tipológia	Korszak	Kultúra/fázis
A	70.1.24/B05	Szerencs-Taktaföldvár	I	I	N	0,63	Laposbalta	Késő neolitikum	Tisza
A	74.44.15/B12	Szerencs-Taktaföldvár	I	I	I	6,47	Laposbalta	Késő neolitikum	Tisza
A	70.1.149/D02	Szerencs-Taktaföldvár	I	I	N	0,52	Laposbalta	Késő neolitikum	Tisza
A	74.44.11/D17	Szerencs-Taktaföldvár	I	I	N	0,39	Laposbalta	Késő neolitikum	Tisza
A	70.1.206/D35	Szerencs-Taktaföldvár	N	I	I	0,38	Balta-töredék	Késő neolitikum	Tisza
A	74.44.14/D41	Szerencs-Taktaföldvár	N	I	I	n.a.	Laposbalta	Késő neolitikum	Tisza
A	53.238.5/D08	Szirmabesenyő és környéke	I	I	N	17,17	Laposbalta	Középső neolitikum	Bükk AB, AVK
A	53.206.3/C02	Tiszadorogma	I	I	I	10,51	Laposbalta	Középső neolitikum	AVK
A	53.206.2/D48	Tiszadorogma	I	N	N	0,56	Nyelv-alakú balta	Középső neolitikum	AVK
A	72.11.303/D45	Tiszavalk, Kenderföldék	I	N	I	0,85	Laposbalta	Középső neolitikum	AVK
A	67.13.2/D39	Tolcsva környéke	N	I	I	n.a.	Kaptafa alakú balta	Neolitikum	Szórvány-lelet
KM	53.55.1/CM01	Aggtelek, Baradla-barlang	I	I	I	0,46	Laposbalta	Késő neolitikum	Tiszadob, Tiszadob-Bükk, Bükk AB, Bükk B
KM	64.9.1/CM05	Boldogkővárja, Erdésház	I	N	I	0,78	Trapéz alakú balta	Középső neolitikum	Tiszadob, Tiszadob-Bükk, Bükk AB
KM	53.160.147/B17	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	I	I	N	0,98	Tört laposbalta	Középső neolitikum	Bükk AB, B-C
KM	53.160.151/C05	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	I	I	I	20,77	Kaptafa alakú balta	Középső neolitikum	Bükk AB, B-C
KM	53.160/CM03	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	I	N	I	0,81	Laposbalta	Középső neolitikum	Bükk AB, B-C
KM	53.209.3/CM11	Cserépfalu	N	I	N	0,59	Laposbalta	Neolitikum	Szórvány-lelet
KM	C09	Encs-Kelecsény 1983. I. szv. 3. ány.	I	I	N	n.a.	Baltatöredék	Középső neolitikum	Tiszadob, Tiszadob-Bükk
KM	B20	Felsővadász-Várdomb 1984. 07.25. 8. szv. 6. ány.	I	I	N	0,96	Laposbalta	Középső neolitikum	Bükk B-C

Kőzet-típus	Leltáriszám és/vagy Mintaszám	Régészeti lelőhely	EDS/SEM	XRD	PGAA	MS	Régészeti tipológia	Korszak	Kultúra/fázis
KM	53.205.1/CM12	Gelej	N	I	N	0,63	Laposbalta	Neolitikum	Szórvány-lelet
KM	D11	Hejőkürt, Lidl 3. mh. S1347 2005.05.26b	I	I	I	0,63	Baltatöredék	Középső neolitikum	AVK
KM	CM09	Hejőpapi 073/5 4. lh. S113	I	I	I	0,42	Laposbalta	Középső neolitikum	AVK vagy Tiszadob
KM	60.20.2/D01	Hernádcéce, Miszlónka-tető	I	I	N	0,55.	Baltatöredék	Középső neolitikum	AVK-Tiszadob vagy Tiszadob
KM	60.20.3/D25	Hernádcéce, Miszlónka-tető	I	I	N	0,35	Átfűrt balta töredék	Középső neolitikum	AVK-Tiszadob vagy Tiszadob
KM	CM10	M3 autópálya 10. lh. 1993.10.18. 48. obj.	I	I	I	1,04	Laposbalta	Középső neolitikum	AVK3, korai Tiszadob, Tiszadob-Bükk, Szakálhát
KM	CM13	M3 autópálya 10. lh. 1994. VII. 1. III. szv.	N	N	I	0,42	Laposbalta	Középső neolitikum	AVK3, korai Tiszadob, Tiszadob-Bükk, Szakálhát
KM	B11	Mezőkövesd, Nagy-Fertő M3 76. lh. S89 2002.06.26-27.	I	I	N	0,38	Laposbalta	Középső neolitikum	AVK, Szakálhát
KM	S26	Mezőnagymihály Salamon-tanya 2008.08.22 S26	I	I	I	0,49	Laposbalta	Középső neolitikum	AVK, Tiszadob vagy Szakálhát
KM	B10	Mezőnagymihály, Salamon-tanya S27, 2008. 08. 22.	I	N	I	0,13	Laposbalta	Középső neolitikum	AVK, Tiszadob vagy Szakálhát
KM	67.3.77/CM06	Miskolc, Repülőtér, homokbánya	I	N	I	0,36	Laposbalta	Középső neolitikum	AVK, Bükk AB
KM	53.199.12/CM04	Szendró és környéke	I	I	N	0,84	Laposbalta	Neolitikum	Szórvány-lelet
KM	70.1.360/CM07	Szerencs-Taktaföldvár	I	I	I	19,26	Baltatöredék	Késő neolitikum	Tisza
KM	74.44.8/D07	Szerencs-Taktaföldvár	I	I	I	0,74	Baltatöredék	Késő neolitikum	Tisza

Kőzet-típus	Leltáriszám és/vagy Mintaszám	Régészeti lelőhely	EDS/SEM	XRD	PGAA	MS	Régészeti tipológia	Korszak	Kultúra/fázis
KM	74.44.10/D26	Szerencs-Taktaföldvár	I	I	I	0,50	Laposbalta	Késő neolitikum	Tisza
KM	77.31.9/CM14	Szerencs-Taktaföldvár	N	N	I	0,60	Laposbalta	Késő neolitikum	Tisza
KM	53.62.5/B09	Szilvásvár, Istállóskői-barlang, tűzhely.	I	I	N	0,64	Laposbalta	Középső neolitikum	Bükk
KM	53.65.16/CM02	Szilvásvár, Istállóskői-barlang, tűzhely	I	I	N	n.a.	Laposbalta	Középső neolitikum	Bükk
KM	53.62.4 Fekete	Szilvásvár, Istállóskői-bg., tűzhely	N	N	N	0,99	Laposbalta	Középső neolitikum	Bükk
KM	53.238.9/D20	Szirmabesenyő vagy környéke	I	I	N	0,59	Laposbalta	Középső neolitikum	Bükk B
KM	84.58.1/CM08	Telkibánya, juhhodály melletti szántó	I	I	N	0,85	Laposbalta	Neolitikum	Szórvány-lelet
ZP	53.160.18*	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	I	I	N	0,51	Laposbalta	Középső neolitikum	Bükk AB, B-C
ZP	53.160.21*	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	I	I	I	1,21	Laposbalta	Középső neolitikum	Bükk AB, B-C
ZP	53.160.143*	Borsod-Derékegyháza (Edelény)	I	N	N	0,43	Laposbalta	Középső neolitikum	Bükk AB, B-C
ZP	67.3.76/D03	Miskolc, Repülőtér, homokbánya	I	I	N	0,55	Laposbalta	Középső neolitikum	AVK, Bükk AB
SZB		Mezőkövesd, Nagy fertő M3 76. lh.	I	I	N	n.a.	Kaptafa alakú balta	Neolitikum	