

A felső-permi Cserdi Konglomerátum Formáció kavicsanyagának kőzettani és geokémiai vizsgálati eredményei (XV. szerkezetkutató fúrás, Ny-Mecsek)

BODOR Sarolta, SZAKMÁNY György

ELTE FFI Kőzettan-Geokémiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C,
e-mail: bodors@gmail.com, gyorgy.szakmany@geology.elte.hu

Petrology and geochemistry of the gravels of the Upper Permian Cserdi Conglomerate Formation (borehole No. XV, W Mecsek Mts)

Abstract

This paper presents the petrological, so-called ‘pebble-statistic study’ of the Cserdi Formation and the geochemical evaluation of numerous rhyolite pebbles in the drillcores of the borehole No. XV (W Mecsek Mts). This borehole is the most entire exposure of the formation.

In this formation among the pebbles the dominating rock types are granitoids-metagranitoids, metamorphites, regional sediments, and acidic volcanogenic rocks (it was determined that the latter are from Gyűrűfű Rhyolite Formation). During the sedimentation, the amount of vulcanites was decreasing, and the amount of metamorphites and granitoids was increasing. It is supposed that in the provenance the basement of the continent gradually exhumed and later on predominated over the acidic vulcanites.

In the lowermost 56 metres traces of local melt formation were detected between the grains. This acidic glass suggests — in contrast to earlier opinions — that the volcanism of the Gyűrűfű Rhyolite had not finished at the beginning of the sedimentation of the Cserdi Formation.

The results have reinforced the earlier supposition that the Cserdi Conglomerate and the Boda Siltstone Formation formed heteropic environments the Cserdi Formation represents the alluvial fan and Boda Siltstone the playa lake.

Keywords: conglomerate, rhyolite pebbles, provenance, melt

Összefoglalás

Munkánk során a Cserdi Formáció kavicsanyagának kőzettani, ún. kavicsstatisztikai, valamint a kavicsanyagban igen jelentős számban előforduló riolitkavicsok geokémiai feldolgozását végeztük el a Nyugat-Mecsekben mélyített XV. szerkezetkutató fúrás anyagán, amely a formáció legteljesebb feltárása.

A vizsgált kavicsanyag uralkodóan granitoidokból-metagranitoidokból, metamorfitokból, regionális üledékekből, továbbá savanyú vulkáni eredetű kőzetekből áll. Utóbbiakról megállapítottuk, hogy a Gyűrűfű Riolitból származnak. A formációban a rétegsor fiatalodásával a vulkanitok mennyisége csökken, a metamorfitoké és granitoidoké növekszik. Ezek alapján feltételezhető, hogy a lepusztulási területen a kontinens „gyökérrégiója” idővel fokozatosan kitakaródott és túlsúlyba került a savanyú vulkanitokkal szemben.

A fúrás alsó 56 méterében első ízben kimutatott, a szemcsék között található helyben képződött olvadék jellegű savanyú kőzetüveg arra utal, hogy a Gyűrűfű Riolit Formáció vulkanizmusa — az eddigi véleményekkel ellentétben — nem ért véget a Cserdi Formáció lerakódásának kezdeti szakaszán.

Eredményeink megerősítik azt a korábbi feltételezést, hogy a Cserdi Konglomerátum és a Bodai Aleurolit Formáció egymással heteropikus fáciesek, amelyben a Cserdi Formáció a törmelékfűtő fácies, a Bodai Aleurolit a playa képződményeket képviseli.

Kulcsszavak: konglomerátum, riolit kavicsok, lepusztulási terület, olvadék

Bevezetés

Az 1950-es évek közepétől a dél-dunántúli uránércsedés felfedezése után a terület perm képződményeinek kutatása előtérbe került, amely során számos fúrást mélyítettek a Mecsekben és a Villányi-hegységben, valamint azok környékén. A fúrási anyag jelentős részéből azonban részletes feldolgozás nem készült. Az érc-kitermelés az 1980-as évek végére gazdaságtalanná vált, és a csökkentett termelés mellett a bányászatot 1997-ben beszüntették.

A dél-dunántúli perm képződmények vizsgálata az 1990-es évek végén ismét aktuálissá vált, egyrészt a nagy aktivitású hulladékok végleges elhelyezésére alkalmas tároló, a Bodai Aleurolit Formáció kutatása kapcsán, másrészt egy másik, a teljes karbon, permi és alsó-triász sziliciklasztos összletre irányuló, modern szemléletű kőzettani és geokémiai kutatás révén. Az újbóli részletes vizsgálatokat a Mecsek, a Villányi-hegység és környékük ősföldrajzi viszonyainak tisztázása a Tiszai-egységen belül, geológiai és tektonikai fejlődésének feltárása tette szükségessé.

Munkánk célja a Cserdi Formáció kavicsanyagának részletes kőzettani, ún. kavicsstatisztikai, valamint a kavicsanyagban igen jelentős számban előforduló riolitos összetételű kavicsok geokémiai feldolgozása volt, amit a XV. szerkezetkutató fúrás anyagán végeztünk el, amely a formáció legteljesebb feltárása. A kavicsanyag vizsgálata információt szolgáltat a lepusztulási terület képződményeiről, és lehetőség nyílik a lepusztulási háttér időbeli változásainak megismerésére.

Az első utalás a Cserdi Formációra, mint a Bodai Aleurolit Formáció bázisképződményére, BARABÁS Andor kandidátusi disszertációjában történt (1955). Ezután azonban már csak összefoglaló munkákban esett szó a formá-

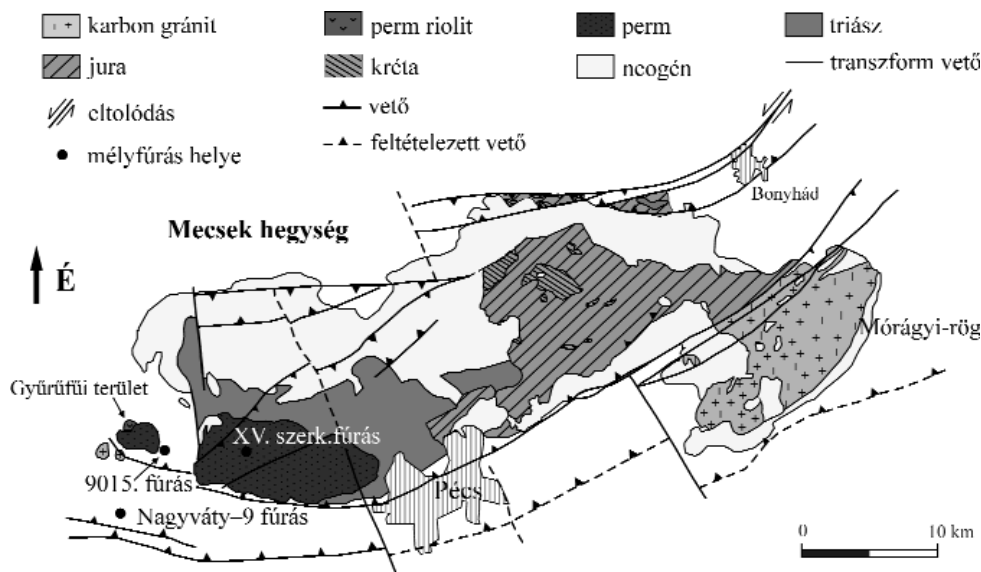
cióról (JÁMBOR 1964, FAZEKAS 1987, BARABÁSNÉ 1987–1988, BARABÁS & BARABÁSNÉ 1998).

Az 1985–1986-ban, a nyugat-mecseki antiklinálisban mélyített XV. szerkezetkutató fúrás 881,5–1923,5 m közötti mélységben a formáció teljes rétegsorát feltárta. A XV. szerkezetkutató fúrás alapján a Cserdi Konglomerátum a Bodai Aleurolittal fokozatos átmenettel érintkezik, eszerint heteropiát tételeznek fel közöttük (BARABÁS & BARABÁSNÉ 1998). A XV. szerkezetkutató fúrásban a Cserdi Konglomerátum feldolgozása azonban a makroszkópos leírás szintjén maradt, a kőzetanyag részletes vizsgálata akkor nem történt meg.

2000-től intenzív kőzettani és geokémiai kutatás indult a mecseki perm sziliciklasztos összlet részletes megismerésére az ELTE Kőzetan-Geokémiai Tanszékén. Az eddig publikált munkák elsősorban a Turonyi, Tésenyi, Korpádi, Bodai és Cserdi Formációk pelites képződményeivel, homokköveivel, illetve kavicsanyagával foglalkoznak (ÁRGYELÁN 2004, R. VARGA et al. 2005 és VARGA et al. 2006, 2007, 2008). A Cserdi Formáció gneisz és granitoid kavics típusainak részletes kőzettani és geokémiai vizsgálatát ÁRGYELÁN (2005) diplomamunkájában végezte el. A homokkövek és aleuritok képződmények további részletes kőzettani és geokémiai vizsgálata a teljes perm–alsó-triász rétegsor tekintetében VARGA Andrea a közelmúltban beadott PhD munkája révén jelenleg is folyik (VARGA 2009).

Földtani háttér

A Mecsek és környezete a Tiszai nagyszerkezeti egység délkelet-dunántúli részét alkotja. A területet több kisebb egység építi fel, határaikat szerkezeti vonalak képezik (1. ábra).



1. ábra. A Mecsek hegység egyszerűsített földtani térképe, a XV. szerkezetkutató fúrás, a 9015. fúrás és a Nagyváty-9 fúrás feltüntetésével (VARGA et al. 2007, módosítva)

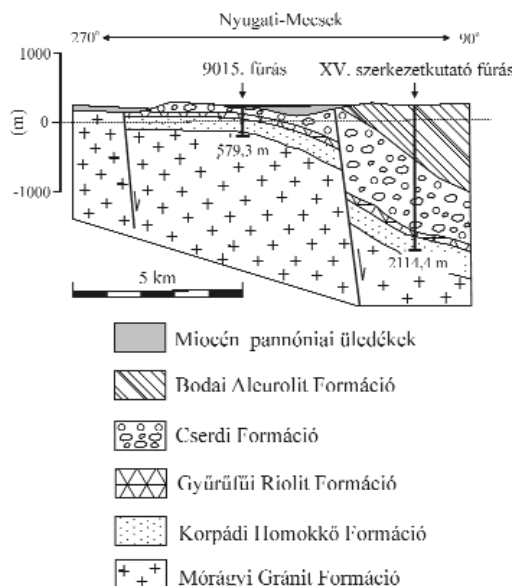
Figure 1. Generalized geological map of the Mecsek Mts and the location of the boreholes No. XV, 9015 and the Nagyváty-9 (VARGA et al. 2007, modified)

A mecseki perm képződmények a variszkuszi hegység-képződés során kialakult belső medencében lerakódott, nagy vastagságú molassz rétegsor részei. Az idősebb ciklust a felső-karbon–alsó-perm törmelékes és savanyú–neutrális vulkanizmussal záródó rétegsor, a fiatalabb ciklust a felső-permi és az alsó-triászba áthúzódó törmelékes formációk alkotják (BARABÁS & BARABÁSNÉ 1998).

A Cserdi Formáció a felső-paleozoos molassz rétegsor fiatalabb ciklusa (felső-perm), eddig megismert vastagsága 25,0–1042,0 m között változik. Elterjedése a nyugat-mecseki Gyűrűfű területén és az antiklinálisban, a Máriakémond–Bári-vonulatban és Bába területén ismert. Rétegtani fekvője mindenhol a Gyűrűfű Riolit Formáció, amelynek kissé fellazult felszínére települ diszkordánsan. Fedője a Nyugat-Mecsekben a Bodai Aleurolit Formáció. A nyugat-mecseki antiklinális nyugati részében a Cserdi Formáció lepusztult felszínére miocén, pannóniai vagy kvarter üledékek települnek (BARABÁS & BARABÁSNÉ 1998). Felszínén csak kevés feltárása van (Gyűrűfű–Dinnyeberki és Cserdi–Boda környékén), ezen kívül csak fúrásokból ismert (9007., 9015., XIII. szerkezetkutató fúrás, Cserdi Cs–I., Cs–14, XV. szerkezetkutató fúrás, Nagykozár Nk–2, Máriakémond Mk–3, Somberek Smb–1, Bába Bt–3).

A Cserdi Formáció — az eddigi ismereteink szerint — szárazföldi-folyóvízi fáciesben képződött, és főleg a medenceperemeken lerakódott hordalékkúp fáciesű rétegsor. A formáció ősmaradványt nem tartalmaz (BARABÁS & BARABÁSNÉ 1998).

A XV. szerkezetkutató fúrás nem érte el az aljzatot felépítő Mórággyi Gránitot, hanem a Korpádi Homokkőben állt le. A homokkőre a Gyűrűfű Riolit települ, majd a Cserdi Konglomerátum és a Bodai Aleurolit, és végül kvarter üledékek: lejtőtörmelék és lösz (2. ábra).



2. ábra. Földtani metszet a XV. szerkezetkutató és a 9015. fúráson keresztül (VARGA et al. 2007, módosítva)

Figure 2. Geological cross section through boreholes No. XV and No. 9015 (VARGA et al. 2007, modified)

Vizsgálati módszerek

A XV. szerkezetkutató fúrás Cserdi Formációt harántolt részéből 151 db konglomerátum, homokkő és aleurolit mintát gyűjtöttünk, amelyekről makroszkópos leírást készítettünk. Ennek során a kavics típusokat előzetesen tipizáltuk, majd a különböző kavics típusokból vékonycsiszolatot készítettünk és azok petrográfiai mikroszkópos leírása után a kőzettípusokat véglegesítettük. A fúrómagmintákban lévő, hosszabb tengely szerint 1 cm-t meghaladó nagyságú kavicsok (összesen 1239 db) tulajdonságait — mintaszám, típus, a hosszabb és rövidebb tengely mérete (cm), szín, koptatottság és esetleges átalakultság — adatbázisba vettük fel és ún. kavicsstatisztikai vizsgálatokat végeztünk. Kémiai elemzés XRF módszerrel 5 db reprezentatív riolitkavicsról készült a Tübingeni Egyetem Geokémiai Tanszékén (Bruker AXS S4 Pioneer röntgen spektrométer, Rh cső, 4 kW). A formáció alsóbb régiójában első ízben feltárt, a szemcsék között található olvadékanyagból pásztázó elektronmikroszkópos (SEM) és energiadisziperzív mikroszkopos (EDAX) mérések az ELTE FFI Kőzettan-Geokémiai Tanszékén, EDAX PV 9800 típusú energiadisziperzív spektrométerrel felszerelt AMRAY 1830 I/T6-os pásztázó elektronmikroszkóppal készültek.

Eredmények

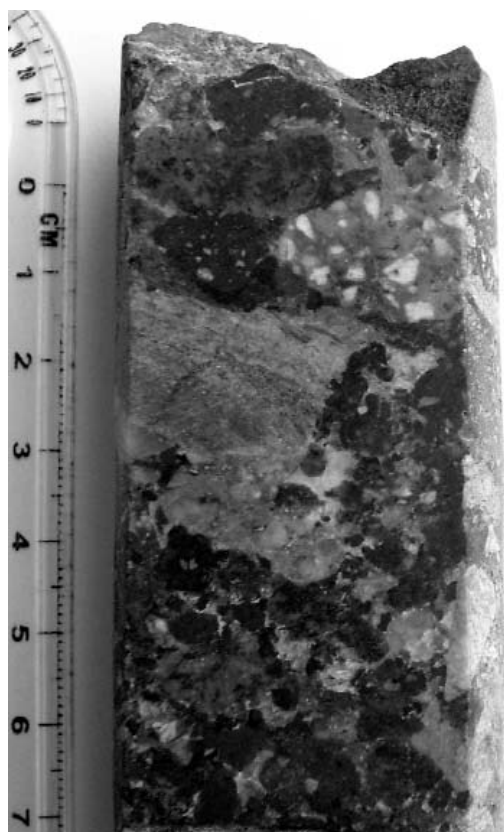
A Cserdi Formáció kavics típusai

A Cserdi Formáció felfelé finomodó folyóvízi rétegsor, konglomerátum és homokkő váltakozásából áll, a felső, átmeneti részen aleurolit is megjelenik. Négy, tektonikai eredetű ciklus építi fel (BARABÁS & BARABÁSNÉ 1998). A konglomerátum barnás-lilásvörös színű, általában rosszul osztályozott, de esetenként található benne közepesen osztályozott szakaszok is. Túlnyomórészt polimikt és szemcsevázú. A törmelékek uralkodóan többé-kevésbé koptatott, illetve kerekített, kőzetanyagú kavicsok, emellett önálló szemcsékként ásványtörmelék is jelen vannak (3. ábra). Mikroszkóppal megfigyelve látható, hogy utóbbiak között gyakori a monokristályos kvarc, polikristályos kvarc, káli-földpát, plagioklász, muszkovit, opak ásványok, ezek mellett ritkán klorit is előfordul. A kavicsok és a homokkőzetliszt frakciójú szemcsék közötti kötőanyag lehet kova, szericit, vas-oxid, karbonát és jellemzően a fúrás egész hosszában anhidrit is megtalálható.

A kavicsanyag makroszkópos és mikroszkópos vizsgálata alapján 15 kőzettípust különítettünk el.

Riolittípusok

A kavicsanyagban a leggyakoribbak a savanyú vulkáni eredetű, uralkodóan riolitos összetételű kőzetek. Kőzettani szempontból alapvetően két típus különíthető el: vitrofíros szövetű és felzites szövetű riolit. A két típus ásványos összetétele hasonló, de a vitrofíros szövetű riolitkavicsok



3. ábra. Konglomerátum és durvaszemcsés homokkő (fűrőmagminta, XV. szerkezetkutató fúrás, 1728,8 m)

Figure 3. Conglomerate and coarse-grained sandstone (drill core sample, 1728.8 m borehole No. XV)

nagyobb változékonyságot mutatnak a fenokristályok mennyisége, egymáshoz viszonyított aránya, átalakultságuk mértéke és az alapanyag tulajdonságai alapján, ezért több altípusra osztottuk. Ezzel szemben a felzites szövétű riolit-kavicsok nagyon hasonlóak egymáshoz.

1. típus: a vitrofiros szövétű riolit típusok jellemzője, hogy a szanidin mennyisége meghaladja a savanyú plagioklászét. Előbbi hipidio-xenomorf, táblás alakú, repedezett, zárványokat tartalmaz és gyakran peritites. A plagioklász kisebb méretű, általában hipidiomorf, táblás alakú és kisebb-nagyobb mértékben átalakult (szericitesedett). A xenomorf, rezorbeálódott, kissé repedezett és zárványos megjelenésű kvarc fenokristály minden altípusban jelen van, de mennyisége változó. Opak ásványok egyrészt az egykori biotit, illetve amfibol helyén, másrészt az alapanyagban hintésként jelennek meg. Elsődleges opak ásványt nem találtunk. A kőzetben akcesszóriaként cirkon, apatit, ritkán gránát fordul elő. Az alapanyag finomszemcsés, eredetileg folyásos jelleget mutató kőzetüveg, amely változó mértékben átkovásodott.

1/1. altípus: makroszkóposan vörösbarna alapanyagú, közepes–nagy méretű (1 mm-től akár 5 mm-ig) fenokristályokkal rendelkező vulkanit. Az altípus jellegzetessége, hogy a kvarc mérete változó, de elérheti akár a káliföldpát méretét is, mennyisége kisebb, mint a földpátoké. Az opak ásványok limonittal együtt hintésként adják a kőzet

jellegzetes vörösbarna színét. Akcesszóriaként gyakran kis méretű (kb. 0,03 mm) cirkon, különálló szemcséként jelenik meg az alapanyagban, amely általában szabálytalan sávokban átkristályosodott (itt dúsulhatnak az opak ásványok és a limonit). Kéregzárványok előfordulnak, bennük szanidin, savanyú plagioklász, kvarc, és lécs alakú opak szemcsék csoportosulnak, esetenként kevés cirkon található benne, a határuk általában diffúz.

1/2. altípus: makroszkóposan világosbarna alapanyagú, nagy méretű (1 mm-től akár 5 mm-ig), jelentős mennyiségű fenokristályt tartalmazó riolit (1. tábla, 1. kép). Ebben az altípusban a földpátok sokkal kevésbé átalakultak, mint a többi riolit altípusban. A kvarc mennyisége kisebb, vagy ritkán egyenlő a földpátokéval. Az alapanyag csak részben kovásodott át.

1/3. altípus: makroszkóposan sötétbarna alapanyagú, nagy méretű, de az előző két altípusnál kevesebb fenokristályt tartalmazó riolit. A kvarc ritka. Ebben az altípusban gyakori, hogy a kőzet erőteljes kloritosodáson ment keresztül, és a földpát fenokristályok jellemzően erősen szericitesedtek vagy agyagásványosodtak. Az opak ásványok és a limonit sűrű hintésként jelenik meg az alapanyagban, ez adja a kőzet sötét színét. Az alapanyag eredetileg üveges, de teljesen átkovásodott.

1/4. altípus: makroszkóposan szürkészöld alapanyagú, a többinél finomabb szemcséjű, max. 1–2 mm-es méretű fenokristályokat tartalmazó riolit. A fenokristályok közül a kvarc nagy mennyiségben van jelen. Helyenként klorit jelenik meg, alakja és elhelyezkedése az egykor jelenlévő biotitra utal. Másodlagosan képződött klorit az alapanyagban is jelentős mennyiségben található, ez adja a kőzet zöld színét.

2. típus: a felzites szövétű riolit makroszkóposan nagyrészt vörösbarna, esetenként lilásbarna alapanyagú. Az 1/1. altípus riolittól abban különbözik, hogy általában kevesebb fenokristály van benne, ezek mérete kisebb (1–2 mm). A földpátok közül a savanyú plagioklász mennyisége meghaladja a szanidinéét. A savanyú plagioklász zömmel idio-hipidiomorf, táblás alakú, repedezett, zárványos és szericitesedett. A táblás, idio-xenomorf, szintén átalakult (agyagásványosodott, szericitesedett, gyakran foltosan, mozaikosan átalakult, albitosodott) káliföldpát mérete a plagioklászéval azonos vagy annál kisebb. A xenomorf és rezorbeálódott kvarc mennyisége csekély. Esetenként nem is jelenik meg a kőzetben. Az opak ásványok az eredeti biotit, illetve amfibol után léces, táblás alakban láthatók. Akcesszóriaként cirkon, ritkábban apatit fordul elő, önálló szemcsékként az alapanyagban. Az alapanyag felzitesedett, eredetileg kőzetüveg volt (1. tábla, 2. kép). Jellemzőek a földpátokból, kvarcból, léces opak ásványokból és limonitból álló kéregzárványok. Határuk lehet éles és diffúz is, méretük 1,25–5 mm közötti.

Vulkanoklasztitok

A vulkáni eredetű kőzeteken belül külön csoportba soroltuk egyrészt a riolitokhoz nagyon hasonló ásványos összetételű piroklasztitokat, másrészt a tufitkavicsokat. A piroklasztitokon belül elkülönítettünk összesült tufakavi-

csokat, míg a többi biztosan robbanásos vulkáni eredetű, de pontosabban be nem sorolható kavicsot általánosságban piroklasztit névvel illetjük. A piroklasztitokra általánosságban jellemző, hogy a bennük lévő törmelékcszemcsék töredeztettek és rendezetlenek, kis hányadukban akcesszóriaként előfordulnak gránátszemcsék. A tufitkavicsok jól osztályozott szemcsékből állnak és gyengén rétegzettek. A vulkanoklasztitok alapanyaga kőzetüveg.

1. Piroklasztit: makroszkóposan világosbarna alapanyagú, benne fekete, lécs alakú, 1–2 mm-es opak szemcsék találhatók. A kvarc mennyisége jelentős, xenomorf, rezorbeált. Néhol opak ásványos sávok lehetnek a kőzetben, ahol is az opak ásványok körülveszik a csoportosan előforduló fenokristályokat. A kőzet szövete horzsaköves jellegű, de nem irányított (*I. tábla, 3. kép*).

1/a. Összesült tufa: makroszkóposan az 1/1. altípusú riolithoz hasonló megjelenésű kőzet, ám annál sokkal több fekete, léces opak ásvány látható benne. Sok nagy méretű szanidin és csekély számban plagioklász fordul elő. A kvarc a földpátnál kisebb méretű. Jellemzők az 1–2 mm-es kéregzárványok is, amelyekben rezorbeálódott kvarc, földpát, limonit és opak ásványok helyezkednek el csoportosan. A kötőanyag irányított, folyásos jellegű, helyenként horzsaköves szerkezetű, egyes esetekben átkristályosodott.

2. Tufit: Makroszkóposan jellegzetes sárgásszürke vagy világoszöld színű, finomszemcsés (0,0125–0,025–0,05 mm) kőzet. A kötőanyagban opak ásványos hintés és szericit figyelhető meg, ezek néhol körbefolyják a kvarc és földpát szemcséket. Egyes példányokon erős utólagos kovásodás is végbement.

Metagranitoid és gneisz

A metagranitoid- és gneiszkavicsok leírását részben saját megfigyeléseink, részben ÁRGYELÁN (2005) munkája alapján adjuk meg.

A kétfajta kavics típusú ásványos összetétele nagyon hasonló egymáshoz, az egykori magmás bélyegek a gneiszekben is általában felismerhetőek. Mindkét kőzet kvarcból, plagioklászokból (albit), káliföldpátokból (ortoklász, mikroklin), kloritból és opak ásványokból áll. Az albit és ortoklász foltosan, vagy a hasadási nyomvonalak mentén szericitesezett, agyagásványosodott, a mikroklin általában üde. A klorit pikkelyes, az opak ásványok léces megjelenésűek, valószínűleg biotit utáni átalakulási termékek.

Szabad szemmel megfigyelve a metagranitoid durvaszemcsés, fehéres, halványvöröses szürke, húsvörös, vagy zöldesfehér színű. Mikroszkóp alatt jól látható, hogy a kőzetet általában nagyméretű kvarc- és földpátcszemcsék alkotják (*I. tábla, 4. kép*), nagyon enyhe foliáció figyelhető meg. A durvaszemcsés, hipidioblasztos földpátok uralkodó mennyiségűek (gyakorosság szerint csökkenő sorrendben: ortoklász, plagioklász, mikroklin). Kissé deformált szegéllyel, általában szorosan illeszkednek egymáshoz. Az ortoklász és a plagioklász nagy méretű, táblás, idio-hipidioblasztos, az ortoklász emellett gyakran reliktpertitesedés nyomait őrzi. A földpátok összességében töredeztettek, repedezettek, e repedéseket kvarc, klorit és finomszemcsés opak fázis tölti ki. Ugyanezek

az ásványok helyezkednek el a szemcsék közötti hézagokban is. A kvarc deformációs, hullámos kioltású, sok helyen már alszemcsék is megjelentek.

Az ugyancsak előforduló metaaplitkavicsok makroszkóposan nem különíthetők el a metagranitoidoktól.

A gneisz makroszkóposan vörösszürke, halványvöröses szürke vagy zöldesszürke színű, néha szabad szemmel láthatóan csillámtartalmú, és nem vagy csak gyengén-közepesen foliált. Granoblasztos vagy lepido-granoblasztos szövetű. Gyakran megfigyelhetőek kataklasztosodásra és milonitosodásra utaló jegyek. A kvarcszemcsék szutúrás szemcsehatárúak, gyakran a foliációval párhuzamosan rendeződtek, az alszemcséképződés jellemző. A káliföldpátok közül az ortoklász többnyire xenoblasztos, ritkán hipidioblasztos, általában pertites. Zárványként kvarcot tartalmazhatnak. A plagioklász xenoblasztos és ikerlemezes. A kvarc és a nagyobb méretű földpátok együtt adják a jellegzetes gneiszes szerkezetet (*I. tábla, 5. kép*). A muszkovit pikkelyes, a foliációval párhuzamosan helyezkedik el. Az opak ásványokat gyakran limonitosodás kíséri. A kőzet ritkán gránátot is tartalmaz, ezek erősen átalakultak, ennek során kloritos, vas-oxidos, karbonátos átalakulási termékek alakultak ki. Nagyon ritkán jelentős mennyiségű turmalin is megjelenik a kőzetben, teljesen széttöredezett, zöldesbarna-sárgásbarna pleokroizmusú szemcsék formájában.

Milonittípusok

A milonitokat négy külön csoportra osztottuk, ezek között a milonitosodás előrehaladottsági fokában van különbség: protomilonit, milonit, ultramilonit és szemes milonit kavicsok egyaránt találhatóak a kavicsanyagban. Az összes milonit típusra jellemző, hogy makroszkóposan zöldesszürkés, vöröses színűek és erősen foliáltak.

Mikroszkóp alatt megfigyelhető, hogy az alapanyag finomszemcsés kvarc, szericit, opak és esetenként klorit-vagy limonitásványokból épül fel. A porfiroklasztok anyaguk szerint lehetnek földpátok, kisebb részt muszkovit és kvarc, ez utóbbi, mind mono- mind polikristályos kvarc formájában előfordul (*I. tábla, 6. kép*). A kvarc gyakran alszemcsékké alakul. A földpátok közül az általában savanyú plagioklászok vannak túlsúlyban és jellemző rájuk az erős-közepes szericitesezés. Néha ikerlemezeség még látható a szemcséken. A töredezett és repedezett káliföldpátok szintén átalakultak, és reliktpertitesedés is megfigyelhető. Akcesszóriaként esetenként cirkon, ritkán apatit található. Egyes mintákban utólagos kovásodás is történt. Az ásványos összetétel és szövet alapján e kőzetek feltehetően granitoid-gneisz kőzetekből vagy földpát-dús homokkövekből képződhettek.

Csillámpala

Makroszkóposan általában világos tónusú, jól láthatóan fehér csillámokat tartalmazó palás kőzet. Mikroszkóp alatt megfigyelhető az inhomogén, erősen deformált szövet. A legnagyobb mennyiségben szutúrás szemcsehatárokkal

érintkező polikristályos kvarcból áll, amely xenoblasztos és általában finomszemcsés. A csillámok (muszkovit) mennyisége a kvarcnál jóval kisebb, a kvarcok között, a foliációval párhuzamosan helyezkednek el. Hullámos kioltásúak és gyakran kinkesek. Kevés xenoblasztos, töredezett, szericitesedett földpát (elsősorban plagioklász) is előfordul. Jellemző még a foliációval párhuzamosan elrendeződött finomszemcsés opak ásvány, limonit és klorit is.

Kvarcit

Makroszkóposan néhány centiméteres, fehér vagy fehéres rózsaszín, esetleg fehéres, világosvöröses szürke színű kavicsok. Kizárólag változó méretű, szutúrás érintkezésű, hullámos kioltású, irányított elrendeződésű kvarcsejtségek alkotják. A kőzet repedéseiben finomszemcsés opak ásvány és limonit tölti ki a teret.

A kvarcitkavicsok között ritka változat a limnokvarcit, amely makroszkóposan színben, koptatottságában és egyéb jellegeiben teljesen hasonlít a többi kvarcitkavicshoz és csak mikroszkóp alatt azonosítható. Benne az egykori növénymaradványok helyét kitöltő kalcedongumók figyelhetők meg.

Finomszemcsés sziliklasztos kőzetek

Makroszkóposan sötét vörösbarna színű, finomszemcsés kavicsok formájában fordulnak elő. Főként kvarcból állnak, de kis mennyiségű földpát is előfordul, ezek közül a plagioklász túlsúlya jellemző a káliiföldpátokéhoz képest. A csillám (muszkovit) mennyisége kb. 1-2%. A viszonylag gyakori metahomokkővek jól-közepesen osztályozottak. Bennük a kvarc deformált, hullámos kioltású, xenoblasztos (I. tábla, 7. kép). Erősebben deformált kavicsoknál a kvarc alszemcsékre bomlik. A földpátok pretektonikus eredetűek, jellemző rájuk az erőteljes átalakultság, ami a legtöbb esetben szericitesedést jelent. A muszkovitpikkelyek általában hajladoznak, kinkesek, a kvarc és földpát szemcsékkel együtt rajzolják ki a kőzet irányítottságát, foliációját. A szericit nagyon finom szemcsés formában látható, főként finomszemcsés opak ásvánnyal együtt a nagyobb szemcsék között tölti ki a teret. Néhol ezekhez még finomszemcsés limonit is kapcsolódik.

Csak elvétve fordulnak elő homokkő és metaaleurolit anyagú kavicsok. Ezek kizárólag mikroszkóp alatt különíthetők el a metahomokkő-kavicsoktól, amelyekhez összetételben teljesen hasonlóak, a homokkőveket azonban láthatóan nem érte deformáció. A kőzet finomszemcsés, szemcsevázú, jól osztályozott, monomikt orthohomokkő.

A metaaleurolit csak finomabb szemcseméretével tér el a metahomokkővektől.

Egyéb kisfokú metamorfitek

A teljes kavicsanyag csupán 1–2%-át adó, nehezen azonosítható metamorfitek makroszkóposan változatos színű, nagyon finom szemcsés, foliált vagy foliációt nem

mutató kavicsok. Az előbbi kőzetcsoportokba nem sorolhatóak be, mivel annyira finomszemcsés, hogy szabad szemmel nem láthatóak a szemcsék (I. tábla, 8. kép).

A riolitkavicsok geokémiája

A kavicsanyagban leggyakrabban előforduló riolitkavicsok közül 5 reprezentatív mintából készült kémiai elemzés, egy vitrofíros és egy felzites típusból (I. táblázat).

A Gyűrűfői Riolit átfogó, részletes és modern szemléletű feldolgozása eddig még nem történt meg. A formációt alkotó kőzetekből, illetve annak kavicsanyagából nagytonosságú fő- és nyomelemvizsgálatok eddig csak elvétve készültek (JAKAB 2005), eredményeink értelmezéséhez összehasonlításként ennek a 10 mintának kémiai összetételét is felhasználtuk (ACME Analytical Laboratories Ltd., Vancouver – ICP-MS és ICP-AES). Ez utóbbi minták jól

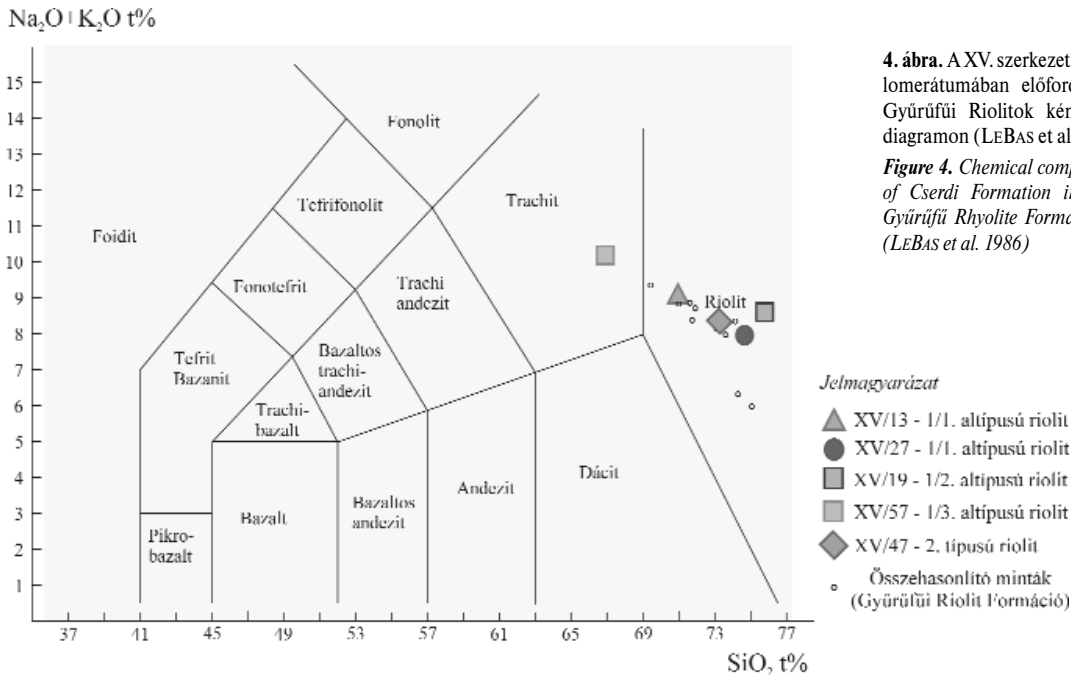
I. táblázat. A Cserdi Formációból származó riolitkavicsok kémiai összetétele (XV. szerkezetkutató fúrás)

Table I. Chemical composition of rhyolite pebbles of Cserdi Formation (borehole No. XV)

Mintaszám	XV/13	XV/27	XV/19	XV/47	XV/57	
Mélység	1895,5 m	1753,5 m	1864,7 m	1615,0 m	1572,0 m	
Riolit típus	1/1.	1/1.	1/2.	1/3.	2.	
SiO ₂	%	69,68	72,51	75,26	72,03	66,88
TiO ₂	%	0,48	0,30	0,30	0,44	0,47
Al ₂ O ₃	%	14,64	11,79	13,29	12,37	17,06
Fe ₂ O ₃	%	3,62	2,91	1,52	4,50	5,35
MnO	%	0,03	0,04	0,01	0,03	0,03
MgO	%	0,39	0,51	0,42	0,32	0,14
CaO	%	0,83	1,69	0,31	0,77	0,35
Na ₂ O	%	6,26	2,19	3,17	3,19	9,56
K ₂ O	%	2,63	5,55	5,38	5,03	0,61
P ₂ O ₅	%	0,15	0,08	0,09	0,11	0,10
LOI	%	1,16	2,17	0,98	1,34	0,23
Ba	ppm	253	1873	908	1177	83
Co	ppm	0,7	n.a.	n.a.	0,9	5,8
Cr	ppm	8,8	n.a.	n.a.	3,2	14
Ni	ppm	58	51	64	70	86
Rb	ppm	97	169	164	161	18
Sr	ppm	129	112	98	124	102
V	ppm	34	34	26	70	61
Y	ppm	40	38	45	37	34
Zn	ppm	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,2
Zr	ppm	282	226	247	271	287
Ce	ppm	75	99	112	81	71
Eu	ppm	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7
La	ppm	35	27	43	22	34
Nb	ppm	18	15	n.a.	18	17
Nd	ppm	42	36	43	32	36
Sm	ppm	6,1	5,8	7,1	5,7	4,5
Yb	ppm	3,7	3,5	4,2	3,3	2,9

n.a.: nincs adat (Az elemzés a Tübingeni Egyetem Geokémiai Tanszékén készült XRF módszerrel. Elemző: Heinrich TAUBALD.)

n.a.: no data (The analysis was made at the University of Tübingen, Department of Geochemistry, by XRF method. Made by Heinrich TAUBALD.)



4. ábra. A XV. szerzetkutató fúrás Cserdi Konglomerátumában előforduló riolitkavicsok és a Gyűrűfű Riolitok kémiai összetétele a TAS-diagramon (LEBAS et al. 1986)

Figure 4. Chemical composition of rhyolite pebbles of Cserdi Formation in borehole No. XV and Gyűrűfű Rhyolite Formation on the TAS-diagram (LEBAS et al. 1986)

jellemzik az alsó-perm riolit változatos összetételét. A kőzetek a Mecsekben, a Villányi-hegység északi előterében és a bátai területen mélyített fúrásokból származnak, valamint egy riolitkavics a miocén konglomerátumból (Szászvári Formáció — JAKAB 2005). Vizsgálatunk célja tehát nem a riolit genetikájának kiderítése — ami 5+10 mintából nem is lehetséges —, hanem a Cserdi Formáció riolitkavicsainak a Gyűrűfű Riolitlaltal való összehasonlítása volt.

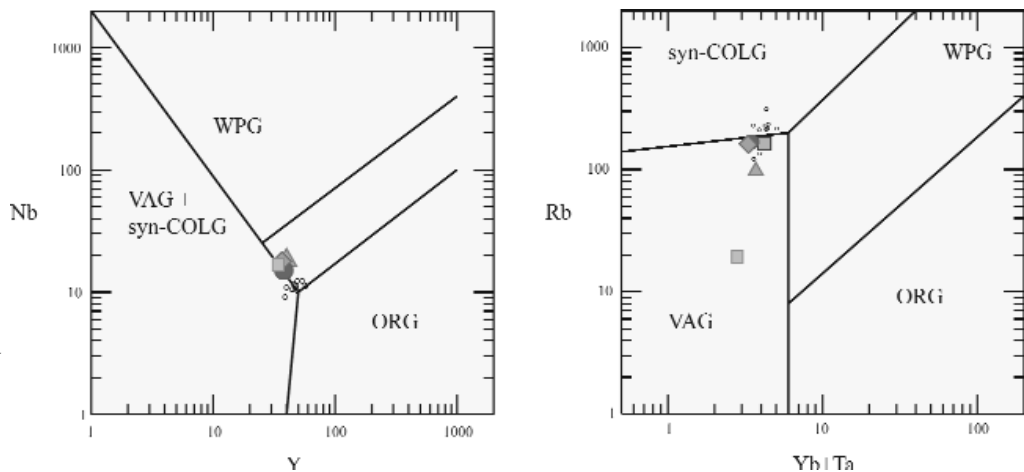
A XV. szerzetkutató fúrás Cserdi Konglomerátumából elemzett minták közül a TAS-diagramon (LEBAS et al. 1986) négy a riolitmezőbe, egy a trachitmezőbe esik. Utóbbi minta (XV/57 — 1/3. altípusú riolit) a legtöbb diagramon a többitől eltérően viselkedik, aminek oka az, hogy lényegesen kevesebb földpát és sok opak (oxid) ásvány található benne. Az összehasonlító minták mind a riolitmezőbe esnek (4. ábra). A riolitokra is gyakran alkalmazott, gránitokra kidolgozott diszkriminációs diagramokon (PEARCE et al. 1984) a minták a hármaspontok környékén helyezkednek el: a vulkáni ív gránit (VAG), a lemezen belüli gránit (WPG), és

a szinkollíziós gránit (syn-COLG) mezők határán. A VAG-mezőbe eső XV/57 minta jóval alacsonyabb Rb-értéket mutat, mint a többi, ami összhangban van a minta kisebb káliföldpát mennyiségével. A minták jelentős Na₂O valamint kis K₂O-tartalma (1. táblázat) arra utal, hogy a kőzeteket utólagos hatás, Na-metaszomatózis érte, ami a petrográfiai fejezetben említett káliföldpátok albitosodásában is megnyilvánul. Ugyanez az átalakulás a Gyűrűfű Riolitból származó minták nagy részén is jelentkezik. Összefoglalóan megállapíthatjuk, hogy a riolitkavicsok elemzési eredményei jól egyeznek a Mecsek és környékéről származó összehasonlító minták (JAKAB 2005) összetételével (5. ábra).

A minták nyomelem és ritkaföldfém eloszlását a primitív köpeny összetételére normált (SUN & McDONOUGH 1989) sokelemes diagramokon ábrázoltuk, a nyomelemeket csökkenő inkompatibilitás szerinti sorrendben tüntettük fel (6. ábra). Az egyes mintákban mért értékek meglehetősen hasonlóak egymáshoz, azonban a Cr-, Co-, Rb- és Ba-

5. ábra. A XV. szerzetkutató fúrás Cserdi Konglomerátumában előforduló riolitkavicsok és a Gyűrűfű Riolitok kémiai összetétele a gránit diszkriminációs diagramokon (PEARCE et al. 1984), Jelmagyarázat — l. 4. ábra

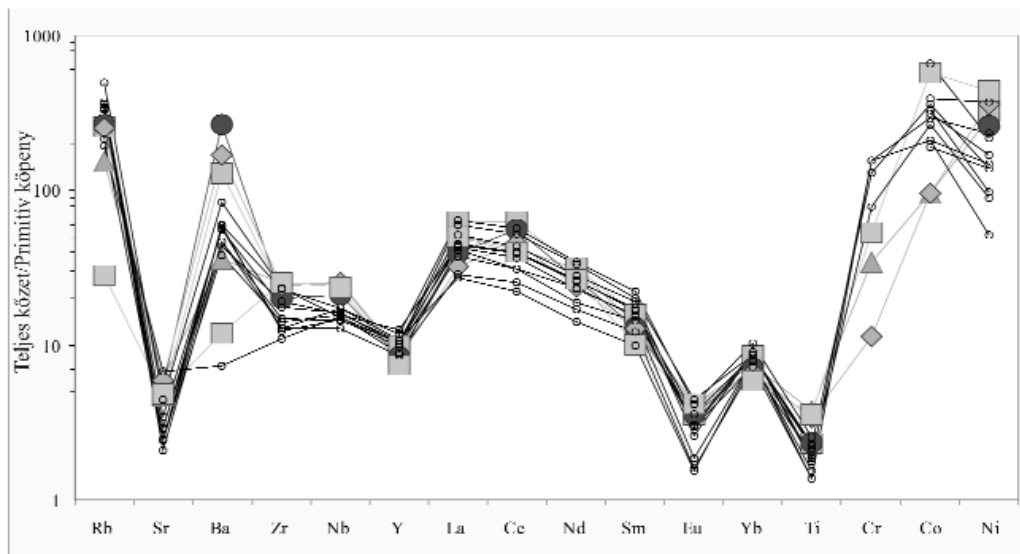
Figure 5. Chemical composition of rhyolite pebbles of Cserdi Formation in borehole No. XV and Gyűrűfű Rhyolite Formation on the granite discrimination diagrams (PEARCE et al. 1984). For key see Figure 4



tartalomban erős szórás tapasztalható, utóbbi kettő összefüggésben van a változó földpáttartalommal. Egyik mintánkban (XV/19) a Nb-tartalom kimutatási határ alatti volt. Jól látható az erős negatív Sr-, Eu- és Ti-anomália. Saját mintáinkra jól illeszkednek az összehasonlító Gyűrűfői Riolit korábbi mérési eredményei (JAKAB 2005), azonban a Ba- és Nb-értékei némileg, míg a Cr- és Co-értékei jelentősebben eltérnek.

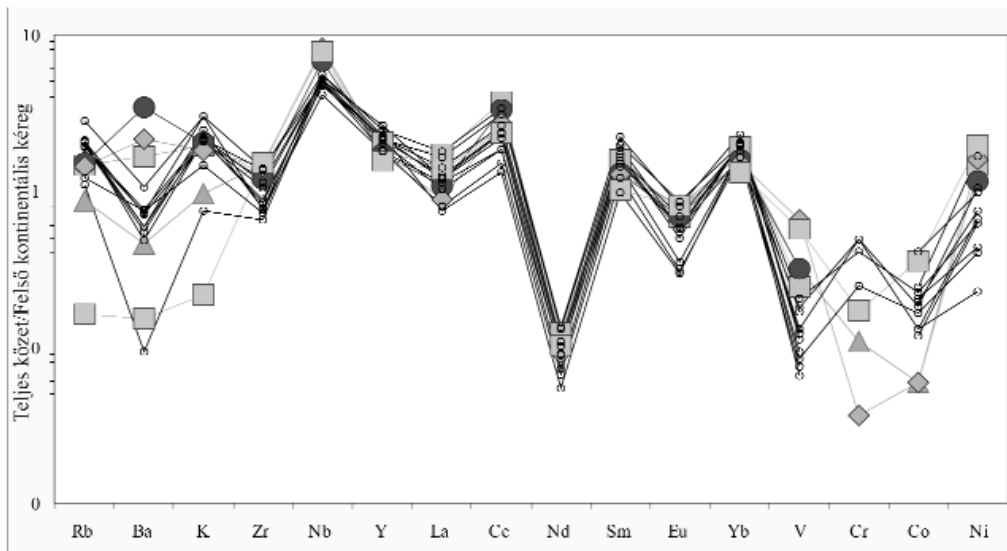
A nyomelem- és ritkaföldfém-eloszlást a felső kontinentális kéreg összetételére normálva (MCLENNAN 2001) azt tapasztaljuk, hogy az inkompatibilis, mobilis nyomelemek: Rb, Ba, K, és az erősen kompatibilis nyomelemek: V, Cr, Co

értékei erősen szórnak, a többi elemnél a görbék mind az öt minta esetében közel azonos lefutásúak. Erős pozitív anomália látható a Nb, és nagyon erős negatív anomália a Nd esetében, míg az Eu gyengébb negatív anomáliával jelentkeznek. A XV/57 minta itt is eltérően viselkedik, erősen szegényedett a mobilis, inkompatibilis nyomelemekben, ez összhangban van a fent említett petrográfiai jellemzőivel. A XV/13 minta szintén szegényedést mutat az előbbi elemekben (7. ábra). Az erősen inkompatibilis (Rb, Ba, K) és erősen kompatibilis (Cr, Co, Ni) nyomelemeket kivéve a korábban vizsgált összehasonlító riolitok összetétele (JAKAB 2005) teljesen hasonló az általunk elemzett mintákéhoz.



6. ábra. A XV. szerkezetkutató fúrás Cserdi Konglomerátumában előforduló riolitkavicsok és a Gyűrűfői Riolit a primitív köpeny összetételére normált nyomelem- és ritkaföldfém-eloszlása (SUN & McDONOUGH 1989). Jelmagyarázat – 1. 4. ábra

Figure 6. Trace and RE element distribution of rhyolite pebbles of Cserdi Formation in borehole No. XV and Gyűrűfői Rhyolite Formation, normalised to the Primitive mantle (SUN & McDONOUGH 1989). For key see Figure 4



7. ábra. A XV. szerkezetkutató fúrás Cserdi Konglomerátumában előforduló riolitkavicsok és a Gyűrűfői Riolit felső kontinentális kéregösszetételére normált nyomelem- és ritkaföldfém-eloszlása (MCLENNAN 2001). Jelmagyarázat – 1. 4. ábra

Figure 7. Trace and RE element distribution of rhyolite pebbles of Cserdi Formation in borehole No. XV and Gyűrűfői Rhyolite Formation, normalised to the Upper continental crust (MCLENNAN 2001). For key see Figure 4

Kavicsstatisztika

Az 1239 db 1 cm-t meghaladó hosszúságú kavics kőzet-típusok szerinti vizsgálata azt mutatja, hogy a kavicsanyagot főként riolit, gneisz, metagranitoid, milonit, valamint kisebb mennyiségben egyéb metamorf és robbanásos vulkáni eredetű kőzet alkotja (8. ábra).

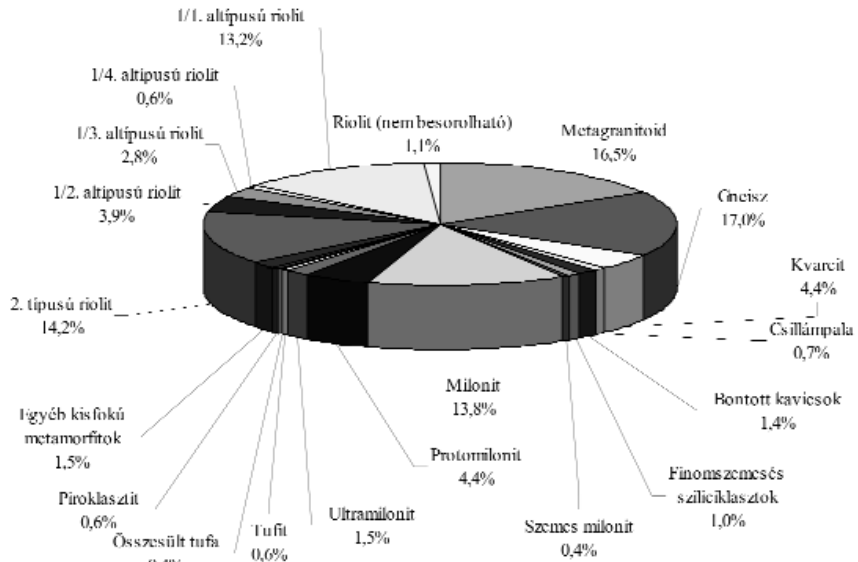
A leghosszabb tengely szerint tekintve a kavicsok 74%-a 1–2 cm méretű, 24%-a 2–5 cm-es és csupán 2%-a haladja meg az 5 cm-t. Az átlagos szemcseméret a rétegsorban felfelé haladva kissé csökken, azonban a formáció középső-felső szakaszán is megjelennek nagyobb szemcseméretű kavicsokat tartalmazó szakaszok.

A koptatottsági vizsgálatok eredményeit csak azokon a kőzettípusokon értékeltük ki, amelyek a kavicsanyagban a legnagyobb számban fordulnak elő és mennyiségük reprezentatív eredményt ad. A koptatottsági vizsgálatokat hatfokozatú tagolás szerint végeztük (PETTJOHN et al. 1987). A kavicsok koptatottsági adatai egyrészt a kőzet fizikai tulajdonságait tükrözik, de információt nyújthatnak a lepusztulási terület távolságáról is.

A riolitikavicsok (430 db) általában gyengén koptatottak vagy koptatottak (9. ábra). A két fő riolit típus koptatottságában jelentősebb különbséget nem tapasztaltunk. A gneiszkavicsok (210 db) általában koptatottak – gyengén koptatottak. A metagranitoid-kavicsok (204 db) gyengén koptatottak vagy kissé szögletesek. A milonitkavicsok (244 db) koptatottak, jól koptatottak. A kvarcitok (54 db) általában gyengén koptatottak. A metahomokkövek (13 db) koptatottak, jól koptatottak.

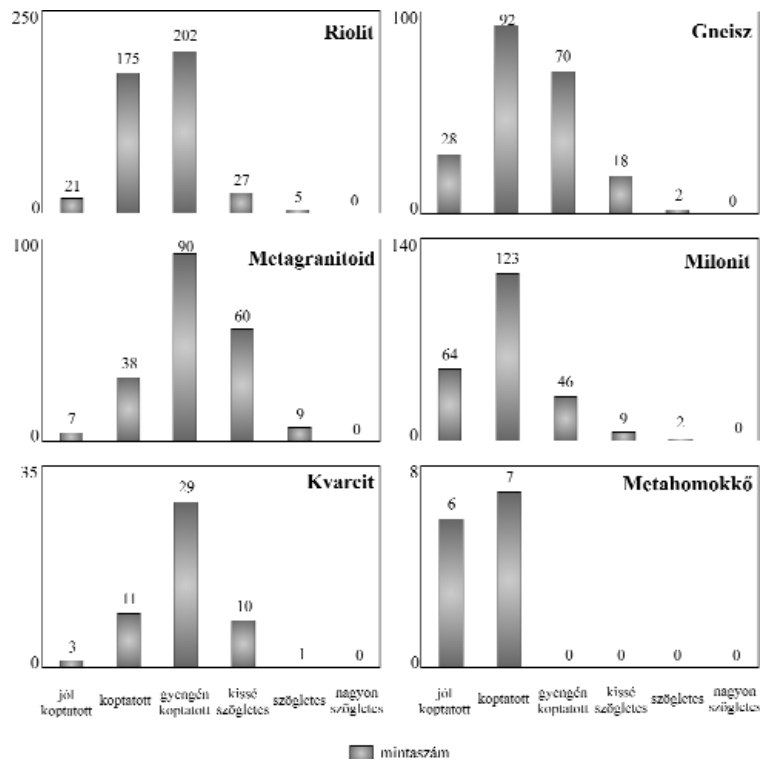
A riolitok alapvetően nem túl kemény alapanyaga már viszonylag rövid szállítás során is könnyen elveszti szögletességét és koptatottá válik. Ez összhangban van azzal a korábbi feltevéssel, miszerint a riolitikavics a közeli, Gyűrűfői Riolit Formáció anyagát adó vulkáni területről származik (FÜLÖP 1994), ezt geokémiai vizsgálati eredményeink is alátámasztják. A metagranitoid-kavicsok — amelyek összetétele a Mórággyi Gránithoz hasonló (ÁRGYELÁN 2005) — koptatottsági eredményei a kőzet keménységére és rideg viselkedésére utalnak, és így ezek valószínűleg távolabbi forrásterületről érkeztek az üledékgyűjtőbe. A gneiszkavicsok bár anya-

gukat tekintve hasonlítanak a metagranitoidokhoz, mégis jobban koptatottak, ami valószínűleg a kőzet metamorfizáltságának, elsősorban a foliáció kialakulásának eredménye, ugyanakkor nem zárhatjuk ki azt sem, hogy a gneisz valamivel távolabbról származik, mint a granitoid. A milonit kavicsok koptatottsági adatai a kőzet puhább anyagára és szöveti sajátosságaira (foliáció miatt gyengült a kőzet), de a hosszabb szállítási távolságra vagy mindkét tényezőre egyszerre utalhatnak. E kőzetek összetételük alapján



8. ábra. A Cserdi Formáció kavics típusainak mennyiségi aránya (XV. szerkezetkutató fúrás)

Figure 8. Amount ratio of pebble types of Cserdi Formation (borehole No. XV)



9. ábra. A Cserdi Formáció egyes kavics típusainak koptatottsága a XV. szerkezetkutató fúrásban

Figure 9. Roundness of individual pebble types of the Cserdi Formation in borehole No. XV

feltehetően a lepusztulási területen előforduló gránittest milonitosodott zónáiból, esetleg részben idős metamorfotokból származhatnak, tehát a lepusztulási területük feltehetően megegyezik a többi kristályos kőzetével.

Az egyes kőzettípusok mélység szerinti eloszlását tekintve a felzites szövetű riolitok mennyisége a XV. szerkezetkutató fúrás Cserdi Formációjának egész hosszában kevesebb, mint a vitrofios típusúaké, a felsőbb régióban pedig már egyáltalán nem találhatóak meg (10. ábra). A

gneiszkavicsok mennyisége a fúrás alsó régiójában nagyon kicsi, de a mélység csökkenésével számuk fokozatosan nő és az 1730 méter feletti szakaszon a vitrofios riolitokhoz hasonló a mennyiségük. A metagranitoid-kavicsok száma a fúrás felső részén haladja meg az előzőekben jellemzett kőzettípusokét. A különböző milonittípusok a fúrás egész hosszában nagy számban és hozzávetőlegesen egyenletes eloszlásban vannak jelen, beleértve a fúrás felső régióját is.

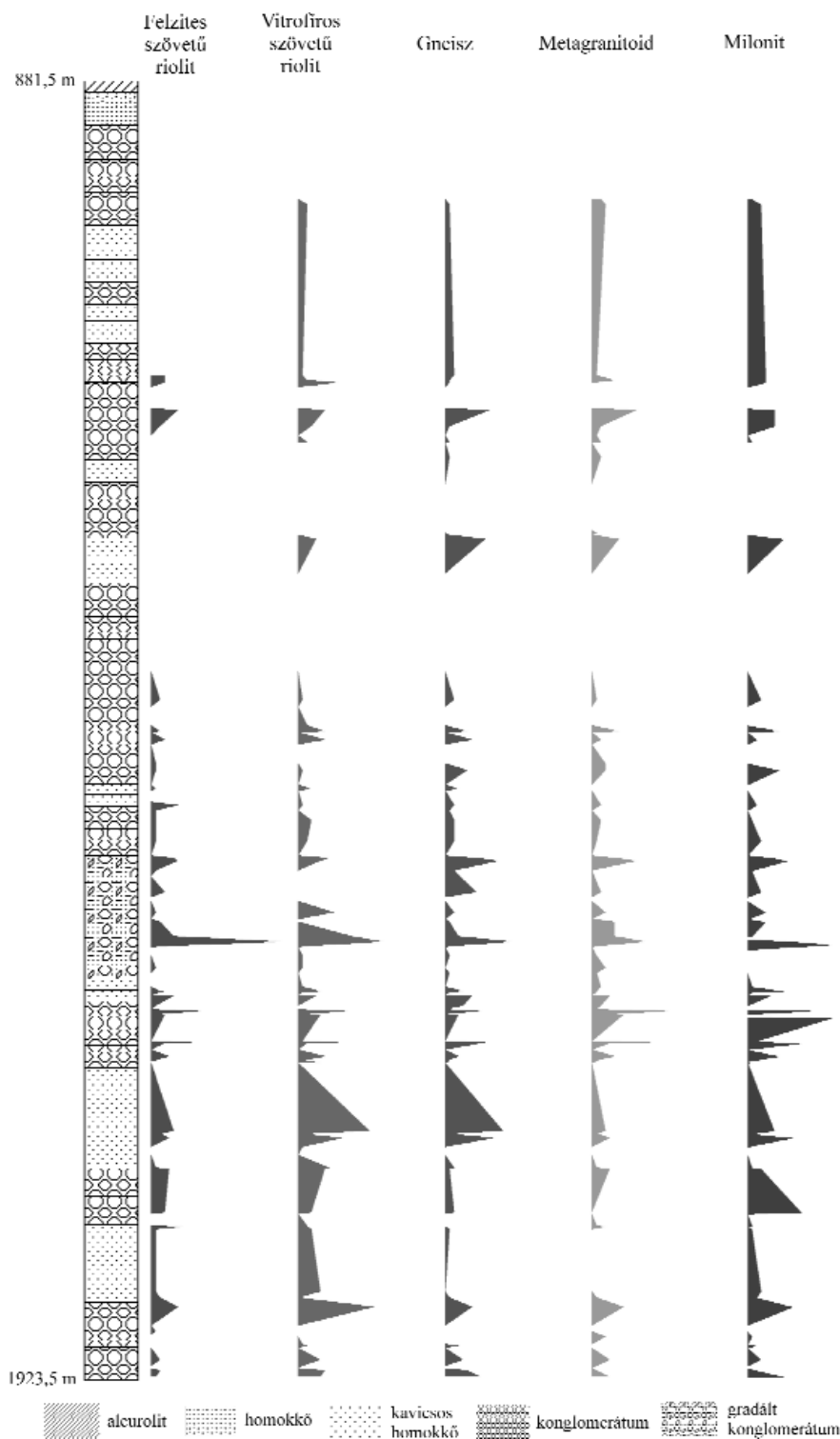
A kavics típusok fentiekben változott mennyiségi változása a mélység függvényében azt jelzi, hogy a formáció lerakódásának kezdetén a közeli aktív vulkanikus terület hatása és annak lepusztulása domináns volt, de idővel a riolit fokozatosan lepusztult, és a terület kiemelkedésével a gneisz, illetve a kontinentális aljzat (granitoid) részaránya nőtt a törmelékanyagban. A különböző milonitok nagyszámú jelenléte a fúrás egész hosszában arra utal, hogy a lepusztuló milonitosodott zóna mind horizontálisan, mind vertikálisan jelentős kiterjedésű lehetett.

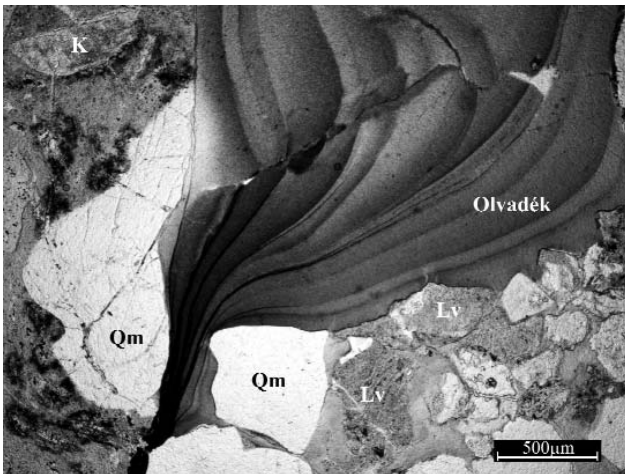
Lokális olvadékképződés a Cserdi Konglomerátumban

A fúrás Cserdi Konglomerátumának alsó 56 méteres szakaszából készült vékonycsiszolatokban a szemcsék között egy nikollal vörösbarna színű, folyásos, olvadék jellegű homogén anyagot találtunk (11. ábra), amelyet kőzetüvegként azonosítottunk. A kőzetüveg devitrifikálódás következtében keresztezett nikolok között anizotrópiát mutat. Általában jellemző, hogy a konglomerátum kavicsai között csak kevés aleurit és agyag szemcseméretű mátrix van, a szemcsék szorosan illeszkednek, a kőzet kompakt. Helyenként azonban a szemcsék között kisebb rés maradt, ezt vagy finomszemcsés szericit vagy a fent említett kőzetüveg töltötte ki. Néhol az üveg belsejében üreg alakult ki, amiben klorit vagy epidot és kvarc kristályosodott. A kőzetüveg a szem-

10. ábra. A Cserdi Formáció reprezentatív kavics típusainak mennyiségi változása a mélységgel a XV. szerkezetkutató fúrásban

Figure 10. Changing of the amount of pebble types of the Cserdi Formation in borehole No. XV, depending on the depth





11. ábra. Olvadékanyag a szemcsék között (XV. szerkezetkutató fúrás, 1915,6 m), 1N

Qm = monokristályos kvarc, K = kálic földpát, Lv = vulkanit közettörmelék

Figure 11. Melt between the grains (1915,6 m borehole No. XV), 1N

Qm = mono-crystalline quartz, K = kaolinite, Lv = volcanic fragment

csékkal kontakt szegéllyel érintkeznek, sok esetben jól látható, hogy a folyás irányában pl.: a földpát vagy kvarc határa hullámos, rezorbeálódott, ami olvadásra utal. A reakció-szegély a környezeténél sötétebb színű.

Az olvadék a fúrásban a formáció bázisától (1920,5 m) 1864,5 m-ig — mintegy 56 m-es szakaszon — követhető felfelé csökkenő tendenciával, majd efölött eltűnik.

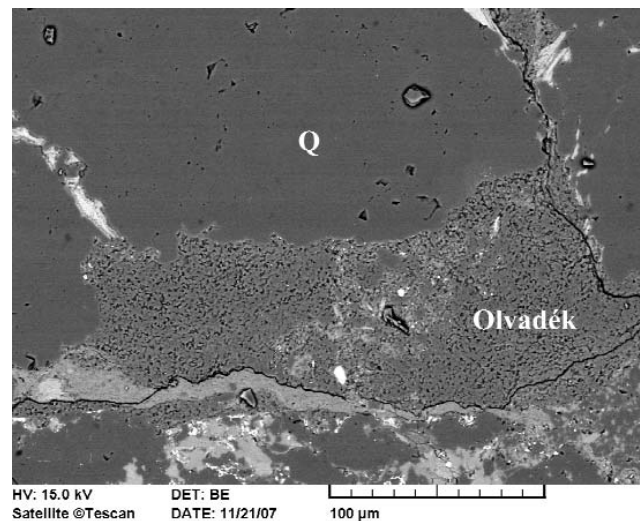
A XV. szerkezetkutató fúrás környezetében mélyült, a Gyűrűfői Riolitot és a Cserdi Formációt harántoló más fúrások korábban készült vékonycsiszolatait átvizsgálva (Nagyváty-9 és 9015. számú fúrás), azokban hasonló jellegű olvadékot találtunk. A Nagyváty-9 jelű fúrás 490,5 m mélyről származó mintájában a Gyűrűfői Riolitból készült vékonycsiszolatban az olvadék teljesen hasonló jellegű, mint a XV. szerkezetkutató fúrásban tapasztalt, emellett a riolitban kialakult olvadékos részben hosszanti repedések is láthatók, feltehetőleg a gyors hűlés eredményeképpen. A riolit és az újonnan képződött olvadék határán szferolit látható. A 9015. számú fúrásban szintén a Gyűrűfői Riolitban (187,0 m) és a Cserdi Formáció alsó részében (115,0 m) egyaránt megjelenik az olvadék. A riolit esetében a riolit és a kőzetüveg kontaktusán beolvastás figyelhető meg, azonban itt a kőzetüveg tartalmaz töredékes, nem beolvastott ásványtörmelékeket is. A 9015. fúrásban az olvadék Cserdi Formációbeli megjelenése azonos a XV. szerkezetkutató fúrásban észleltekkkel, az olvadék mennyisége azonban kisebb.

Elektronmikroszkopos vizsgálataink megerősítették a petrográfiai vizsgálatok eredményét: a kőzetüveg különböző szemcsékkel való érintkezése mentén jellegzetes, a szemcsék szélén lyukacsos, „szivacsos” szegély alakult ki. Ugyanez a szivacsos szerkezet a szemcsék közötti térben is megjelenik, itt a folyósos jelleg és a szemcsék rezorpciója is látható (12. ábra). Az üveg összetételében az SiO_2 -tartalom átlagosan 85–90%, ezen kívül leggyakrabban K és Al van jelen viszonylag jelentős mennyiségben (K ~8%, Al ~1–2%), vagyis a kőzetüveg erősen savanyú összetételű (13. ábra).

Ezen felül Mg, Na, Fe és Ti szintén előfordulhat, arányuk és mennyiségük attól függ, hogy az adott kis területen éppen milyen ásványok olvadtak meg (pl.: földpátok, csillámok stb.). A Nagyváty-9 fúrásból származó mintában a riolit és az olvadék között jól látható a mikroszkóppal megfigyelt átalakult, szferolitós zóna, itt magas a K-tartalom, de maga az olvadék összetétele teljesen hasonló az előzőekhez.

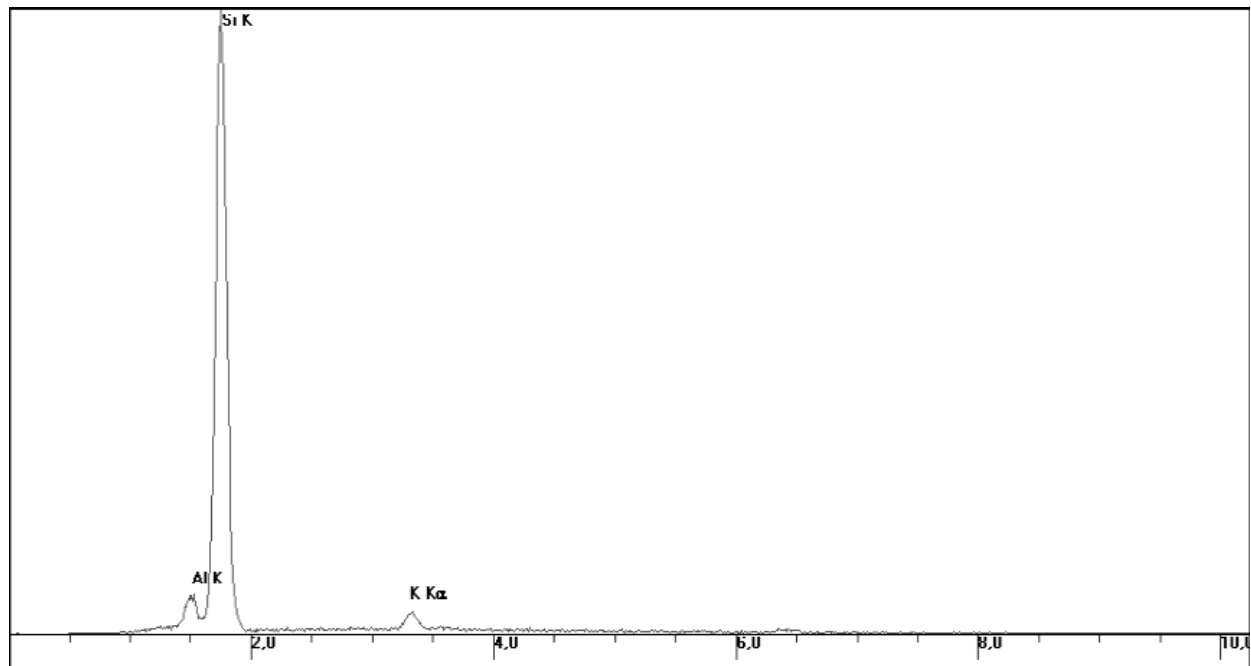
Nem volt célunk, és ennél fogva nem vizsgáltuk át az összes Gyűrűfői Riolit és a Cserdi Formáció határképződményeit tartalmazó fúrást, azonban érdemesnek tartjuk megemlíteni, hogy az olvadékot tartalmazó három fúrás a Nyugat-Mecsek délnyugati részén található (1. ábra), és egy kisebb területet fed le. A leírtak arra utalnak, hogy a kőzetüveg képződése helyben, erőteljes hőhatás eredményeképpen keletkezett, és a hőmérséklet akkora volt, hogy akár a kvarcszemcséket is részben megolvastotta. Megjegyzendő azonban, hogy a felszabaduló illók, illetve nyomás-csökkenés hatására a törmelékes alkotók olvadáspontja akár jelentős mértékben lecsökkenthetett, így viszonylag alacsonyabb hőmérsékleten is történhetett olvadékképződés. Az olvadási hőmérsékletet egyelőre csak hozzávetőlegesen (>600 °C) tudjuk megadni, ugyanis ez számos más tényező függvénye, aminek vizsgálata, különös tekintettel az olvadékképződés okára és mechanizmusára, feltétlenül részletes vizsgálatokat és külön tanulmányt érdemelne.

Az olvadékképződés kiváltó okai között szubvulkáni intrúzió, tektonikai súrlódás keltette hő-, vagy sokkhatás is felmerülhet, azonban utóbbi két hatóra szöveti és egyéb jelek nem utalnak. Előzetes feltevéseink alapján tehát egy lehetséges magyarázat az, hogy a területen a Gyűrűfői Riolit vulkanizmusához kapcsolódóan egy szubvulkáni riolitost nyomult be a már korábban megszilárdult riolit, valamint a lerakódott Cserdi Formáció alsóbb rétegeinek közelébe, és ez lokálisan jelentős hőhatást fejtett ki, így olvadást idézett elő. E szerint — az eddigi elképzelésekkel ellentétben (BARABÁS & BARABÁS-NÉ 1998, FÜLÖP 1994) — a vulka-



12. ábra. Az olvadék és félig „beolvastott” kvarc (Q) szemcse és környezete (XV. szerkezetkutató fúrás, 1915,6 m), BSE felvétel

Figure 12. The melt and the „partly-melted” quartz (Q) grain, and its environment (borehole No. XV, 1915,6 m), BSE picture



13. ábra. Az olvadék összetételét mutató jellegzetes spektrum (XV. szerkezetkutató fúrás)

Figure 13. Representative spectrum of the melt composition (borehole No. XV)

nizmus nem ért véget a Cserdi Formáció képződése előtt, hanem a törmelékes rétegsor képződésének kezdetén is folytatódott. Mindezek mellett azonban meg kell jegyezzük, hogy jelenleg nem ismert a környéken akkora méretű intrúzió, ami az olvadékképződést okozhatta volna. Az olvadékképződés további, az előzőektől teljesen más felfogású magyarázatát VARGA (2009) PhD dolgozatában vetette fel, aki szerint a Nyugat-Mecsekben a Gyűrűfői Riolit legfelső része ignimbrites eredetű, és ez a Cserdi Formáció alsó részét is magába foglalja. Ebben az esetben az olvadékképződés nem utólagosan, hanem a vulkanizmussal szingenetikusan történt, és a Cserdi Formáció legalsó része vulkanoszediment jellegű rétegsor. Mindezek azt mutatják, hogy az olvadék eredetének tisztázásához további részletes vizsgálatokra lesz szükség, aminek ki kell terjednie mind a Gyűrűfői Riolitra, mind a Cserdi Formáció alsó részére, a Mecsek és környéke egész területén.

Diszkusszió, következtetések

A Cserdi Formáció legteljesebb feltárását adó XV. szerkezetkutató fúrásban előforduló durvatörmelékes összetett kavicsanyagának vizsgálati eredményei azt mutatják, hogy a formáció lepusztulási területe érett, kontinentális, uralkodóan savanyú összetételű mélységi magmatitokból (Mórággyi Gránit, ÁRGYELÁN 2005), metamorfítokból, az előbbieknél dinamikus (diszlokációs) metamorfózisával keletkezett kőzeteiből, és a környezetében előforduló szintén savanyú, és részben szingenetikus vulkanizmus termékeiből (Gyűrűfői Riolit) állt. A kavicsanyag mélység szerinti változása alapján feltételezhető, hogy a lepusztulási terü-

leten időben a kristályos aljzat fokozatos kitakaródásával és túlsúlyba kerülésével kell számolnunk a savanyú vulkanitokkal szemben. A riolitos kavicsok összetételét tekintve megállapítható, hogy azok jelentős mértékű átalakuláson, elsősorban Na-metaszomatózison estek át.

A karbon Tésényi Homokkő és az alsó-perm Korpádi Homokkő lepusztulási területe, illetve környezete az eddigi kutatások szerint (R. VARGA et al. 2003, VARGA et al. 2007) és saját megfigyeléseink alapján különbözik a Cserdi Konglomerátum lepusztulási környezetétől. Habár a Tésényi Homokkő anyagát többé-kevésbé hasonló összetételű törmelékanyag jellemzi, annak mennyiségi aránya azonban eltérő: a felső-karbon sorozatot túlnyomórészt regionális metamorfítok, sziliciklasztos kőzetek és kvarcitok, továbbá a Gyűrűfői Riolittól nagyrészt eltérő összetételű savanyú-intermedier vulkanitok alkotják. A Korpádi Homokkő klasztjai két csoportra oszthatók: egyrészt a metagranitoid/granitoidok dominálnak, ezen kívül savanyú-neutrális vulkanitok, kevesebb metamorf kőzet, agyagkő és kevés intermedier hipabiszikus kőzet törmeléke is jelen lehet. A másik csoportra a metamorf eredetű kőzettörmelékek jellemzők (ÁRGYELÁN 2004, VARGA et al. 2007). A Cserdi Formációban előforduló hasonló kőzettípusok közettani és geokémiai jellegei egy-két kivételtől eltekintve eltérőek a Korpádi Homokkő kavicsanyagától. A heteropikusnak tekinthető Bodai Aleuolit Formáció ritkán előforduló homokköveinek törmelékanyaga főként földpátokból (plagioklász, káli-földpát, mikroklin) és kvarcból (mono- és polikristályos), valamint kevesebb muszkovitból, kloritosodó biotitból áll, akcesszóriaként cirkont és opak ásványokat tartalmaz. A kőzettörmelékek vulkanit (Gyűrűfői Riolit, láva és

piroklasztit), metamorf és üledékes eredetűek (vörös agyagkő, aleurolit). Alárendelt mennyiségben neutrális és bázisos vulkáni/szubvulkáni törmelékszemszék is előfordulhatnak, továbbá tűzkő (radiolarit)-szemszék is találtak (VARGA et al. 2006), utóbbiakat azonban VARGA (2009) PhD munkájában szferolit szemszéknek valószínűsítette. Ezt összevetve a Cserdi Formáció mintáival, elmondható, hogy a kavicsok és a Bodai Aleurolit Formáció homokkő törmelékszemszékének anyaga nagyrészt megegyezik, de a XV. szerkezetkutató fúrásban a Cserdi Formáció vizsgált anyagában bázisos jellegű kőzeteket nem találtunk. Azonkívül a Cserdi Formációhoz hasonlóan a Bodai Aleurolitban is jelentős mértékű a Na-metaszomatózis (ÁRKAI et al. 2000, VARGA et al. 2006).

A szemszék között megjelenő helyben képződött savanyú kőzetűveggel összetételű olvadék megjelenése arra utalhat, hogy az eddigi véleményekkel (BARABÁS & BARABÁSNÉ 1998, FÜLÖP 1994) ellentétben a Cserdi Formáció lerakódásának kezdeti szakaszán nem ért véget a Gyűrűfői Riolit létrehozó savanyú vulkanizmus. Azonban az olvadék-képződés mechanizmusa és kiterjedése egyelőre még nem ismert, az további részletes vizsgálatokat igényel.

A fúrás cementanyagában végig megtalálható anhidrit

jelenlétét először ÁRGYELÁN (2005), majd VARGA et al. (2007) bizonyította. Ez a még hosszan folytatódó vulkanizmus utóhatásait (hidrotermális tevékenység) jelezheti, ugyanakkor jelenléte utalhat arid körülményekre is. Ez utóbbi megerősítheti a szintén arid körülmények között lerakódott Bodai Aleurolittal való heteropijáját (a Cserdi Formáció törmelékkúp fáciesű, míg ennek folytatásában a Bodai Aleurolit playa üledék), mivel a Bodai Formáció képződésében is kimutatható az anhidrit (MÁTHÉ 1998).

Köszönetnyilvánítás

Munkánk engedélyezéséért és a rendelkezésünkre bocsátott anyagokért köszönet illeti a Mecsekérc Zrt.-t. Szeretnénk megköszönni MÁTHÉ Zoltán és VARGA Andrea segítségét és tanácsait, JÓZSA Sándornak a tanácsai mellett a technikai segítséget. Az olvadékkal kapcsolatos konzultációt köszönjük SZABÓ Csabának, HARANGI Szabolcsnak és NAGY Szabolcsnak. A pásztázó elektronmikroszkópos mérésekért köszönetet mondunk BENDŐ Zsoltnak, az XRF mérésekért Heinrich TAUBALD-nak. Köszönet BÍRÓ Lórántnak a 10. ábráért.

Irodalom — References

- ÁRGYELÁN J. T. 2004: A Máriagyűd-1 számú fúrásban feltárt alsó-perm durvatörmelékes összetett metamorf eredetű kavicsanyagának kőzettani és geokémiai vizsgálata. — Tudományos Diákköri dolgozat, ELTE Kőzet-Geokémiai Tanszék, Budapest, 75 p.
- ÁRGYELÁN J. T. 2005: A XV. szerkezeti fúrás által feltárt Cserdi Konglomerátum Formáció gneisz és granitoid kavicsanyagának kőzettani és geokémiai vizsgálata. — Diplomamunka, ELTE Kőzet-Geokémiai Tanszék, Budapest, 117 p.
- ÁRKAI, P., BALOGH, K., DEMÉNY, A., FÖRIZS, I., NAGY, G. & MÁTHÉ, Z. 2000: Composition, diagenetic and post-diagenetic alterations of a possible radioactive waste repository site: the Boda Albitic Claystone Formation, southern Hungary. — *Acta Geologica Hungarica* **43/4**, 351–378.
- BARABÁS A. 1955: A mecseki perm időségi képződmények. — Kandidátusi értekezés.
- BARABÁS A. & BARABÁSNÉ STUHL Á. 1998: A Mecsek és környéke perm képződményeinek rétegtana. — In: BÉRCZI I. & JÁMBOR Á. (szerk.): Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana, MOL Rt. – MÁFI kiadvány, Budapest, 187–204.
- BARABÁSNÉ STUHL Á. 1987–1988: A Dél-Baranyai-dombság és a Villányi-hegység perm képződményeinek kutatásáról készített összefoglaló jelentés. — Kézirat.
- FAZEKAS V. 1987: A mecseki perm és alsótriász korú törmelékes formációk ásványos összetétele. — *Földtani Közlemény* **117/1**, 11–30.
- FÜLÖP J. 1994: Cserdi Konglomerátum formáció. — In: FÜLÖP J. 1994: *Magyarország geológiája. Paleozoikum II.* Akadémiai Kiadó, Budapest, 349–353.
- JAKAB A. 2005: A Gyűrűfői Riolit kőzettani és geokémiai leírása. — Diplomamunka, ELTE Kőzet-Geokémiai Tanszék, Budapest, 79 p.
- JÁMBOR Á. 1964: A Mecsek hegység alsóperm képződményei. — Kézirat, Magyar Bányászati, Földtani és Geofizikai Adattár.
- LEBAS, M. J., LEMAITRE, R. W., STRECKEISEN, A. & ZANETTIN, B. 1986: A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. — *Journal of Petrology* **27**, 745–750.
- MÁTHÉ Z. (szerk.) 1998: A Bodai Aleurolit Formáció minősítésének rövidtávú programja, Kutatási zárójelentés 4. kötet, Ásványkőzettani, kőzetgeokémiai és izotóptranszport vizsgálatok. — Kutatási jelentés, Mecsekérc Környezetvédelmi Rt., Pécs, 76 p.
- MCLENNAN S. M. 2001: Relationships between the trace element composition of sedimentary rocks and upper continental crust. — *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* **2**, 1–24.
- PEARCE, J. A., HARRIS, N. B.W. & TINDLE, A. G. 1984: Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. — *Journal of Petrology* **25**, 956–983.
- PETTITJOHN, F. J., POTTER, P. E. & SIEVER, R. 1987: *Sand and Sandstone*. — Springer-Verlag, New York, 553 p.
- R. VARGA, A., SZAKMÁNY, GY., JÓZSA, S. & MÁTHÉ, Z. 2003: Petrology and geochemistry of Upper Carboniferous siliciclastic rocks (Téseny Sandstone Formation) from the Slavonian–Drava Unit (Tisza Megaunit, S Hungary) — summarized results. — *Acta Geologica Hungarica* **46/1**, 95–113.
- R. VARGA, A., SZAKMÁNY, GY., RAUCSIK, B. & MÁTHÉ, Z. 2005: Chemical composition, provenance and early diagenetic process of playa lake deposits from Boda Siltstone Formation (Upper Permian), SW Hungary. — *Acta Geologica Hungarica* **48/1**, 49–68.

- SUN, S. S. & McDONOUGH, W. F. 1989: Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts; implications for mantle composition and processes. — In: SAUNDERS, A. D. & NORRY, M. J. (ed.) 1989: *Magmaism in the ocean basins*. Geological Society of London, 313–345.
- VARGA, A. 2009: A dél-dunántúli paleozoos–alsó-triász sziliciklasztos kőzetek kőzettani és geokémiai vizsgálati eredményei. — PhD értekezés, ELTE FFI Kőzettan-Geokémiai Tanszék, Budapest, 150 p.
- VARGA, A., SZAKMÁNY, GY. & MÁTHÉ, Z. 2006: A Bodai Aleurolit Formáció törmelékes kőzettípusainak ásványtani, kőzettani és geokémiai jellemzői. — *Földtani Közlemény* **136/2**, 201–232.
- VARGA, A., SZAKMÁNY, GY., ÁRGYELÁN, T., JÓZSA, S., RAUCSIK, B. & MÁTHÉ, Z. 2007: Complex examination of the Upper Paleozoic siliciclastic rocks from the southern Transdanubia, SW Hungary. — Mineralogical, petrographic, and geochemical study. — *Geological Society of America* **420**, 221–239.
- VARGA A., RAUCSIK B., KOVÁCS KIS V. & SZAKMÁNY Gy. 2008: A felső-paleozoikum Turonyi Formáció (Szlavóniai–Drávai-terrénum) pelites kőzeteinek ásványtani és kőzettani jellemzői. — *Földtani Közlemény* **138/1**, 5–20.
- Kézirat beérkezett: 2009. 05. 02.

I. tábla — Plate I

Egyes kavics típusok polarizációs mikroszkópi képe
Polarising microscopic photo of individual pebble types

1. kép: Vitrofiros szövetű riolit (1/2. altípus) — K = kálföldpát (szanidín) Cd = kalcedon.
Picture 1: Vitrophyric rhyolite (Type 1/2.) — K = K-feldspar (sanidine) Cd = Chalcedony.
2. kép: Felzites szövetű riolit (2. típus) — K = kálföldpát (szanidín) P = plagioklász.
Picture 2: Felsitic rhyolite (Type 2.) — K = K-feldspar (sanidine), P = plagioclase.
3. kép: Piroklastit — K = kálföldpát (szanidín), Chl = klorit.
Picture 3: Pyroclastic rock — K = K-feldspar (sanidine), Chl = chlorite.
4. kép: Metagranitoid — Q = kvarc, K = kálföldpát.
Picture 4: Metagranitoid — Q = quartz, K = K-feldspar.
5. kép: Gneisz — Q = kvarc, K = kálföldpát.
Picture 5: Gneiss — Q = quartz, K = K-feldspar.
6. kép: Milonit — Q = kvarc, K = kálföldpát, Anh = anhidrit.
Picture 6: Mylonite — Q = quartz, K = K-feldspar, Anh = anhydrite.
7. kép: Metahomokkő.
Picture 7: Metasandstone.
8. kép: Klorit-földpát-szericit-pala.

