

SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM
TERMÉSZETTUDOMÁNYI ÉS INFOMATIKAI KAR
ÁSVÁNYTANI, GEOKÉMIAI ÉS KŐZETTANI TANSZÉK

**A Horváthertelend–1 fúrás paleozoos
képződményeinek ásvány-kőzettani és
mikrotektonikai vizsgálata**

TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT

Készítette:
Mészáros Előd
Földtudomány MSc szakos hallgató

Témavezetők:
Dr. Raucsikné Dr. Varga Andrea
Egyetemi adjunktus

Dr. Schubert Félix
Egyetemi adjunktus

Szeged
2014

Tartalomjegyzék

Összefoglalás	3
Abstract	4
1. Bevezetés	5
2. A Horváthertelend–1 fúrás megismerés-története és földtani környezete.....	6
2.1. Vizsgált képződmények a rétegsorban	7
2.2. A képződmények aktuális korrelációja	8
2.3. A Szalatnaki Agyagpala elterjedése és kifejlődése.....	8
2.4. A Tésényi Metahomokkő elterjedése és kifejlődése	10
3. Alkalmazott módszerek	11
4. A Horváthertelend–1 fúrás paleozoos (?) képződményeinek petrográfiai vizsgálata	11
4.1. A „finomtörmelékes” képződmény petrográfiai eredményei	12
4.1.1. Makroszkópos petrográfia.....	12
4.1.2. Mikroszkópos petrográfia	14
4.2. A durvatörmelékes képződmény petrográfiai eredményei	20
4.2.1. Makroszkópos petrográfia.....	21
4.2.2. Mikroszkópos petrográfia	22
5. Diszkusszió	26
5.1. Törészónák	27
5.2. A „Finomtörmelékes” képződmény vizsgálati eredményeinek értékelése	27
5.3. A durvatörmelékes képződmény vizsgálati eredményeinek értékelése.....	30
5.4. A Horváthertelend–1 fúrás rétegsorának új szemléletű megközelítése	31
6. Összefoglalás	34
Felhasznált irodalom.....	35
Köszönetnyilvánítás	38
1. Függelék.....	39
2. Függelék.....	40

Összefoglaló

A Mecsek ÉNy-i előterében mélyült Horváthertelend–1 (Hh–1) fúrás rétegsorának pontos ismerete napjainkban kiemelten fontos a Bodai Agyagkő Formáció egyik alapszelvényének — a tőle mindössze 3,8 km távolságban mélyített Ibafa–4 (Ib–4) fúrás — földtani környezetének megismerése szempontjából.

Diákköri kutatásom keretében a Hh–1 fúrásban feltárt, 720–790 m-ig terjedő vörös lencsét tartalmazó fekete agyagkő–grauwacke és a 790–850 m-ig terjedő konglomerátum között petrográfiai vizsgálatát végeztem el, melyet a szakirodalom a szilur Szalatnaki Agyagpala Formációval azonosít. Az ásvány-kőzettani és mikrotektonikai megfigyeléseket a még rendelkezésre álló fúrási maganyagon, illetve 81 db vékonycsiszolaton végeztem. A vizsgálati eredmények rávilágítottak arra, hogy a vörös lencsék (arkóza) tektonikus határral ékelődnek a fekete agyagkő–grauwacke kőzettípusokba. A deformáció bizonyos zónákban különböző fejlettségű kataklázitok formájában jelenik meg.

A fekü konglomerátum esetében szintén két eltérő szövetű és törmelékanyagú kőzettípus kisléptékű — dm–m-es nagyságrendű — váltakozása azonosítható. Egy kovacementes, mátrixvázú konglomerátum és egy karbonátcementes, szemcsevázú-cementvázú konglomerátum, melyek törmelékanyagukban is eltéréseket (karbonátkőzet-kavicsok) mutatnak.

A szelvényben megjelenő kőzettani heterogenitás és a jelentős deformáció — tektonikus lencsék és kataklázitok megjelenése — arra utal, hogy egy markáns, legalább 20 m, de akár 70 m széles törésszóna azonosítható a Hh–1 fúrás alsó, paleozoosnak vélt szakaszában. Az itt feltárt képződményeket az eddigi elképzelésekkel szemben, nem kezelhetjük üledékes kőzettestként és nem sorolhatjuk egyetlen formációhoz sem. A szelvényszakasz egy törésszóna részét reprezentálja, melyben különböző litológiájú és akár különböző korú képződmények kőzettípusai keverednek.

Kulcsszavak: Horváthertelend, kataklázit, törésszóna, grauwacke, arkóza

Abstract

The knowledge of the Horváthertelend–1 (Hh–1) borehole's lithology (NW foreground of Mecsek Mts., Hungary) is an important environmental geological information because of the proximity of one of the main sections (Ibafa–4 borehole) of the Boda Claystone Formation which hole is located approximately 3.8 km from the studied section.

In this research the examination of the black claystone–greywacke with red lenses from 720 m to 790 m depth and the conglomerate from 790 m to 850 m depth was made. These rocks are identified in literature as the Silurian Szalatnak Shale Formation. The mineralogical-petrographic and microstructural examination of the core samples available and 81 thin sections was made. The research result revealed the red lenses (arkose) are included in the black claystone–greywacke rock-types in tectonic way and this deformation appears in the form of different cataclasites in some zones.

In the case of the conglomerate, two rock-types with different texture and composition alternate in decimetres–metres scale. The first one is a quartz-cemented, matrix-supported conglomerate and the second one is carbonate-cemented, grain-supported–cement-supported conglomerate with different composition, for example the carbonate-rock pebbles in the carbonate-cemented conglomerate.

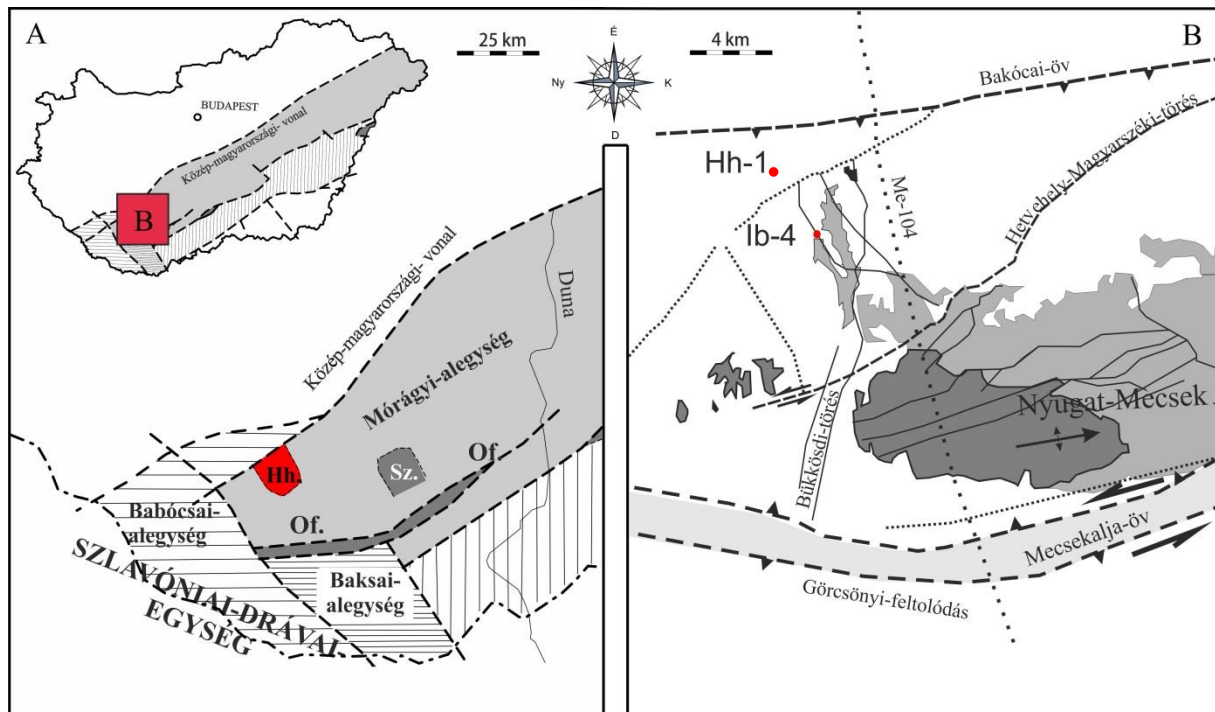
The heterogeneity of the rock-types and the significant deformation — tectonic lenses and cataclasites — in the lithology column suggests that there is a large-scale, at least 20 m even 70 m wide fault-zone in the lower section of the Hh–1 borehole. Therefore we can't handle these rocks as simple sedimentary rocks and we can't classify them into formations, compared with what has been thought. The section represents one part of a fault-zone where rocks with different types and ages are mixed.

Keywords: Horváthertelend, cataclasite, fault-zone, greywacke, arkose

1. Bevezetés

Hazánk területén jelenleg az egyik legjelentősebb földtani kutatás a nagy aktivitású radioaktív hulladék elhelyezési lehetőségeinek kutatására irányul. Több évtizedes kutatómunka eredményeként jelenleg a legígéretesebb képződmény az ország területén a dél-dunántúli Bodai Agyagkő Formáció (BAF), mely megismerésére folyamatosan több kutatás összpontosul (KONRÁD & HÁMOS 2006, MÁTHÉ & VARGA 2012).

A diákköri dolgozatom témájául választott, szinte lemélyítése óta sok vitát kavaró Horváthertelend–1 (Hh–1) fúrás korszerű és részletes vizsgálata — melyre az eddigi évek során nem került sor — napjainkban nagy fontossággal bír a BAF földtani környezetének és kapcsolatainak pontosabb megismerésében, hiszen mindössze 3,8 km-re található a BAF egyik fő alapszelvényétől, az Ibafa–4 (Ib–4) fúrástól (1. ábra). Aktualitása ezért legalább annyira környezetföldtani jellegű, mint amennyire fontos a megismerése a Tiszai-egység szerkezetének és felépítésének pontosabb megértésében. Ennek a munkának fő célja, hogy részletes petrográfiai feldolgozást szolgáltasson a Hh–1 fúrás rétegsorának sok szempontból problémás és elgondolkodtató szakaszáról, és egy összefogó áttekintést adjon a jelenleg is folyamatban levő kutatás legújabb eredményeiről.

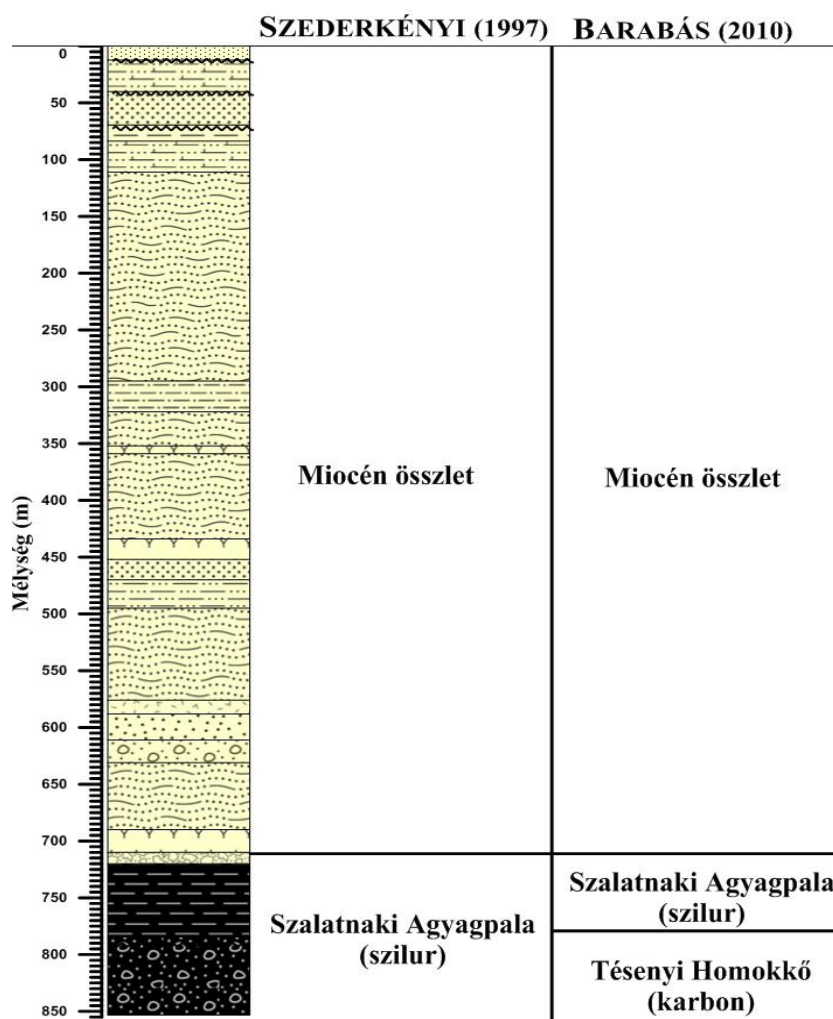


1. ábra: A) A Horváthertelendi- és a Szalatnaki-egységet feltüntető térkép vázlat a Tiszai-egység dunántúli részének prealpi aljzatáról (SZEDERKÉNYI 1997 in HAAS 2001, módosítva); B) A Dél-dunántúli, mezozoosnál fiatalabb szerkezeti elemek térképe a Hh–1 és az Ib–4 fúrásokkal (KONRÁD & SEBE 2010, módosítva)

A Horváthertelend–1 fúrás kainozoos kőzetegyüttese alatt elhelyezkedő két képződményről rendelkezésre álló információink rendkívül szegényesek, hiszen a fúrás dokumentációja csupán vázlatosan, áttekintő jelleggel készült el és egészen a közelmúltig, a részletes kőzettani vizsgálatok sem jutottak túl a minta-előkészítésen (a csiszolatok elkészítésén), holott a fúrást még 1986-ban mélyítette a Mecseki Ércbánya Vállalat (MÉV). Annak ellenére, hogy a Hh–1 fúrás pre-kainozoos képződményeit formáció szinten besorolták, illetve korrelálták — amire a Horváthertelendi-egység (takaróroncs) kijelölése épül (SZEDERKÉNYI 1997) — a feltárt kőzetasszociáció részletes kőzettani vizsgálata nem valósult meg.

2. A Horváthertelend–1 fúrás megismerés-története és földtani környezete

A Horváthertelend–1 fúrást a MÉV mélyítette a Nyugat-Mecsek északi előterében 1986-ban a „Hidrogenetikus U-érc Kutatási Program” keretei között, és célképződménye a miocén összlet volt. A fúrás megközelítőleg 720 m vastagságban harántolt alsó-, középső-miocén félig konszolidált–konszolidált üledékeket, üledékes kőzeteket, majd a rétegsor alsó szakaszában 720 m-től egy, a felső szakaszban feltárt képződményektől markánsan eltérő, sötétszürke–fekete agyagkő és homokkő váltakozásából álló rétegsort tárt fel. A szelvény legalsó szakaszán sötétszürke konglomerátum és homokkő alkotta összletben állt le a fúrás (2. ábra, MÁTHÉ 1986). A kutatás és a dolgozat tárgyát ezen utóbbi két képződmény alkotja.



2. ábra: A Horváthertelend–1 fúrás rétegsora a fúrási dokumentáció alapján a korrelációs elképzelések feltüntetésével (MÁTHÉ 1986, módosítva)

2.1. Vizsgált képződmények a rétegsorban

A Horváthertelend–1 fúrás 853,2 m talpmélységben sötétszürke, közép–durvaszemcsés homokkő és konglomerátum váltakozásával jellemzett, ciklusosan felépülő kőzettestben állt le. A fúrási dokumentáció alapján (makroszkópos jellemzés) a konglomerátumban nagyon gyakoriak a granitoid anyagú kavicsok, továbbá a kavicsanyagban nagy mennyiségben jelenik meg milonit és savanyú, intermedier vulkanit eróziójából származó kőzet, de egyaránt felismerhetők csillámpala, gneisz, kvarcit és metahomokkő eredetű kavicsok is. Erre a képződményre a 785 m és 815 m között elhelyezkedő, rosszul cementált — a magfúrás során nagyobb darabokra hullott szét, így szegényes (~53%) magkihozattal jellemezhető — zúzott zónát követően sötétszürke agyagkő, aleurolit települ vörös, zöld elszíneződésekkel, szürke–vörös homokkőlelencsékkel és kovapala sávokkal. A makroszkópos fúrási dokumentáció alapján a kőzet látszólag szabálytalan darabokra esik szét, melyek felszínén rozsdabarna színű bevonat látható. A dokumentációban kovapalának leírt képződményre

jellemző a 20–30°-os dőlésű síkok mentén történő elválás. A síkok felülete uralkodóan sima, de gyakran találhatók kissé hullámosak is. Néhány kovásabb agyagkő törmelék törési felületén zöld bevonat figyelhető meg. A kőzet kemény, rideg, nagyon jól cementált. A fúrómagokat általában szabályos lefutású hajszálerek és repedések szelik át több jellegzetes irányban, melyek fehér színűek és kvarc anyagúak, vagy rozsdabarnák, és ennek megfelelően limonit cementálja őket. A kőzetben látható zöld és vörös sávokat az üledékes réteggel azonosították a makroszkópos vizsgálat során (MÁTHÉ 1986).

2.2. A képződmények aktuális korrelációja

A máig elfogadott elképzelések szerint a felső „finomtörmelékes” és az alsó durvatörmelékes képződményt a szilur Szalatnaki Agyagpala Formációval azonosították (SZEDERKÉNYI 1997, CSÁSZÁR 2005). A durvatörmelékes képződmény esetében azonban BARABÁS (2010) felvetette a Tésenyi Metahomokkővel való rokonságot is. E korrelációk miatt, az ezen a területen feltáruló, feltehetően paleozoos képződményeket a szakirodalom takaróroncsként kezeli, és külön prealpi szerkezeti egységként (Horváthertelendi-egység) különbözteti meg csakúgy, mint a Szalatnaki Agyagpala elterjedési területét (SZEDERKÉNYI 1997). Mivel vizsgálatok hiányában a korreláció csupán hipotézis szintű, így ezt az azonosítást nagyon óvatosan kell kezelni. Néhány éve megkezdett kutatómunkám során bebizonyosodott, hogy a finomtörmelékes rétegsor nem minden jellegében hasonló a Szalatnaki Agyagpala típusos kifejlődéséhez, továbbá az alsó szakaszban is felmerült, hogy nem kezelhetjük egységes képződményként (MÉSZÁROS 2014, MÉSZÁROS et al. 2014). Ilyen különbség például a vitrinit-reflexióban ($R_0=0,90-3,24\%$) mutatkozó eltérés, a vörös lencsék és az erős tektonizáltság. Eredményeim részletezése előtt célszerű áttekinteni a korrelációs szempontból kiemelt jelentőségű képződmények legfontosabb jellemzőit.

2.3. A Szalatnaki Agyagpala elterjedése és kifejlődése

A Szalatnaki Agyagpala Formáció a Tiszai-egység Kunsági-terrénumának, Mórágyszubtérreóban található, feltételezetten takaróroncsként jelenlevő Szalatnaki-egységben jelenik meg a Mecsek északi előterében (*1. ábra*, SZEDERKÉNYI 1997; HAAS 2001; CSÁSZÁR 2005).

A Szalatnaki Agyagpala Formáció megismerése 1957–58-ban kezdődött meg a Györe–1 jelű kőszénkutató fúrás mélyülésével, mely triász homokkő fekvőjében sötétszürke, finomszemcsés, homokkősávós aleurolit-, illetve agyagpalát tárt fel (FÜLÖP 1994).

A következő jelentős állomás a képződmény megismerésében az 1962-ben mélyített Szalatnak-3 jelű fúrás volt, melyet a Mecseki Ércbánya Vállalat végzett. Ez a fúrás szintén feltárta a sötétszürke, kovás aleurolitot, melyet a Jakabhegyi Homokkő Formáció fekvőjeként azonosítottak. A képződmény rétegtani besorolását, öslénytani adatokra alapozva, először Oravecz János végezte, aki a szilurba sorolta a formációt, majd besorolását Heinz Kozur erősítette meg (FÜLÖP 1994). Számos ősmaradványt sikerült azonosítani a képződményben, elsősorban gazdag conodonta és muellerisphaerida faunát. Ezen conodonták alapján került sor a képződmény korolására is (ORAVECZ 1964; FÜLÖP 1994). Feküjét bizonytalan eredetű granitoid magmatit alkotja, melynek kontakthatását feltételezték, de bizonytalan, hogy valóban a granitoid intrúzió felelős a hatásért. ÁRKAI (1991) és ÁRKAI et al. (1996) metamorf eredetű biotitot mutatott ki a Szalatnaki Agyagpalában, melynek magyarázatát a granitoid intrúzó kontakthatásában látta. Továbbá, mikroszerkezeti és klorit kristályossági, valamint klorit geotermometriai és vitrinitreflexiós ($R_{\max}=6,616\%$, $R_{\min}=1,087\%$) vizsgálatokkal is igazolt a Szalatnaki Agyagpala Formáció metamorfózisa, melyet ÁRKAI (1991) nagydoktori értekezésében az anchi/epizóna határára, kb. 350 °C-ra tett.

FÜLÖP (1994) a feltételezhetően több mint 600 m vastag mélytengeri Szalatnaki Agyagpala Formációt három rétegcsoportha tagolta: a felső rétegcsoportha, mely a Jakabhegyi Homokkő Formáció alatt települ eróziós diszkordanciával, flis jellegű, néhol gyüredezett, sötétszürke, homokkősávós aleurolitpala. A Szalatnak-3 fúrásban a vastagsága 110 m. A középső rétegcsoportha vulkáni agglomerátum, melyet először durva konglomerátumként azonosítottak, és mely éles határ nélkül, folyamatosan fejlődik ki a felső flis rétegcsoporthából. Vastagsága a fúrásban 90 m. A legalsó formációcsoportha szintén folyamatosan fejlődik ki az agglomerátumból. Ezt a csoportot egy homokkősávós aleurolitpala képviseli, mely azonos jellegű a felső rétegcsoportha, azonban itt némileg nagyobb a homok mennyisége (FÜLÖP 1994).

Az agyagpala és aleurolitpala kifejlődéseket vékony, kagylós törésű, kovás, lidites részek tagolják. A besorolás alapjául szolgáló conodonták szeparálása is ezekből a lidites részekből történt (FÜLÖP 1994). A finomtörmelékes kifejlődés szemcseösszetételére jellemző a kvarc, a magmás közettörmelék és a plagioklász túlsúlya, valamint a káliföldpát sporadikus jelenléte. Jelentős mennyiségben tartalmaz kloritot és más filloszilikátokat, például illitet (ÁRKAI 1991; FÜLÖP 1994).

A Szalatnaki Agyagpala Formációról rendelkezésre álló ismeretanyagban sajnos sok a homályos folt. A bizonytalanságot már FÜLÖP (1994) is felvetette, azonban az elmúlt 20 évben a Szalatnaki Agyagpalával érdemi kutatás nem foglalkozott.

2.4. A Tésenyi Metahomokkő elterjedése és kifejlődése

A Dél-Dunántúl területén a Villányi-hegység É–ÉNy-i előterében, a Szlavóniai–Drávai-terrénum területén elterjedt a felső-karbon Tésenyi Metahomokkő Formáció (VARGA et al 2012), — korábban Tésenyi Homokkő Formáció — mely kizárólag fúrásokból ismert, felszínen nem azonosítható (FÜLÖP 1994, CSÁSZÁR 2005). Elsőként SOÓS & JÁMBOR (1960) azonosítottak felső-karbon kavicsokat miocén konglomerátumban a Nyugat-Mecsek területén, majd később a Téseny–2 (T–2) mélyfúrás tárt fel szálban álló felső-karbon képződményeket. A továbbiakban a Siklósbodony–1 és Bogádmindszent–1 fúrások szintén harántolták a közettestet jelentékeny vastagságban és jelenleg e fúrások a képződmény földtani alapszelvényei. Ezek után további fúrásokban is azonosításra került a képződmény (pl. Diósvizsló–3, Darány–1). A Tésenyi Metahomokkő jelenlegi ismereteink szerint diszkordánsan települ az alaphegységre, perm fedőjével pedig feltételezhetően tektonikusan érintkezik (FÜLÖP 1994, JÁMBOR 1998).

A Tésenyi Metahomokkő intramontán molasz jellegű, folyóvízi–tavi–delta üledékes környezetű mutat, és szürke konglomerátum, homokkő aleurolit és agyagpala litológiai váltakozásából felépülő, felfelé durvuló, rétegzetlen, gyengén rétegzett rétegsort alkot, melyben kőszénzsinórok jelennek meg (JÁMBOR 1969, GYALOG 1996). Korát növénymaradványok (*Pecopteris*, *Sphenopteris*, *Neuropteris*, *Alethopteris*, *Sphenophyllum*, *Annularia*) alapján a karbon namuri–westfáli emeletébe helyezték (HETÉNYI & RAVASZ-BARANYAI 1976, VARGA et al. 2007). Rétegtani vastagsága eléri az 1300 m vastagságot (FÜLÖP 1994, VARGA et al. 2001, CSÁSZÁR 2005). A homokkő kifejlődések igen változatosak, arenit és arkóza jellegűek mono-, polikristályos kvarcból, plagioklászából, káliföldpátból csillámokból és metamorf, savanyú–intermedier közettörmelékéből álló törmelékanyaggal (VARGA et al 2007). A konglomerátum kifejlődés törmelékanyagában egyaránt megtalálhatók a metamorf (kvarc-muszkovit-albit pala, gneisz, fillit, milonit, metagranitoid, metakvarcit), savanyú–intermedier vulkáni, szubvulkáni (riolit, dácit, riodácit, andezit) és intruzív (granitoid), valamint üledékes (homokkő, agyagkő, tűzkő) kavicsok. Mindkét kifejlődés cementanyaga túlnyomóan illit/szericit, kova és klorit. (VARGA et al. 2007). Ezen törmelékanyag VARGA et al. (2001), VARGA et al. (2003), VARGA et al. (2007) munkája alapján újra feldolgozott orogén övön belül kollíziós szutúra öv – gyűrt, áttolódott öv lehordási területről származik.

3. Alkalmazott módszerek

A dolgozat elkészítése során a Mecsekérc Zrt.-től származó korlátozott mennyiségű fúrómagon (A Hh-1 fúrás maganyagának jelentős része napjainkra megsemmisült tárolási problémák következtében) végeztem makroszkópos vizsgálatokat. A petrográfiai vizsgálatokat a korábbi eredmények alapjául szolgáló archív vékonycsiszolatokat (Mecsekérc Zrt. és ELTE Kőzettan–Geokémiai Tanszék) kiegészítve, a Szegedi Tudományegyetem Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszékén készült vékonycsiszolatokon végeztem. A Mecsekérc Zrt.-től származó vékonycsiszolatok összesen 61 db-ot számlálnak, emellett az ELTE-n, korábbi OTKA kutatáshoz kapcsolódóan (témavezető: Dr. Szakmány György) készült 8 db és a jelenlegi diákköri kutatás keretében az SZTE-n 12 db preparátum. Az utóbbi sorozat esetében szisztematikusan mintáztuk az eltérő kőzetcsoportokat ásvány-kőzettani és mikrotektonikai vizsgálatok érdekében, valamint, hogy minél nagyobb kapcsolatot tudjuk létrehozni az archív vékonycsiszolatok és az új minták között. A különböző szerkezetek tanulmányozására irányítottan, a foliációra merőleges, lineációval párhuzamos vékonycsiszolatok készültek. A homokkövek osztályozása esetében PETTJOHN et al. (1987), a tektonitok esetében WOODCOCK & MORT (2008), míg a deformációs szöveti elemek esetében főként VAN DER PLUIJM & MARSHAK (2004), PASSCHIER & TROUW (2005) munkáját vettem alapul.

4. A Horváthertelend–1 fúrás paleozoos (?) képződményeinek petrográfiai vizsgálata

A Földtudományi BSc szakdolgozatom (MÉSZÁROS 2013) eredményei szerint a 720–790 m-ig terjedő felső szakaszban alapvetően két markánsan eltérő litológia különíthető el egymástól. A rétegsor túlnyomó részét fekete–sötétszürke, reduktív körülményeket mutató, szerves anyagban gazdag, szövetileg és ásványtanilag is éretlen grauwacke, agyagkő kőzetek alkotják. Ezen kőzettípusok összetételében a kvarc, intermediér vulkáni törmelék és plagioklász szemcsék uralkodnak agyagos, szericites mátrixban. A kőzet erősen cementált, a cement anyaga kvarc és feltehetően agyagásványok. Az agyagkövekben epigén turmalin, erekben prehnit jelenik meg (Mészáros 2013, Mészáros 2014), mely hidrotermás hatásra utal (FREY 2001).

E litológia mellett kisebb hányadot tesz ki az előzőtől teljesen eltérő üledékes környezetet és lehordási területet mutató, oxidatív környezetre utaló, jól osztályozott

durva–középszemcsés, szemcsevázú arkóza. Ez a kőzettípus összetételét tekintve meglepően egyszerű, mivel csupán kvarc, földpát utáni agyagásvány pszeudomorfóza és erősen opacitosodott biotit alkotja. A két kőzettípus az általában jól fejlett, rozsdabarna, limonitos sávok mentén érintkezik egymással. Ezek a limonitos sávok jellegzetesen megjelennek mindkét litológiában, azonban főként a sötét, reduktív jellegű kőzettípusok irányába terjednek ki (MÉSZÁROS 2014).

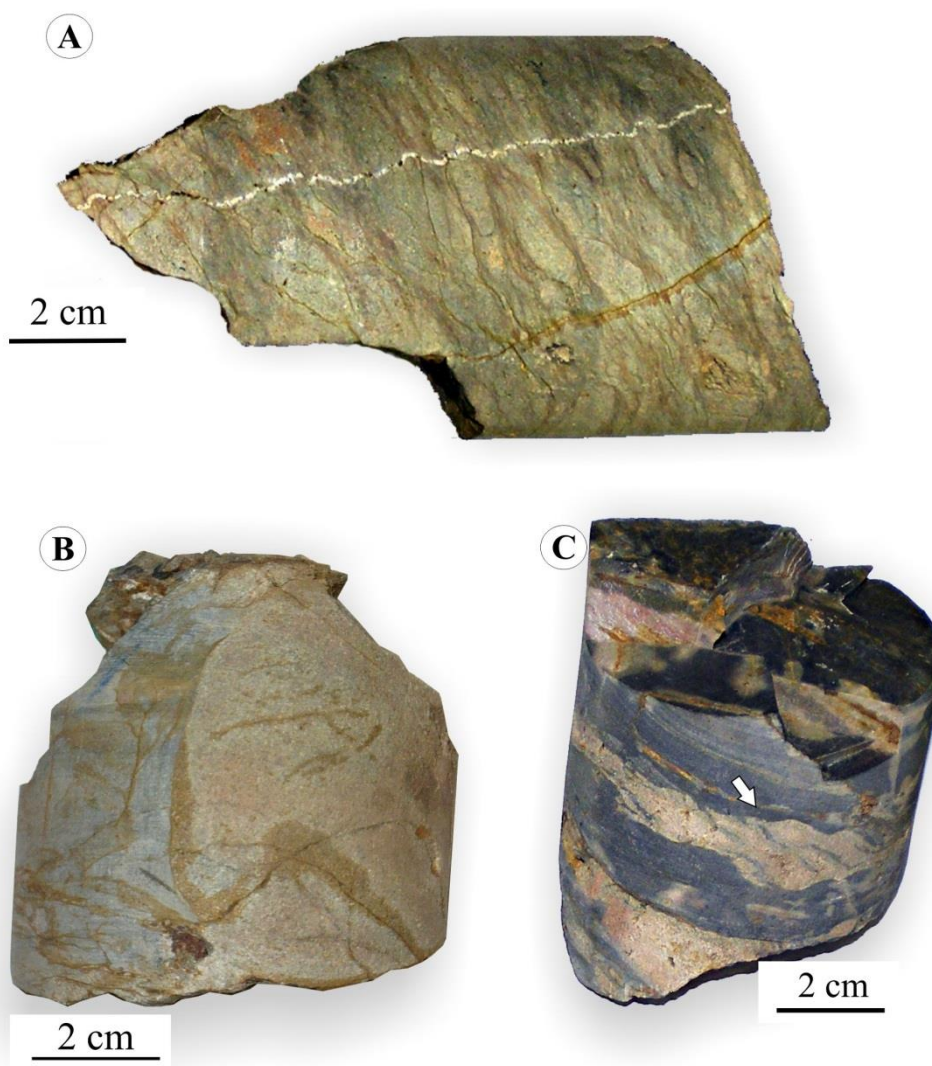
4.1. A „finomtörmelékes” képződmény petrográfiai eredményei

A rendelkezésre álló fúrómagok mennyisége igen korlátozott, és a képződmény teljes szakaszát sem fedik le, főként annak alsó szakaszára koncentrálódnak, így a felső részek értelmezésében kizárólag az archív vékonycsiszolatok — melyekhez magminta nem társul — értelmezése segíthet a magok és új csiszolatok tükrében. A diákköri kutatáshoz készült vékonycsiszolatok mérete a szabványtól eltérően 5x8 cm-es (lefedve a fél fúrómagátmérőt), mely lehetővé teszi az ásvány-kőzettani megfigyelések mellett a szöveti, mikroszerkezeti bélyegek részletes azonosítását, dokumentálását és értelmezését.

A képződményben makroszkóposan két kőzetcsoporthoz különíthető el a magvizsgálatok alapján. Egyik csoportot a vörös arkózalencsét tartalmazó fekete agyagkő–grauwacke alkotja. A másik csoport kifejezetten a rétegsor alsó harmadának felső szakaszán, megközelítőleg 770–778 m között megjelenő, világosszürke, zöldes-vöröses színnel sávozott finomszemcsés kőzet, néhány centiméteres, szigmoidális homokkő lencsékkel. Az alábbiakban ezek részletes jellemzése olvasható.

4.1.1. Makroszkópos petrográfia

A fúrómagok tanulsága szerint az agyagkő–grauwacke csoport gyakran erősen deformált, gyúrt homokkő és agyagkő kőzettípusokból épül fel, melyek rendkívül jól cementáltak, fekete–sötétszürke színűek (3. ábra). Ez a kőzettípus rendszerint éles felületek mentén válik szét, melyek gyakran meredek vetőkként azonosíthatók. A magokon gyakran megfigyelhető a rövid szakaszokban még ép, vagy éppen erősen deformált eredeti lamináció is. Egyéb primer üledékes szerkezet nem figyelhető meg a mintákon.



3. **ábra:** A „finomtörmelékes” összlet egyes szakaszaiból származó minták. **(A)** Foliált kataklázit képe, 777 m. **(B)** és **(C)** Az agyagkő-grauwacke makroszkópos osztályból származó két minta, melyeken a sötét agyagkőbe nyíródott vörös lencsék figyelhetők meg, 779,6 m **(B)** és 780,3 m mélységből **(C)**. A **C** fotó esetében egy boudinage szerkezetű homokkő lencse (nyíl) figyelhető meg a nyírás eredményeként.

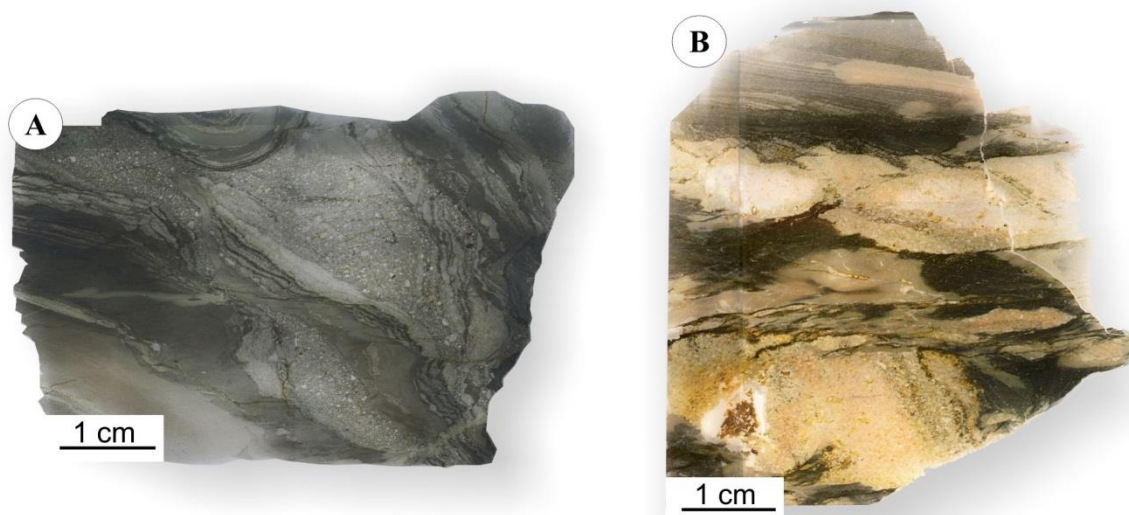
Ebben az egységben az előző típushoz szorosan kapcsolódva jelennek meg változó méretű, milliméterestől deciméteresig terjedő skálában a vörös homokkő lencsék, melyek teljesen elütnek befogadó közetük színétől (3/B-C *ábra*). A lencsék megjelenése már első ránézésre eltér az üledékes szerkezetektől, gyakran szigmoidális megjelenésük miatt. A két közettípus határán vastag rozsdabarna foliáció látható, melyek párhuzamosak a lencsék orientációjával. Ezeken a szakaszokon gyakran figyelhető meg az alapkőzet változó mértékű kifakulása, valamint a lencsék anyagának szétszórt elhelyezkedése. A lencsék anyaga szintén erősen cementált, azonban gyakran jelennek meg benne üregek, repedések. Összességében a mintákon erős deformáció jelei láthatók (3/C *ábra*), mind a sötét közettípusokban, mind pedig a vörös lencséken, emellett a lencsék alakja néhol boudinage szerkezetet mutat (VAN DER PLUIJM & MARSHAK 2004, PASSCHIER & TROUW 2005).

Makroszkópos megjelenésében az előző litológiától eltérő csoportot egy világosszürke, zölden és vörösen sávozott, finomszemcsés kőzet alkotja, melyben változó méretben a rozsdabarna sávokkal párhuzamosan szigmoidális és lekerekített, világosszürke és vörös homokkő lencsék nagy mennyiségű, világos, finomszemcsés–agyagos mátrixban (3/A ábra). A kőzetten foliáció ismerhető fel, mely két orientációt mutat. A kőzetet kvarc anyagú, 1–3 mm vastag erek vágják át, melyek lefutása meredek, a mag tengelyével közel párhuzamos, míg a foliáció hegyesszöget zár be vele. Az éren szabad szemmel is jól láthatók a csapásával közel párhuzamos rövidülés nyomai. Ez az irány merőleges a vörös sávokra, melyek néhol az érbe is belenyúlnak, valamint a kőzet ezek mentén könnyen elválk. Az ér mentén erőteljes elszíneződés látható, mely vörös sávként húzódik végig az ér mentén. Ennek kiterjedése változó, néhol jobban áthatja a kőzetet, míg másutt csupán 0,3–0,5 cm széles zónát alakít ki.

Mindkét csoportra általánosan jellemző, hogy a lencsék mérete folyamatosan csökken és a deformáció mértéke nő az agyagkő–grauwacke csoporttól a világosszürke finomszemcsés csoport irányába haladva. A második, világos árnyalatú csoport esetében szintén megfigyelhető a klaszterek mennyiségének csökkenése és a mátrix arányának növekedése, ahogyan távolodunk a lencsét tartalmazó kőzetektől.

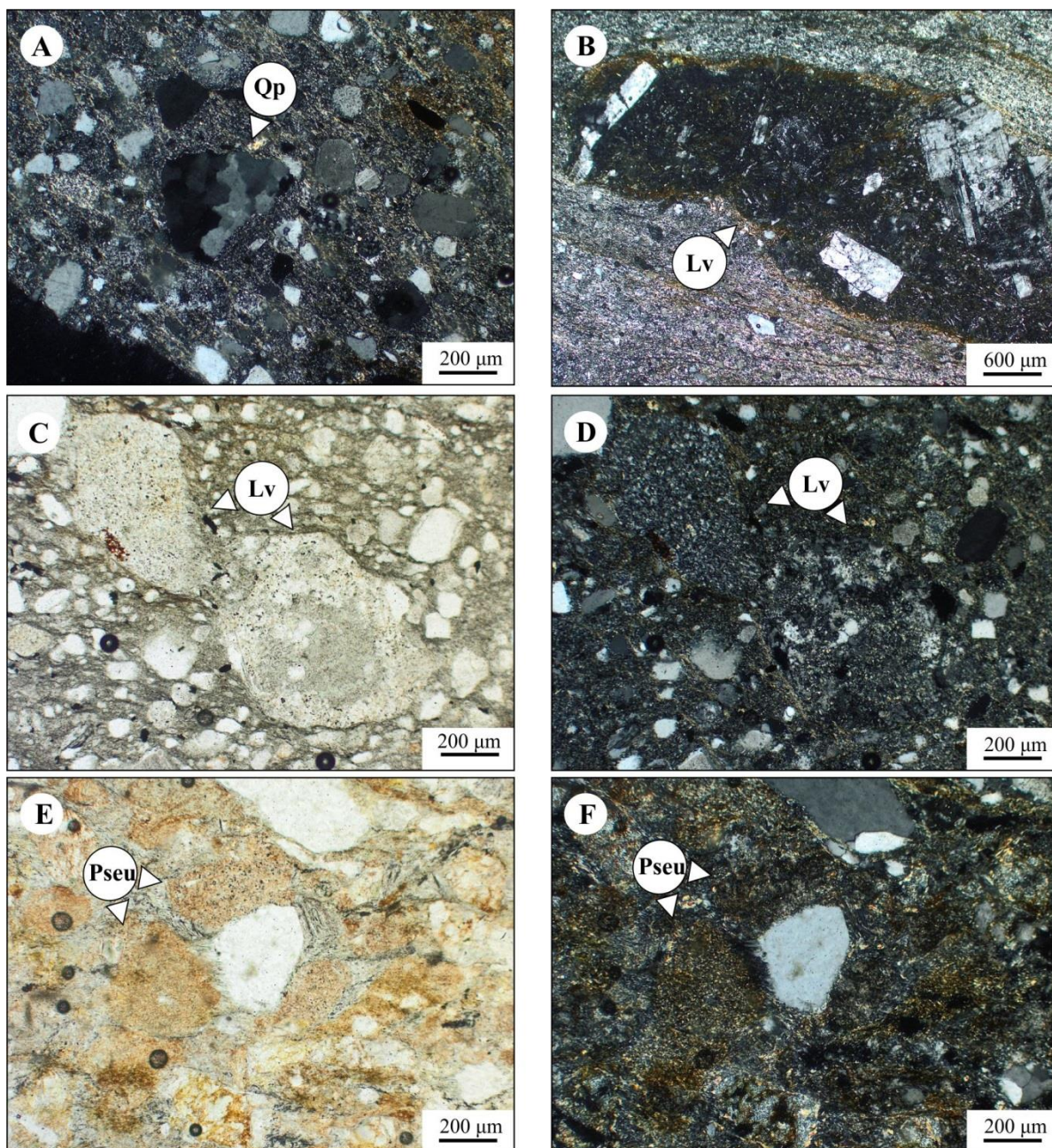
4.1.2. Mikroszkópos petrográfia

A fekete agyagkő–grauwacke (4. ábra) litológia összetételében a kvarc dominancia mutatkozik meg, mely mellett számottevő vulkáni alapanyag-fragmentum és plagioklász törmelék alkotja a törmelékanyagot; káliföldpát nem jellemző. Az agyagkövekben rendszerint sajátalakú, tús kékeszöld színű, 70–100 µm hosszú turmalinkristályok fordulnak elő. A homokkövek esetében a finomszemcsés mátrix mennyisége nagy, akár a 30%-ot is elérheti. A cement anyaga uralkodóan kvarc, valamint alárendelten agyagásványok és klorit.

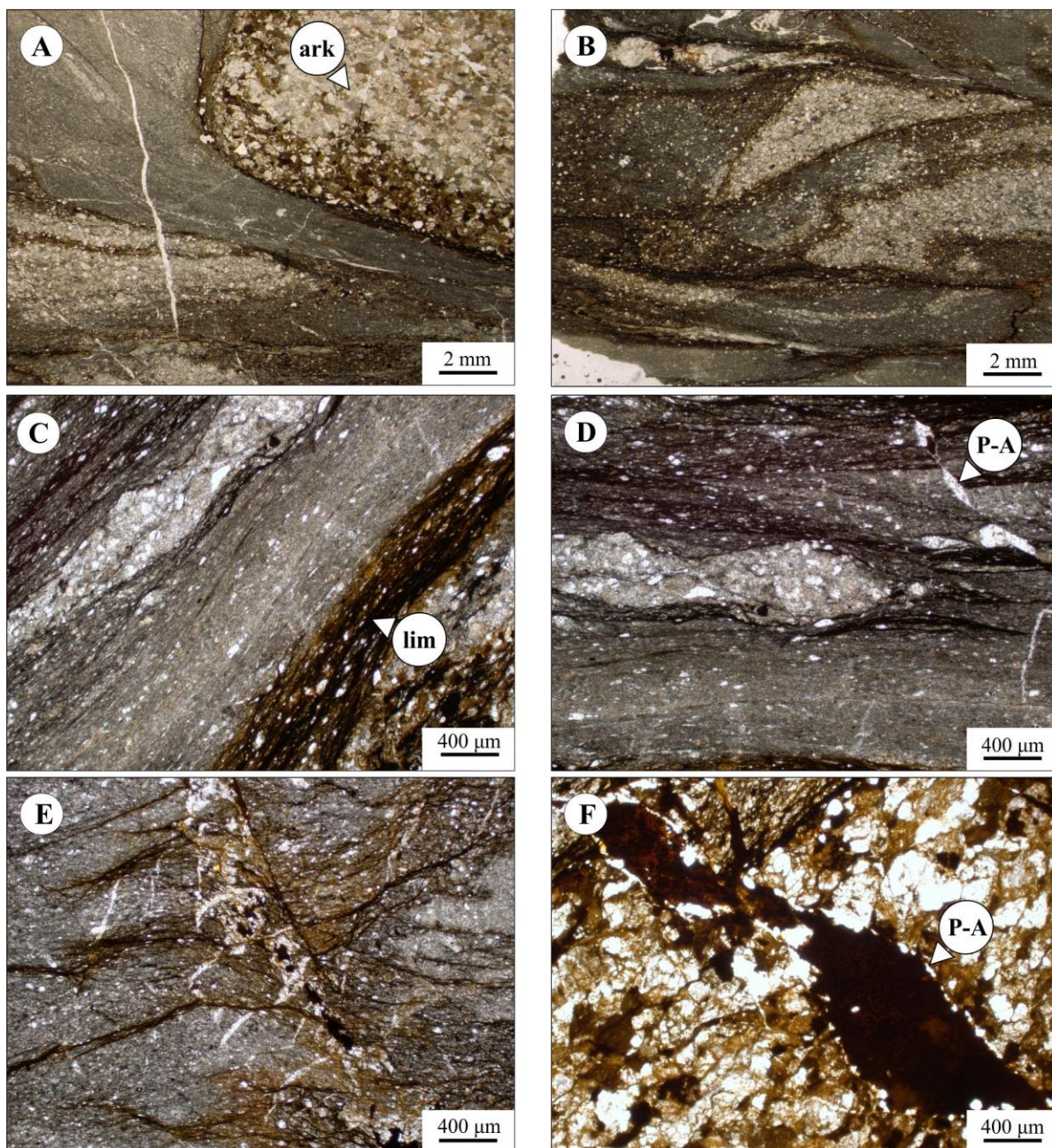


4. ábra: Vörös arkóزالencsét tartalmazó fekete agyagkő–grauwacke típus. Vörös arkóزالencsétől mentes, deformált, „eredeti” reduktív közettípus 790 m mélységből **(A)**, és intenzívebben deformált lencsés változat 779,6 m mélységből **(B)**, ahol a lencsék peremén kataklázosodás ismerhető fel. Kis nagyítású mikroszkópi felvételek

A vörös arkóزالencsét tartalmazó fekete agyagkő–grauwacke litológiából (4. ábra) készült vékonycsiszolatokban világosan látható, hogy a lencsék és befogadó közetük határa nem üledékes eredetű. Rendszerint jól fejlett foliáció, valamint kataklázos sáv jelenik meg a lencsék peremén, ahol azonosíthatók a lencséből származó klasztok. Ilyen esetekben az alapanyag rendszerint foliált, benne a klasztok szigmoidálisan, néhol boudinage szerkezetűek, lekerekítettek. A lencsék eredeti szövete ritkán azonosítható olyan esetben, ahol a kvarc, a földpát utáni pszeudomorfóza és az opacitos biotit felismerhető (5. ábra), de általános esetben feltehetően a deformáció eredményeként a pszeudomorfózák határa elmosódik, összefüggő szericites, agyagos pszeudomátrixsá válik. A lencsék peremén megfigyelhető, hogy az eredeti vöröses szín barnává válik, hasonlóan a repedések környezetében is. A csiszolatokban egy, az előzőekben részletezett deformációs szerkezetektől eltérő orientációjú, későbbi töréses deformáció nyoma is látható erek, mikrovetők és rendszerint kvarccal vagy limonittal kitöltött pull-apart szerkezetek formájában (6. ábra).



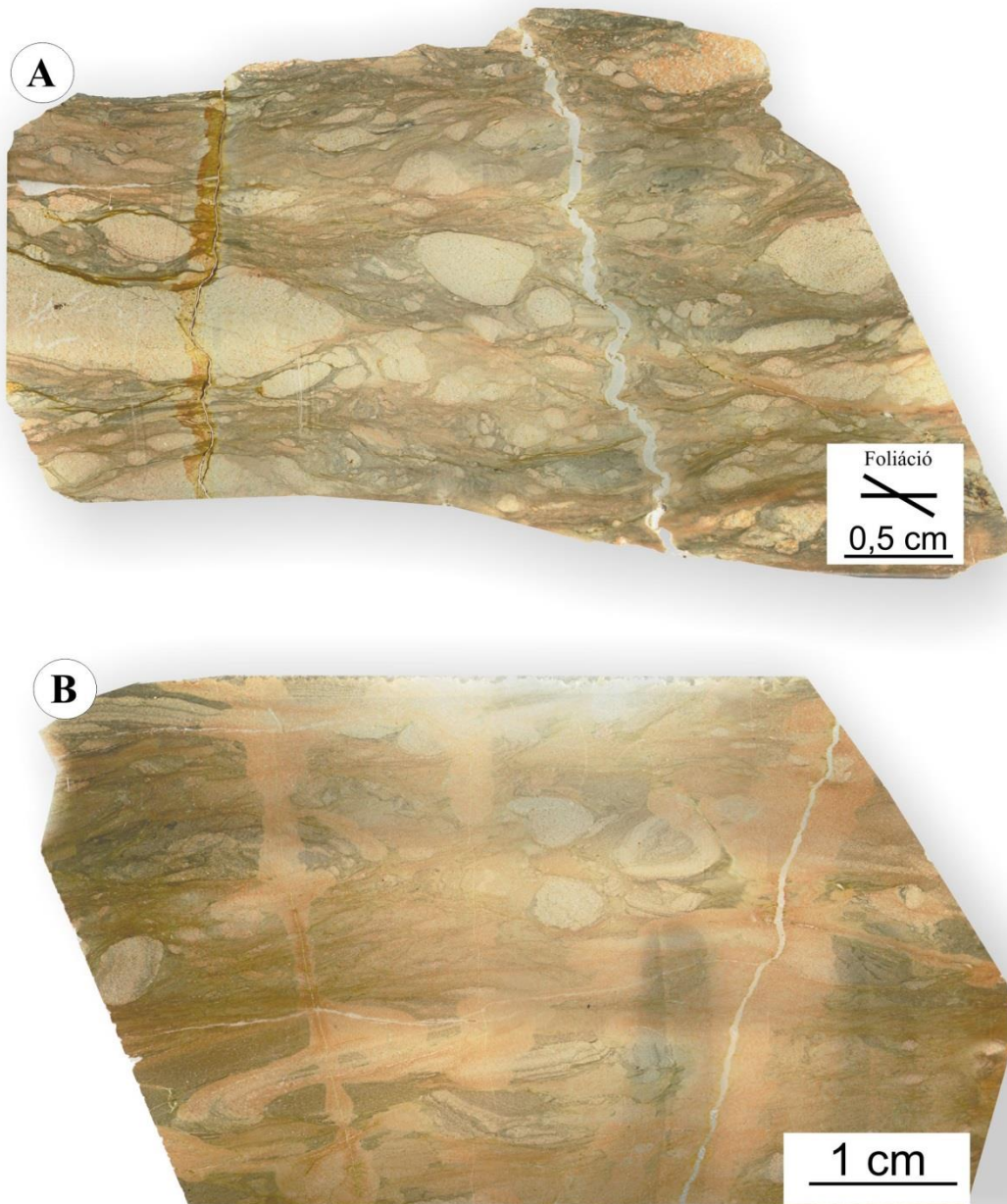
5. ábra: A „finomtörmelékes” képződmény néhány jellegzetes szemcsetípusa az egyes közettípusokban. **(A)** és **(C–D)** Kvarcgazdag grauwacke szövetei képe 790 m-ről származó mintában. **(B)** Nagyméretű vulkanit klaszt egy katakláizitban 776,7 m mélységből. **(E–F)** A vörös lencsék viszonylag deformáció mentesnek tekinthető szövetei képe a jellegzetes szemcsetípusokkal 780,7 m-ről származó mintában. Qp: polikristályos kvarc, Lv: vulkanit törmelék, Pseu: földpát utáni pseudomorfóza.



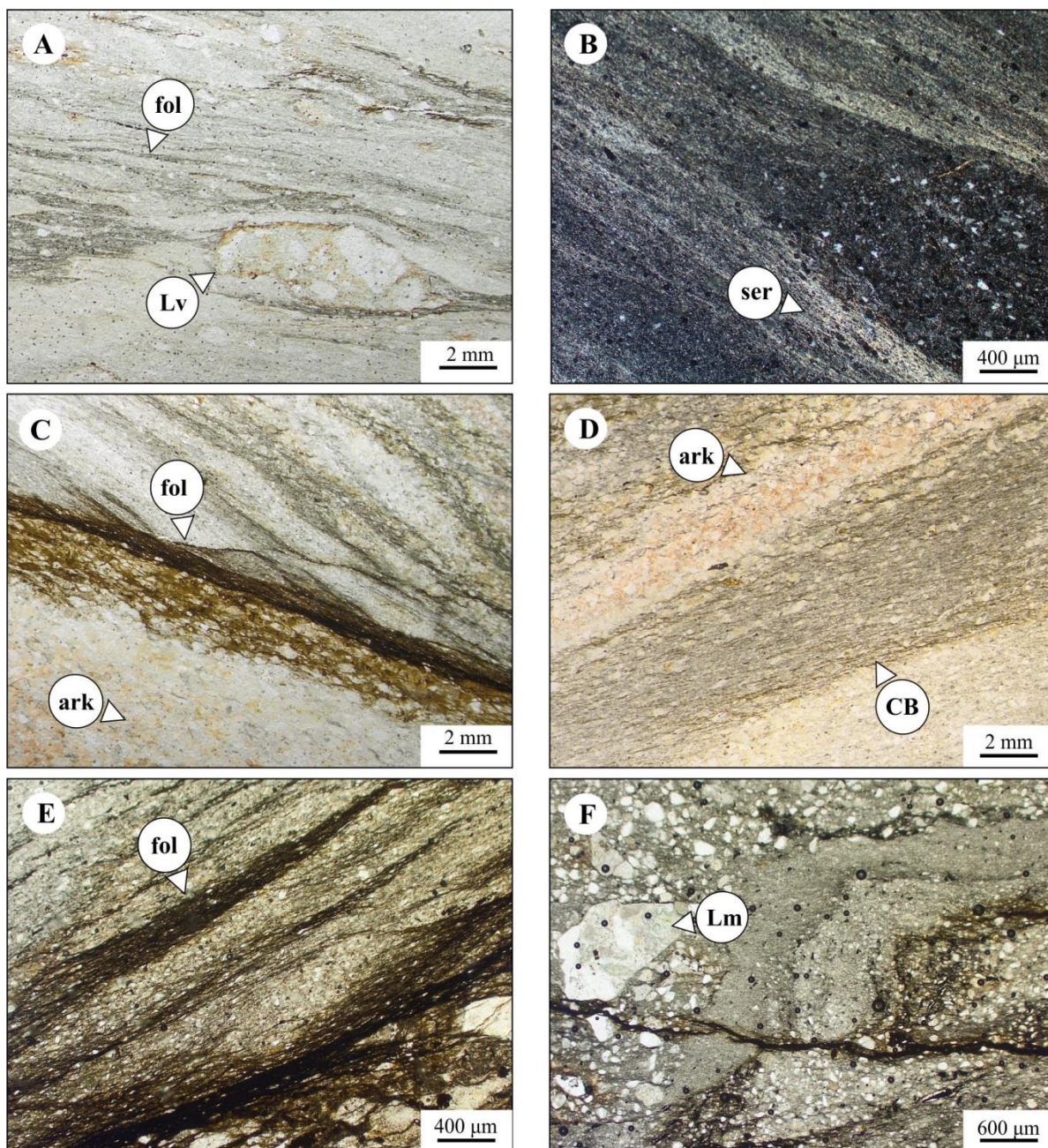
6. ábra: A vörös lencsékot tartalmazó fekete kőzettípusok jellegzetes deformációs szerkezetei 780,3 m mélységből származó mintában. **(A)** Vörös arkóza határa sötét agyagkő–grauwacke kőzettípusokkal. **(B)** Mikrovetők a redős deformációt szenvedett agyagkő–grauwacke típusban. **(C–D)** Katakklázit sáv és benne homokkő budin az arkózalencse határánál. Katakklázisosodást követő deformációs esemény nyomai — mikrovető és húzásos hasítékok **(E)** valamint limonittal kitöltött pull-apart szerkezet **(F)** — a kataklázitban és az arkózalencsében. ark: arkóza, lim: limonit, P-A: pull-apart szerkezet

A fakóbb kőzettípusok (7., 8 és 9. ábra) esetében megfigyelhető, ahogy a nagyobb szürke kvarcgazdag wacke klasztok és vörös arkóza klasztok felörlődtek és egy világos agyagos mátrixban helyezkednek el, melyben a szericit kötegek orientáltak (9/E-F ábra), irányuk megegyezik a nagyobb klasztok felörlődésével kialakult törmelék halmazok megnyúlási irányával. Ezek a klaszthalmazok sávokba rendeződnek, melyekben az egyes lekerekített klasztok az agyagos és egyedi homok szemcsékből álló mátrixban mintegy úsznak, a

halmazok lehatárolhatók, de peremük diffúz az agyagos mátrix irányába. A szürke homokkő változatú klasztokban gyakran látható lamináció.

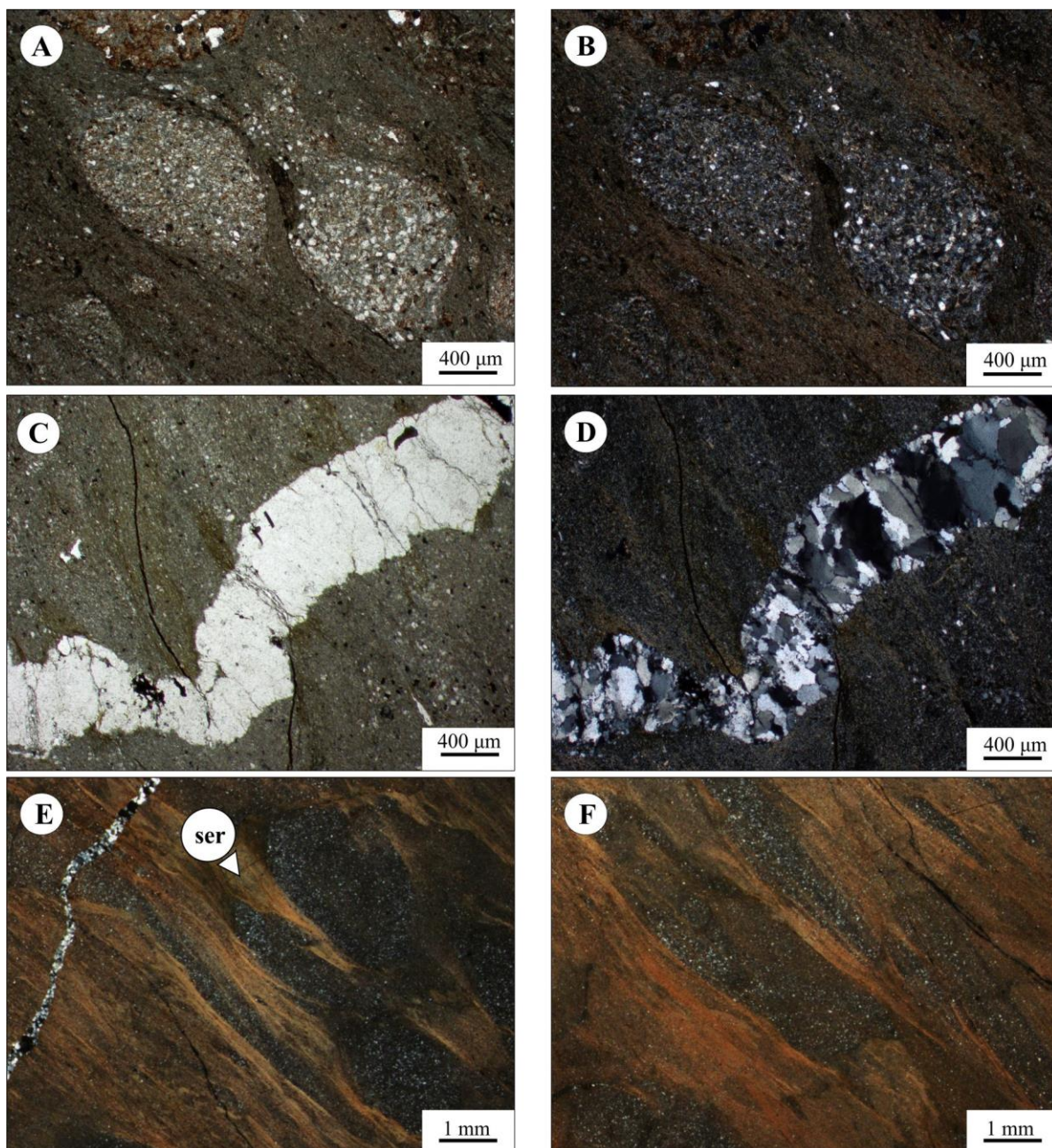


7. **ábra:** Két kataklázit kompozit mikroszkópi felvétele, melyen jól megfigyelhetők a jellemző szerkezetek és a deformáció eltérő mértéke. **(A)** Kataklázit S-C szerkezettel 777 m mélységből. Az S irányt a törmelék halmazok elnyírásának orientációja és a gyengén fejlett nyomásoldódási varratok, míg a C nyírási szalagokat az egyedi szigmoidális klasztok csúcsai jelölik ki. **(B)** Intenzívebb kataklázos deformáción átesett kataklázit 772,3 m mélységből. Erek mentén erős metasztatikus hatás figyelhető meg.



8. ábra: A kataklázitok és néhol a lencsés változatok szöveti képei a jellegzetes tektonikus szerkezetekkel. Kataklázitban kialakult foliáció 776,7 m mélyről származó mintában (A), valamint a szericit kötegek orientált helyzete a klasztok környezetében 774,6 m mélységből vett mintában (B). Gyakoriak a markáns határok az arkóزالensék peremén, valamint a kataklasztos sávok (CB) a lencsék anyagának felőrölődésével, 780,7 m (C–E). Redős szerkezetű grauwacke–agyagkő 790 m mélységből származó minta vékonycsiszolatában (F). fol: foliáció, ser: szericit kötegek, ark: arkóza, Lm: metamorf törmelék

A homokkő klasztok általában lekerekítettek és szigmoidálisak, végük egy második foliációs irányt (S_2) jelöl ki a törmelék halmazok kiterjedési iránya (S_1) mellett (7/A. ábra). Ezek az irányok $35\text{--}40^\circ$ -ban metszik egymást. A makroszkóposan is látható limonitos sávok követik az egyik foliációs irányt (S_1), azonban a kőzet szerkezetét átvágó kvarceret elmetszik, így kialakulásuk nem egyidejű a kataklázosodással. A kőzet WOODCOCK & MORT (2008) nevezéktana szerint kataklázitnak minősíthető.



9. ábra: A kataklázos deformáció és az azt követő deformációs esemény nyomai. **(A–B)** Aszimmetrikus homokkölencsék irányított szövetű mátrixban és deformált, blokkos kvarccal kitöltött ér, melyet limonitos repedések harántolnak **(C–D)** a 777 m mélységből származó mintában. **(E–F)** A 772,3 m-en feltárt kataklázit finomszemcsés mátrixa irányított szericitkötetekkel — egységes kioltású, elsőrendű sárga-narancssárga interferenciaszínű kötegek, kioltástól $\sim 45^\circ$ -al elforgatva — a klasztok között. ser: szericit

4.2. A durvatörmelékes képződmény petrográfiai eredményei

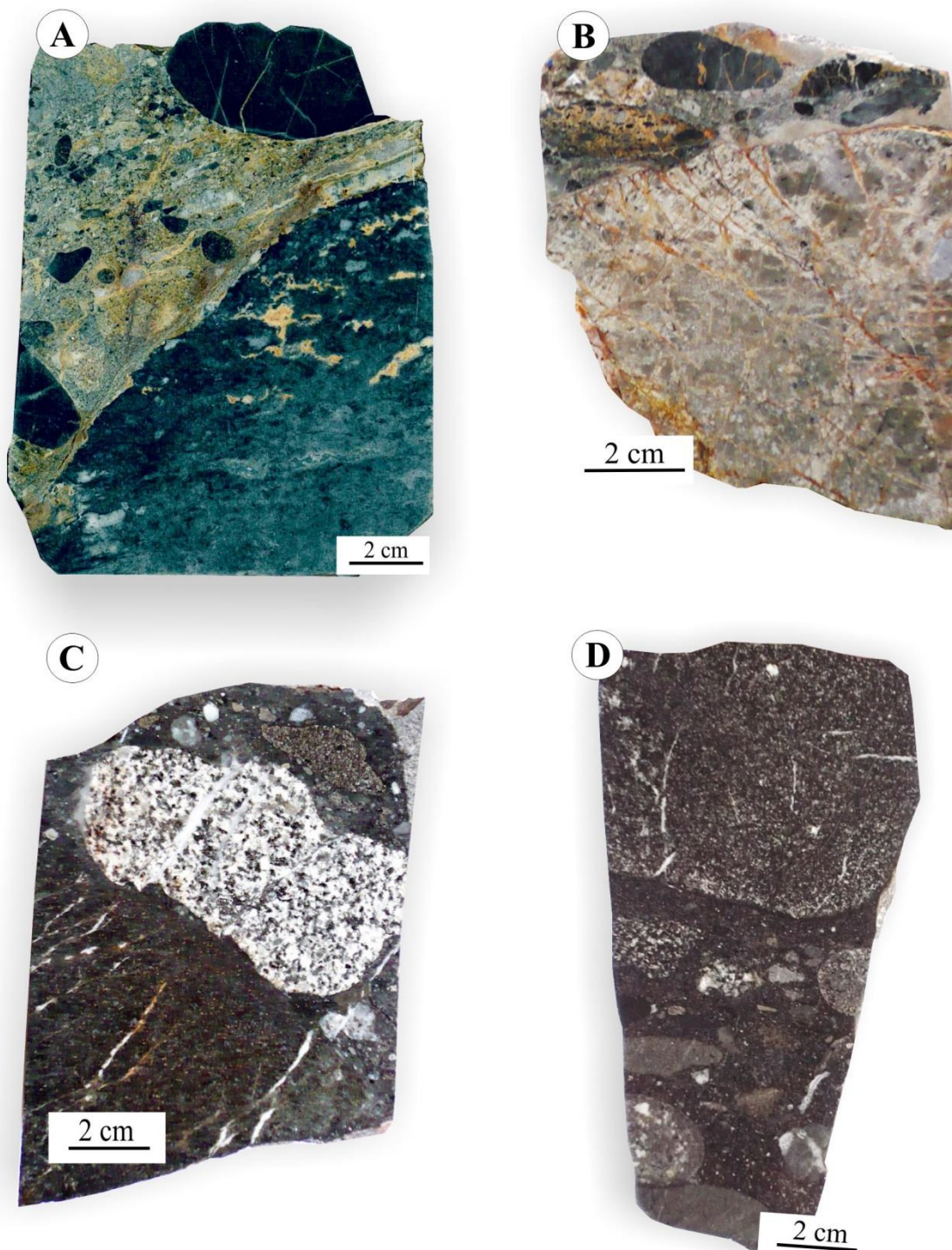
A vizsgált képződmény makroszkóposan kavicsanyaga és szöveti jellege alapján két csoportba sorolható. Ezen csoportokat képviselő közettípusok nem különíthetők el egymástól nagyobb blokkokként, kis léptékben is váltakozva jelennek meg néhol méteres, deciméteres léptékben.

Az első és leggyakoribb csoport egy világosszürke, kompakt, polimikt, apró–nagykavicsos konglomerátum durvaszemcsés homokkő mátrixban, karbonát cementtel. A második egy sötétszürke, kompakt apró–durvakavicsos konglomerátum és durvaszemcsés homokkő közettípusokból álló csoport, melynek cementanyaga kova (10. ábra).

4.2.1. Makroszkópos petrográfia

Az első csoportot világosszürke jól cementált, de közepesen, rosszul kompaktált, apró–nagykavicsos, polimikt, karbonátcementes konglomerátum alkotja durvaszemcsés homokkő mátrixszal (10/A-B ábra). A kavicsok anyaga nagyon változatos, leggyakoribbak a nagyméretű szürke színű, afanitos szövetű vulkanitkavicsok, de emellett megjelennek fekete–szürke karbonátkőzet-kavicsok, gneisz és csillámpala, homokkő és fehér granitoidkavicsok is. A magok palástján a mátrix vöröses színű. A magokat változó vastagságú fehér karbonátterek járóják át, melyek a magtengellyel közel párhuzamosan futnak. Makroszkóposan nagyon könnyen keverhető a másik változattal, azonban színe halványabb és mállott felülete rozsdabarna színű. Üledékes szerkezetek nem azonosíthatók a magokon, bár ez feltehetően a lépték oka.

A második közettípus sötétszürke, nagyon jól cementált, kompakt, mátrixvázú, polimikt, kovacementes konglomerátum és durvaszemcsés homokkő (10/C-D ábra). Makroszkóposan a kavicsok között uralkodnak a fehér granitoid és aplit kavicsok, valamint sötét kovakőzetek és agyagkövek kavicsai. Karbonát anyagú kavicsok nem azonosíthatók ebben a közettípusban. Egyedüli üledékes szerkezetként csupán egy enyhe gradáció figyelhető meg néhány kavicsos homokkő réteg esetében. A magokat az előző csoportnál megfigyeltékhez hasonlóan meredek lefutású karbonát anyagú erek találhatók.



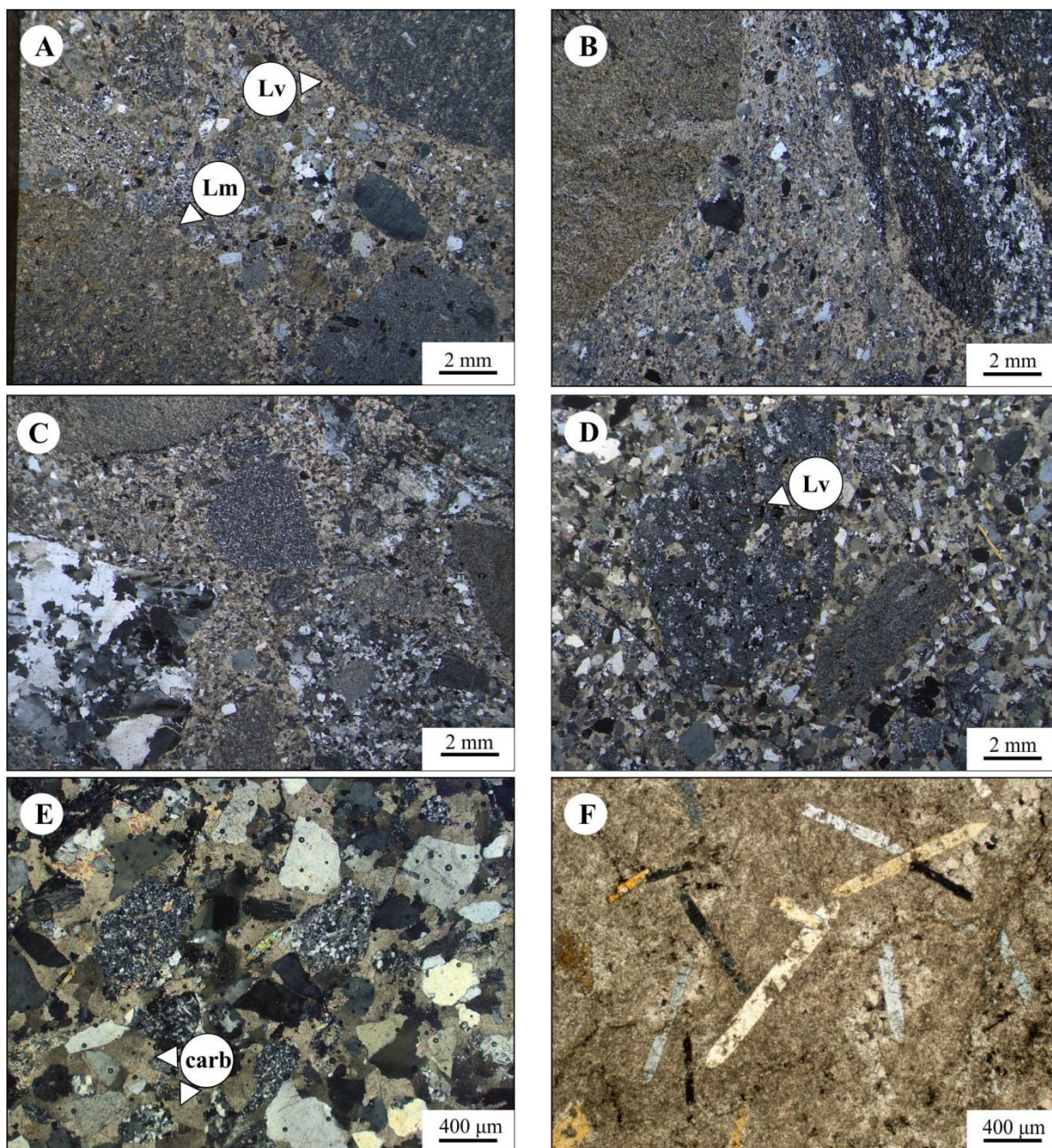
10. ábra: A durvatörmelékes képződmények néhány magmintája. **(A–B)** A karbonátcementes változathól került elő 822,4 m, illetve 823,1 m mélységből. **(C–D)** A kovacementes változathól 830,5 m és 832,5 m mélységből származnak. A képeken jól megfigyelhetők a fekete karbonátkőzet-kavicsok **(A)**, valamint egy savanyú vulkanitkavics **(B)** és a fehér granitoid **(C)** és aplit **(C–D)** kavicsok.

4.2.2. Mikroszkópos petrográfia

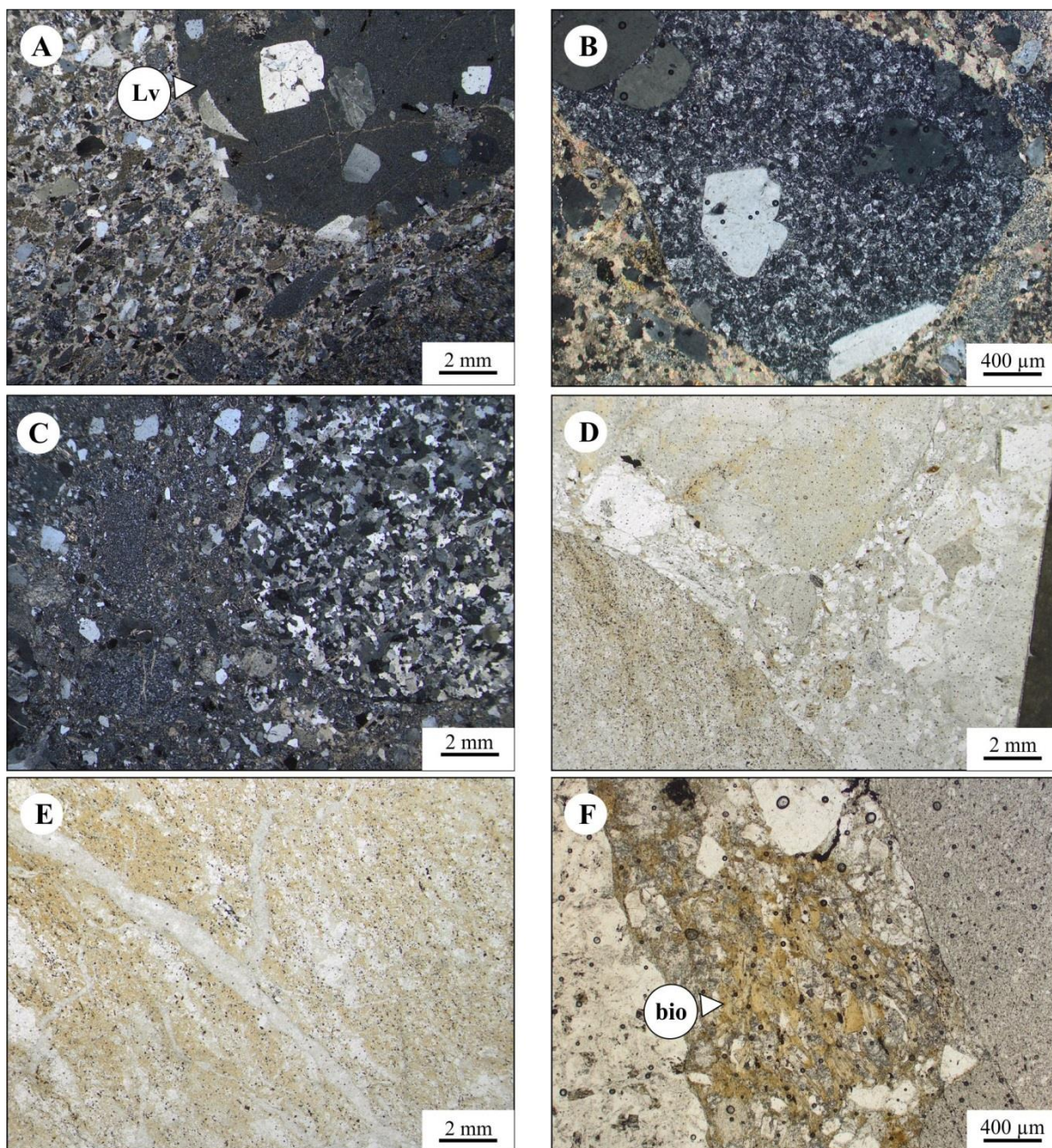
Vékonycsiszolatban a két csoport közötti eltérés még markánsabb szöveti és összetételbeli különbségekben nyilvánul meg. Az első csoportot alkotó kőzetek esetében a kavicsok egy

durvaszemcsés mátrixban foglalnak helyet, azonban a mátrix anyagából teljes mértékben hiányoznak a homokfrakciónál kisebb szemcsék, az egyedi homokszemcséket pátos karbonát cementálja (11. ábra). A szemcsék lényegében úsznak ebben a karbonátos cementben, így a kőzet mikroszkópban egyértelműen egy cementvázú konglomerátum. A nagyobb kavicsokkal ellentétben a kisebb kavicsok, valamint a homokméretű szemcsék rendszerint szögletesek, szilánkosak, ez főként igaz a kvarctörmelékre. A törmelékanyagot főként különféle átalakultsági fokú vulkanitok alkotják, plagioklász és kevés földpát porfíros elegyrésszel felzites alapanyagban, melyek túlnyomóan savanyú kemizmusúak. A legtöbb üde vulkanit törmelék főként dácitos-riolitos. Emellett nagyon gyakoriak a granitoid kavicsok, melyek főként granodiorit jellegűek és ritkán tartalmaznak színes alkotókat. További gyakori kavicsok még a különféle metamorfítok, főként csillámpalák, metaszedimentek, valamint különféle karbonát kavicsok és fekete kovapalák. A kavicsok szövete rendkívül változatos, mikrites, mudstone szövetű, de egy esetében mikropátitos szövetű. Ez utóbbi kavicsban nagyméretű (200–300 μm) idiomorf barittúk nagy mennyiségben jelennek meg. Az egyik ezektől elütő nagyméretű szürke karbonát kavics mikrites, mudstone szövetű dolomit. A homokszemcsék anyagában a kvarc dominancia vehető észre, de előfordul nagy mennyiségű földpát, főként káliföldpát, valamint néhány törmelékes muszkovit és biotit is. A kavicsok rendkívül erősen átalakultak, karbonátosodtak, biotitosodtak, a színes szilikátok rendszerint teljesen elmállottak. Néhány kavics esetében felismerhető a másik csoport homokkővével megegyező szövetű és összetételű homokkőkavics is.

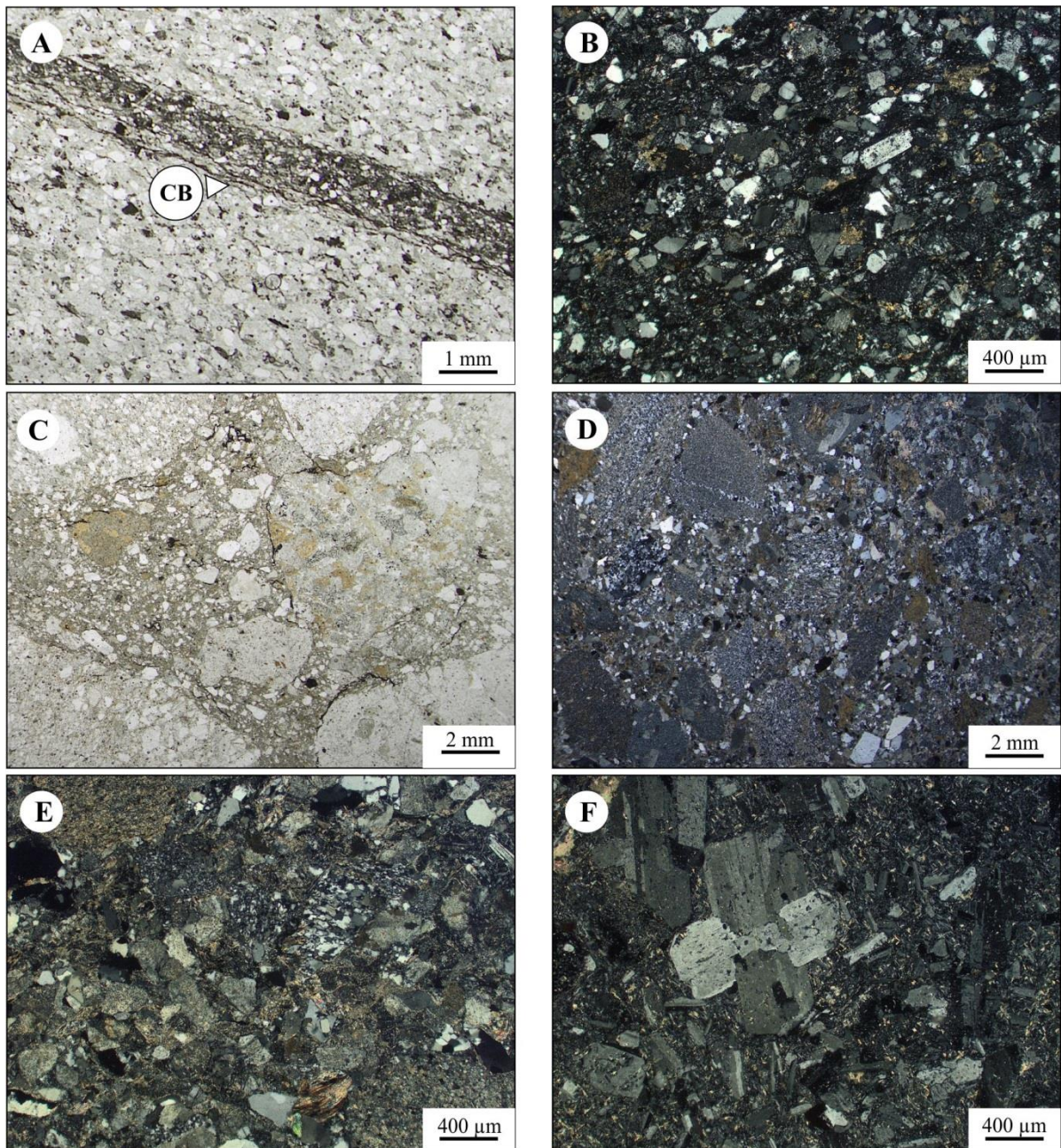
A második csoport képződménye egy mátrixvázú, nagy mennyiségű aleuritos, agyagos mátrixot tartalmazó kőzettípus, melyben a cement anyaga kvarc (12–13. ábra). Karbonát csak nagyobb pórusokban és erekben ismerhető fel. Szövetileg teljesen eltér az előző csoporttól, itt nagy mennyiségű finomszemcsés mátrix van jelen és a szemcsék is jobban koptatottak. Törmelékanyagában is eltérés mutatkozik, mivel a kavicsok anyagában inkább intermedier vulkanitkavicsok (andezit) dominálnak (13/F ábra), de nagy mennyiségben megjelennek a fehér granodioritos kavicsok is. A metamorf kavicsok között túlsúlyban vannak a finomszemcsés biotit-kvarc palák. A homokkővek összetétele sokkal markánsabb eltérést mutat, főként kvarcból, földpátból és vulkanit alapanyagból áll, mellette némi aplit törmelék is megjelenik. Néhány törmelékes csillám itt is megjelenik. A mátrix mennyiség nagy, 30% feletti, így grauwackénak minősíthető. A rétegsor alsó szakaszában megfigyelhető továbbá, hogy ebben a kőzettípusban újképződésű autigén finomszemcsés biotit jelenik meg a mátrix anyagában is.



11. ábra: A karbonátcementes durvatörmelékes csoport szöveti képei és néhány jellegzetes kavicsstípus. Látható, hogy a vulkanitkavicsok között sok biotitosodott, 735,6 **(A)** és 835,5 m **(B)**. A cementvázú változat szöveti képei 828,8 m **(C)** és 829,3 m **(D–E)** mélységben. **(F)** Mikrites–mikropátitos karbonátkavics szöveti képe benne idiomorf barit tükkel 824,4 m mélységből, carb: karbonátcement



12. ábra: A karbonátcementes konglomerátum savanyú kavicsanyaga 837 m **(A)** és 835,6 m **(B)** mélységben. A kovacementes változat jellegzetes szöveti képe 831 m **(C)** és 835,6 m mélységből **(F)**. **(E)** Biotitosodott metamorfit kavics 835,6 m mélységből származó mintában. **(F)** A mátrixban megjelenő jól fejlett biotit a kovacementes változatban 835,6 m mélységből



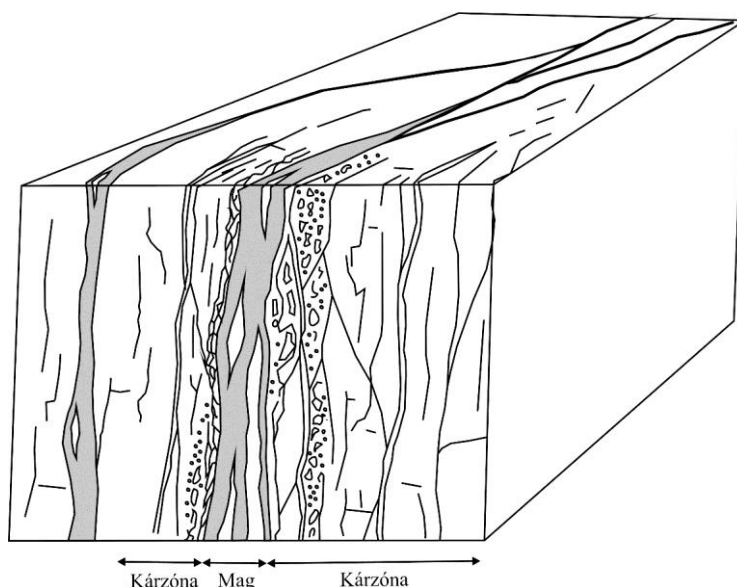
13. ábra: A kovacementes konglomerátum és homokkő csoportnak a jellegzetes szöveti megjelenése és szemcsetípusai. **(A)** Kataklázos szalag grauwackében 822,4 m mélységben **(B)** Grauwacke szöveti képe 820 m mélységből. **(C)** Biotitosodás a 852,1 m mélységből származó mintában. **(D)** A konglomerátum jellegzetes szöveti képe 849 m és a grauwacke képe 841 m mélységből. **(F)** Intermedier vulkanit anyagú kavics 840 m mélységből származó mintában

5. Diszkusszió

A makroszkópos és a mikroszkópos vizsgálatok rámutattak arra, hogy a Hh-1 fúrás kőzetmintáinak elsődleges szövetét különböző deformációs hatások nagymértékben felülírták (3., 4., 6., 7., 8. ábra). Ennek megfelelően a további összehasonlítás előtt szükséges a törészónák legfontosabb jellemzőinek rövid áttekintése.

5.1. Törésházák

Intenzív és nagyobb léptékű szerkezetalakulás során a törések, vetők nem diszkrét síkként jelennek meg egy kőzettestben, — természetesen fraktál természetükből adódóan ez kis léptékben is igaz — hanem összekapcsolódva, törésházákat, vetőházakat alkotnak (14. ábra). A szakirodalom alapján a törésházák a deformáció koncentrálódásának eredményeként alapvetően két egységre oszthatók. A törésházák legintenzívebben deformált, a feszültség fő hányadát akumuláló házák, az úgy nevezett magházák, melyek kiterjedése a törésházához viszonyítva csekély. A külső, jellemzően diszkrét törésekkel jellemezhető házák pedig a kárházák (SIBSON 1977, CHESTER & LOGAN 1986, CAINE et al. 1996, BILLI et al. 2003, FAULKNER et al. 2003, VAN DER PLUIJM & MARSHAK 2004, MAROS et al. 2009). Az eltérő házákban a deformáció mechanizmusa is eltérő. A kárházából a mag felé haladva a törések összekapcsolódásával duplexek képződhetnek (MAROS et al. 2009), majd a deformáció növekvő mértékével breccásodás és kataklázisosodás — a kőzet feltöredezése, a kialakult klaszterek további szemcseméret-csökkenése és rotációja, szemcsék egymáson való elcsúszása — indul meg (ENGENDLER 1974, SIBSON 1977), amely a klaszterek folyamatos felőrlődésével először vetőbreccsa, kataklázit, majd előrehaladottabb esetben gouge (vetőagyag) kialakulásához vezet (BILLI et al. 2003).



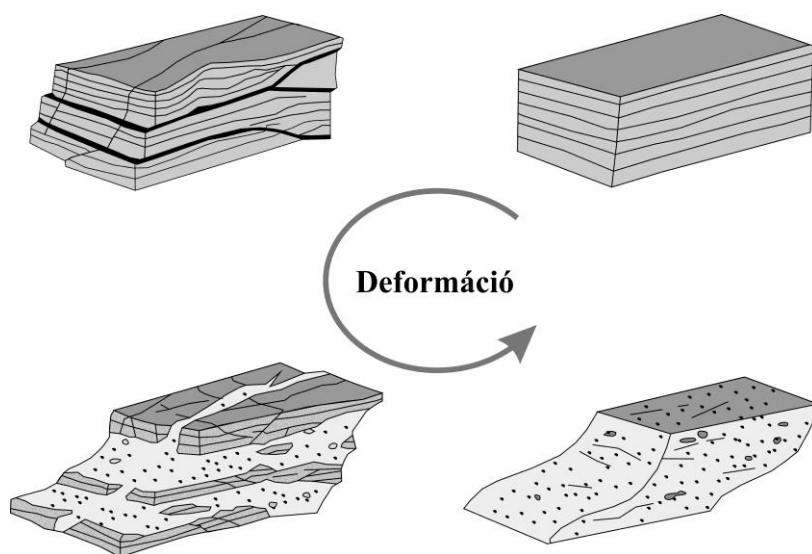
14. ábra: Törésházák vázlatos rajza (MAROS et al. (2009), módosítva)

5.2. A „Finomtörmelék” képződmény vizsgálati eredményeinek értékelése

A fúrómagok, az archív vékonycsiszolatok és az újonnan elkészült minták vizsgálata során belátható, hogy a képződmény nem kezelhető egy egységes üledékes testként, a helyzet

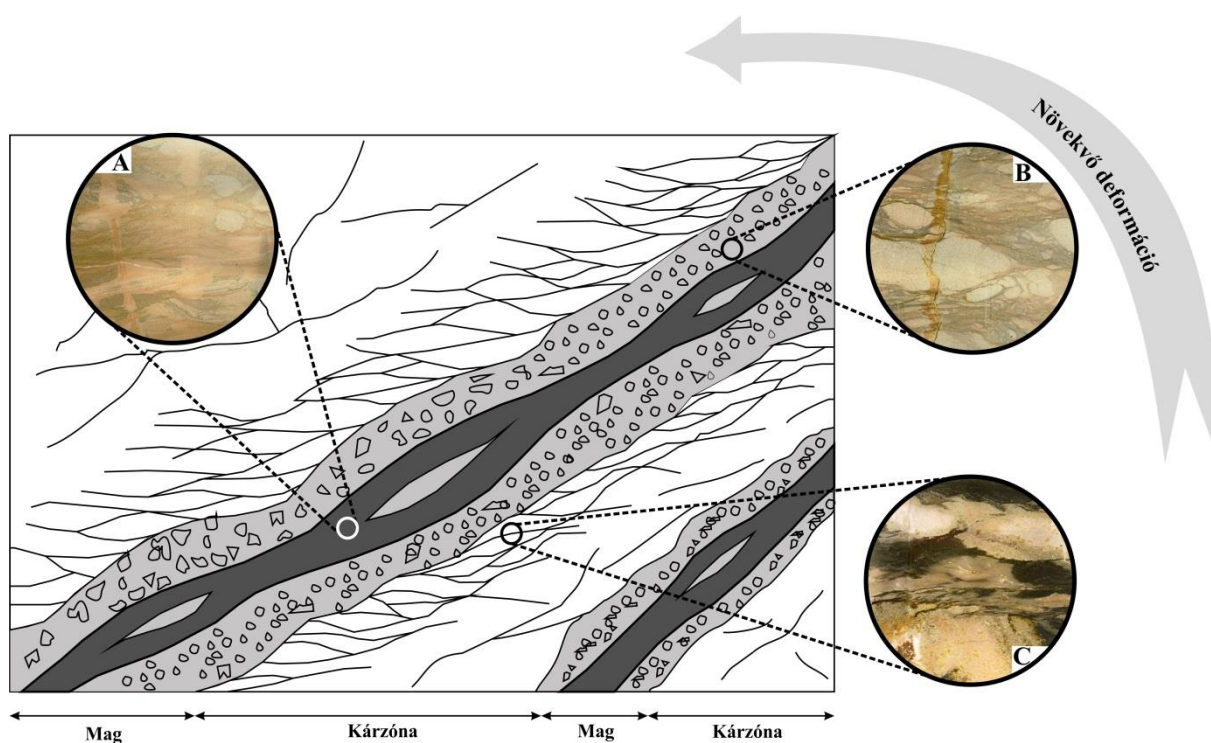
sokkal bonyolultabb. A korábbi értelmezést (MÉSZÁROS 2014) kiegészítve látható, hogy az eredetileg reduktív környezetre utaló sötét agyagkő–grauwacke közettípusokból felépülő képződményben feltehetően tektonikusan becsípődve foglalnak helyet a vörös oxidatív üledékes környezetből származó arkózalencsék. Ezek határa szinte kivétel nélkül mindig felismerhető, vastag limonitos sávok mentén jelenik meg (8/C, E ábra).

A vizsgálatok további eredménye, hogy a rétegsorban egy kiterjedt, kataklázitokból felépülő zónát (772,3–777 m) sikerült azonosítani, amiben a kőzetek klasztanyaga alapján a sötét és a vörös közettípusok egyaránt felőrölve jelennek meg. A kataklázitban kétirányú foliáció figyelhető meg (7/A ábra), mely az orientációk figyelembevételével, a szakirodalomban S-C szerkezetként leírt szöveti bélyegként azonosítható, (VAN DER PLUIJM & MARSHAK 2004, PASSCHIER & TROUW 2005 vagy egyes irodalmakban P-Y szerkezet, MASAKAZU 2005) amely nyíráshoz bélyeg nem ritka milonitok mellett foliált kataklázitokban sem és egyértelműen mutatja a kőzet tektonikus eredetét (LIN 1999, MASAKAZU 2005, HADIZADEH et al. 2012). Ezen szerkezet alapján látható, hogy a nyírási zóna iránya megközelítőleg 60–70°-os szöget zár be a fúrás tengelyével. A rétegsorban szisztematikus mintázás eredményeként felismerhető, hogy a lencsék mérete csökken és a képződmény deformáltsága folyamatos növekedést mutat a kataklázit irányába (3., 4., 7. ábra), ahol is a legintenzívebb deformációt szenvedett minta 772,3 m mélyen helyezkedik el a kőzetoszlopban. Ez az átmenet lényegében a deformáció mértékét mutatja a kataklázitok fejlődése során és az egyes stádiumokat reprezentálja, ahogyan azt HOLLAND et al. (2006) sematikus ábrája vázolja (15. ábra).



15. ábra: A deformáció különböző stádiumait bemutató ábrasorozat egy üledékes kőzet esetében, diszkrét törésektől a gouge kialakulásáig (HOLLAND et al. 2006 alapján, módosítva)

Ezekből az eredményekből látható, — a tektonitok különböző mértékben deformált típusaiból, a teljesen eltérő közettípusok akár mikroléptékben bekövetkező keveredéséből — hogy a rétegsorban egy eddig nem dokumentált törésszóna különböző mértékben deformált közettípusai jelennek meg. A deformáció mértékének folyamatos változása miatt lehetőség nyílt a magzónák helyzetének becslésére is. A 16. ábra szemlélteti az egyes deformációs állapotban levő, a Hh-1 fúrásból származó közettípusok mintáinak helyzetét egy irodalmi adatok alapján (CHESTER & LOGAN 1986, CAINE et al. 1996, FAULKNER et al. 2003, MAROS et al. 2009) összeállított sematikus törésszónájában. További problémaként felmerül azonban a közettípusok azonosítása során, hogy a lencsék közötti sötét agyagos közettípus nem minden esetben üledékes eredetű, gyakran tektonikusan felörölt szemcsékből áll.

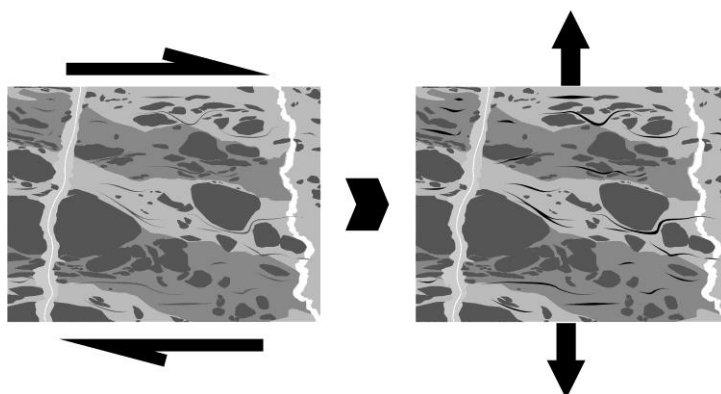


16. ábra: A Hh-1 fúrás különböző fejlettségű tektonit mintáinak feltételezhető elhelyezkedése egy sematikus magzóna környezetében, 772,3 m (A), 777 m (B), 779,6 m (C)

A tektonikus szerkezeteket vizsgálva az is valószínűsíthető, hogy a barna, limonitos sávok részben egy későbbi deformációs esemény következményei. Nem zárható ki, hogy a kataklázos zónák a kataklázosodás során rövidülést szenvedtek, amely hatására jelentős anyagvesztéssel (nyomásoldódás) számolhatunk. Majd egy későbbi fázisban ezeknek a nyomásoldódási varratoknak, mint gyengeségi zónáknak a fellazulásával és limonitos cementációjával alakulhattak ki a repedéses elválási felületek (*disjunctive* vagy *fracture cleavage*, PASSCHIER & TROUW 2005; 17. ábra.), melyekben azonosíthatóan ásványkiválás

(XRD mérés alapján túlnyomóan goethit, RAUCSIK 2013, szóbeli közlés) zajlott. A limonitos fázis anyaga pedig feltehetően az arkóزالencséből származik, melyre a lencsék peremén látható limonitos elválkozás is utal (6/A ábra).

A litológia tükrében elmondható, hogy tisztán a Szalatnaki Agyagpalával való korreláció problémás, mivel hasonló tektonikus szerkezetek és arkóزالencsék ott nem ismertek. Fontos megjegyezni, hogy a sötét, redukív közettípusok összetétele nagy hasonlóságokat mutat, mind szövetileg, mind ásványtanilag a Szalatnaki Agyagpalával, azonban a Hh–1 fúrásban intenzíven átková sodott agyagköveket igen, de kovapalákat az eredeti dokumentációval ellentétben nem sikerült azonosítani. Mindkét képződmény grauwacke jellegű, szövetileg éretlen homokkő, mely főként kvarcból, intermedier vulkáni közettörmeléből és plagioklász földpátból áll, és mindkét esetben a káliföldpát hiánya jellemzi (FÜLÖP 1994). A Hh–1 fúrás „finomtörmelékes” képződményében kimutatható hidrotermás hatás, akárcsak a Szalatnaki Agyagpala esetében — prehnit jelenléte (SZEDERKÉNYI 1975, ÁRKAI et al. 1995) — azonban eltérő jelleggel, turmalin csak a Hh–1 fúrásban jelenik meg.



17. ábra: A limonitos elválási felületek kialakulásának feltehető módja. A kataklázosodás során bekövetkező kompressziót és anyagvesztést követően az oldódási varratok fellazulásával limonitos cementáció alakult ki.

5.3. A durvatörmelékes képződmény vizsgálati eredményeinek értékelése

Megfigyelhettük, hogy két eltérő szövetű és törmelékanyagú közettípus váltakozása ismerhető fel. A durvatörmelékes összetetben megjelenő homokkő litológia nagy mennyiségű mátrixot tartalmazó (15–20%) grauwacke, míg a Tésényi Metahomokkő jellegzetes kifejlődése arkóza, szubarkóza, litarenit közettípusokból épül fel. Összetételük alapján egyik sem azonosítható a Tésényi Metahomokkő ismert kifejlődésével, hiszen a Tésényi Metahomokkő minták esetében a kavicsok főként gneisz, kvarc-muszkovit-albit pala, fillit, metagranitoid, metakvarcit, metaszediment és savanyú-intermedier vulkanit (riolit, dácit, andezit) anyagúak (VARGA et al. 2007), míg a horváthertelendi mintákban a kvarcit, fehér

granitoid és kislefokú biotit-kvarc anyagú metamorfitek mellett fekete karbonátkőzet-kavicsok (karbonátcementes változatban) és dácitos, andezites kavicsok gyakoriak. A kovacementes változatok esetében elmondható, hogy főként a képződményben megjelenő homokkő litológiák anyaga és szövete a szakirodalmi adatok alapján nagy hasonlóságot mutat a Szalatnaki Agyagpala grauwacke változataival a mátrix mennyisége és a kvarc, plagioklász, intermedier vulkanit törmelékanyag alapján (FÜLÖP 1994). A kovacementes konglomerátum kifejlődés kavicsanyagának esetében is látható hasonlóság a Szalatnaki Agyagpala konglomerátumának kavicsaival, főként a fehér granitoid kavicsok, valamint az andezites jellegű kavicsok esetében (FÜLÖP 1994).

A karbonátos típus azonban nem köthető sem a Szalatnaki Agyagpalához, sem pedig a Tésenyi Metahomokkőhöz. Ez látható mind a szöveti (cementvázú konglomerátum), mind pedig az összetételi (karbonátkőzet-kavicsok, karbonátcement, nagy kálföldpát tartalom) különbségekben. Mivel karbonátos képződmények a Dél-Dunántúlon csupán a triástól ismertek és sem a Tésenyi Metahomokkő, sem pedig a permi törmelékes formációk anyagában nem fordul elő mészkő, vagy dolomittörmelék, ezért a karbonátkőzet-kavicsok jelenléte mezozoos vagy fiatalabb (pl. miocén) konglomerátumra enged következtetni (BARABÁS 2010, BENEI 2014, TÓTH 2014).

A két képződmény kisleptékben bekövetkező folyamatos váltakozása arra utalhat, hogy ezek a kontaktusok inkább tektonikus eredetűek lehetnek, mintsem az eredeti üledékes határok.

5.4. A Horváthertelend–1 fúrás rétegsorának új szemléletű megközelítése

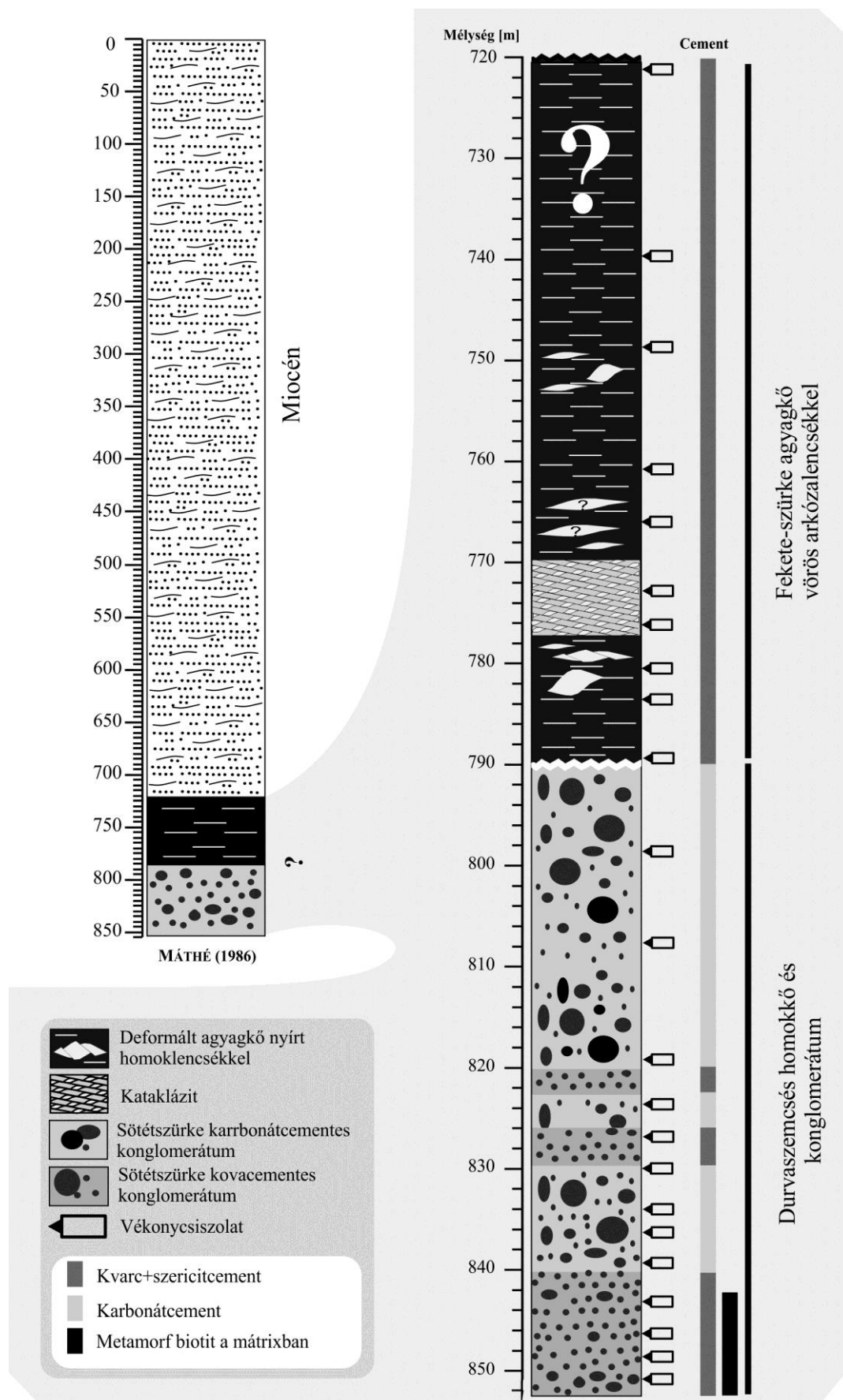
Az előzőekben láthattuk, hogy a Hh–1 fúrás rétegsorát kellő körültekintéssel kell kezelni és részletesebb vizsgálatok nélkül nem célszerű korrelációs következtetéseket levonni a megjelenő képződményekből. A Horváthertelendi-egység elnevezés és létjogosultsága meglehetősen sok kérdőjellel terhelt és felülvizsgálatot igényel, mivel a Szalatnaki Agyagpalával való kapcsolata — a Szalatnaki Agyagpala közettani felülvizsgálata szintén nagyon időszerű kérdés — vizsgálati adatokkal nem támasztható alá. Felismerhető az is, hogy a Tésenyi Metahomokkő jelenléte sem azonosítható a területen, amint azt az eltérő szöveti és összetételbeli különbségek is sugallják. Ezért tehát egyelőre nincsen alapunk párhuzamosítani a képződményeket.

Új megközelítésként felmerül annak a lehetősége, hogy a Hh–1 fúrás rétegsora egy markáns törészónát harántolt — az Ib–4 fúrás (BAF alapszelvény) szomszédságában —

melynek különböző zónái nyilvánulnak meg a „finomtörmelékes” képződményben, de nem zárható ki az sem, hogy akár annak fekéjében található konglomerátum is részben a törészónához tartozik (18. ábra). Feltételezhető továbbá, hogy a törészóna legnagyobb mértékben deformált részei, valamint a magzónák a „finomtörmelékes” képződményben helyezhetők el, annak is feltehetően a középső szakaszán, a kataklázitok zónájában. A törészóna jellege és működésének ideje sajnos egyelőre nem ismert, ezért ez további részletes vizsgálatokat igényel.

Mivel a törészóna működésének ideje és jellege nagyon lényeges kérdés mind a terület földtanának szempontjából, mind pedig a nagy aktivitású radioaktív hulladéklerakó tervezése kapcsán, így ezek további vizsgálata nagyon égető feladat. További fontos irányvonalként jelennek meg ezért olyan vizsgálatok, mint például az egyes közettípusok és feltételezett blokkok szerves anyagának érettségi paramétereinek körültekintő vizsgálata az eltérő fejlődéstörténetű egységek azonosítása érdekében. Továbbá fontos irányvonal a kataklázitokban található újképződésű illitszemcsék K-Ar vizsgálatának átgondolása a törészóna korának megállapítására, valamint a területről elérhető szeizmikus szelvényeken azonosítani a törészóna orientációját és értelmét. További vizsgálatok irányulnak a karbonát fázisok azonosítása a vékonycsiszolatok festésével, UV és katódlumineszcens mikroszkópi módszerekkel. A kőzetek petrográfiai vizsgálatán kívül az érkitöltő fázisok jellemzése is a kutatás további tárgyát képezi.

További hosszabbtávú és a dolgozat terjedelmi korlátaiba nem szorítható kutatási munka a Hh-1 fűrés jelen dolgozatban is tárgyalt képződményeinek korrelációja a Dél-Dunántúlon ismert, és korábbi munkákban rokon képződményként felmerült formációkkal, hogy megismerjük, mely képződmények nyíródhattak egymásba a töréses deformáció során. Ehhez a munkához azonban elengedhetetlen először a Szalatnaki Agyagpala kőzettani felülvizsgálata.



18. ábra: A Horváthertelend-1 fűrés paleozoos(?) szakaszának rétegsora az eredményeken alapuló új modell szerint

6. Összefoglalás

Diákköri dolgozatom fő célja, hogy bemutassa a Horváthertelend–1 fúrás kőzetoszlopának legújabb kutatási eredményeit és egy új nézőpontú modellel közelítse meg a Horváthertelendi-egység problematikáját. Kutatásom során a Hh–1 fúrás 720–850 m közötti mélységben harántolt, még rendelkezésre álló kőzetanyagának és 81 db vékonycsiszolatnak az ásvány-kőzettani és mikrotektonikai vizsgálatát végeztem el. A „finomtörmelékes” képződmény esetében tektonikusan egymás mellé került agyagkő–grauwacke és arkóza kőzettípusokat, továbbá intenzívebben deformált szakaszokban kataklázitot azonosítottam. A durvatörmelékes kőzettest esetében két kőzetcsoporthoz különítettem el, melyek szövetséges és összetételileg is eltérnek egymástól. Az első csoportot karbonátcementes, szemcsevázú–cementvázú, polimikt konglomerátum alkotja, melynek jellegzetessége a karbonátkőzet-kavicsok megjelenése. A második csoportot kovacementes, mátrixvázú, polimikt konglomerátum és durvaszemcsés homokkő képezi. A dolgozat új eredménye, hogy a feltárt „finomtörmelékes” képződmény — a korábbi állásponttal szemben — nem egyszerűen üledékes kőzettest, hanem nagyon intenzív deformáción és szerkezetalakuláson esett át. Ennek a szerkezetalakulásnak eredményeként kimutathatók a kőzetoszlopban széleskörűen elterjedt tektonitok, valamint az eltérő üledékes képződési körülményekre utaló kőzettípusok egyébként nehezen értelmezhető keveredése. Mindezen megfontolások eredményeként fel kell ismernünk annak lehetőségét, hogy nem egy paleozoos képződményekből felépülő takaróronccsal találkozunk, melynek képződményeit formációkhoz tudjuk sorolni, hanem egy ismeretlen korú és jellegű törésszóna részével. A tektonikus melanzs jellegű környezetben a gyakran tektonikus eredetű finomszemcsés alapanyagban különböző korú és genetikájú kőzetek változó méretű klasztjai ismerhetők fel, tehát a litosztratigráfiai megnevezés (formációba sorolás) elvi alapon sem lehetséges. A durvatörmelékes szakasz esetében pedig a törmelékanyag és a szövetséges jellemzők alapján kimondható, hogy nem rokonítható a Tésényi Metahomokkő Formáció kőzeteivel.

Felhasznált irodalom:

- ÁRKAI, P. 1991: Kis hőmérsékletű regionális metamorfózis. — *Doktori értekezés*, Budapest
- ÁRKAI, P., LANTAI, CS., NAGY, G., LELKES-FELVÁRI, Gy. 1995: Biotite in a Paleozoic metagreywacke complex, Mecsek Mountains, Hungary: Conditions of low-T metamorphism deduced from illite and chlorite crystallinity, coal rank, white mica geobarometric and microstructural data. — *Acta Geologica Hungarica* **38/4**, 293–318
- BARABÁS, A. 2010: A délkelet-dunántúli hidrogenetikus uránérctelepek földtani környezete és összehasonlító értékelésük. — *Doktori értekezés*, Pécs
- BENEL, B. 2014: Az Ibafa–4 (Nyugat-Mecsek) fúrás miocén kavicsanyagának petrográfiai értékelése. — *MSc diplomadolgozat*, Budapest
- BILLI, A. 2005: Grain size distribution and thickness of breccia and gouge zones from thin (<1 m) strike-slip fault cores in limestone. — *Journal of Structural Geology* **27**, 1823–1837
- BILLI, A., SALVINI, F., STORTI, F. 2003: The damage zone-fault core transition in carbonate rocks: implications for fault growth, structure and permeability. — *Journal of Structural Geology* **25**, 1779–1794
- BOGGS, S. JR. 2009: *Petrology of Sedimentary Rocks*. — Cambridge University Press
- CAINE, J., S., EVANS, J., P., FOSTER, C., B. 1996: Fault zone architecture and permeability structure. — *Geology* **24**, 1025–1028
- CHESTER, F., M., LOGAN, J. M. 1986: Implication for mechanical properties of brittle faults from observation of the Punchbowl Fault zone, California. Internal structures and fault zones. — *Pure and Applied Geophysics* **124**, 77–106
- CSÁSZÁR, G. 2005: *Magyarország és környezetének regionális földtana I. Paleozoikum-Paleogén*. — ELTE Eötvös Kiadó, Budapest
- ENGENDLER, J., T. 1974: Cataclasis and the generation of fault gouge. — *Geological Society of America Bulletin* **85**, 1515–1522
- FAULKNER, D., R., LEWIS, A., C., RUTTER, E., H. 2003: On the internal structure and mechanics of large strike-slip fault zones: field observations of the Carboneras fault in southeastern Spain. — *Tectonophysics* **367**, 235–251
- FREY, M., ROBINSON, D. 1999: *Low-grade Metamorphism*. — Blackwell Publishing Ltd
- FÜLÖP, J. 1994: *Magyarország geológiája Paleozoikum II.* — Akadémiai Kiadó, Budapest
- FÜLÖP, J., DANK, V., ÁDÁM, O., BALLA, Z., BARABÁS, A., BARDÓCZ, B., BREZSNYÁNSZKY, K., CSÁSZÁR, G., HAAS, J., HÁMOR, G., JÁMBOR, Á., SZ., KILÉNYI, É., NAGY, E., RUMPLER, J., SZEDERKÉNYI, T. & VÖLGYI, L. 1987: *Magyarország földtani térképe a kainozoikum elhagyásával, 1:500 000* — MÁFI, Budapest
- GYALOG, L. 1996: *A földtani térképek jelkulcsa és a rétegtani egységek rövid leírása* — MÁFI, Budapest
- HAAS, J. 2001: *Geology of Hungary*. — Eötvös University Press, Budapest
- HADIZADEH, J., MITTEMPERGHER, S., GRATIER, J., P., RENARD, F., DI TORO, G., RICHARD J., BABAIE, H., A. 2012: A microstructural study of fault rocks from the SAFOD: Implications for the deformation mechanisms and strength of the creeping segment of the San Andreas Fault. — *Journal of Structural Geology* **42**, 246–260

- HADIZADEH, J., MITTEMPERGER, S., GRATIER, J.-P., RENARD, F., DI TORO, G., RICHARD, J., BABAIE, A., H. 2012: A microstructural study of fault rocks from the SAFOD: Implications for the deformation mechanisms and strength of the creeping segment of the San Andreas Fault. — *Journal of Structural Geology* **42**, 246–260.
- HETÉNYI, R., RAVASZ-BARANYAI, L. 1976: A baranyai antracittelepes felsőkarbon összlet a Siklósbodony 1. és a Bogádmindszent 1 sz. fúrás tükrében. — *MÁFI Évi Jelentése az 1973 évről*, Budapest
- HOLLAND, M., URAI, J., L., VAN DER ZEE, W., STANJEK, H., KONSTANTY, J. 2006: Fault gouge evolution in highly overconsolidated claystones. — *Journal of Structural Geology* **28**, 323–332
- JÁMBOR, Á. 1969: Karbon képződmények a Mecsek és a Villányi-hegység közötti területen. — *MÁFI Évi Jelentése az 1967 évről*, Budapest
- JÁMBOR, Á. 1998: A Tiszai nagyszerkezeti egység karbon üledékes képződményei rétegtanának ismertetése. — In: BÉRCZI I. & JÁMBOR Á. (szerk): *Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana*. MOL Rt. –MÁFI, Budapest
- KONRÁD, GY., HÁMOS, G. 2006: A magyarországi nagy aktivitású radioaktív hulladéktároló telephely kijelölésének földtani szempontjai és az eddigi kutatások eredményei. — *ACTA GGM DEBRECENICA* **1**, 33–38.
- KONRÁD, GY., SEBE, K. 2010: Fiatal tektonikai jelenségek új észlelései a Nyugati-Mecsekben és környezetében. — *Földtani Közlöny* **140/2**, 445–468
- LIN, A. 1999: S–C cataclasites in granitic rocks — *Tectonophysics* **304**, 257–273.
- MAROS, GY., KOROKNAI, B., PALOTÁS, K., DUNKO, A., BALOGH, K., PÉCSKAY, Z. 2009: Törészónák a Mórággyi Gránitban: új szerkezeti és K/Ar adatok. — In: M. TÓTH, T. (szerk.) *Magmás és metamorf képződmények a Tiszai egységben* — Geolitera, Szeged **pp.** 43–62
- MASAKAZU, N. KAZUHIRO, T., SHIRO, T. 2005: Kinematic analysis of sinistral cataclastic shear zones along the northern margin of the Mino Belt, central Japan. — *Journal of Asian Earth Sciences* **24**, 787–800
- MÁTHÉ, Z. 1986: *A Horváthertelend-1 számú fúrás földtani dokumentációja. Kézirat* — MECSEKÉRC Zrt. Adattár
- MÁTHÉ, Z., VARGA, A. 2012: „Ízesítő” a permi Bodai Agyagkő Formáció öskörnyezeti rekonstrukciójához: kősó utáni pszeudomorfózák a BAT–4 fúrás agyagkőmintáiban. — *Földtani Közlöny* **142/2**, 201–204
- MÉSZÁROS, E. 2013: A Szalatnaki Agyagpala Formáció közettani vizsgálata a Horváthertelend–1 fúrásban. — *BSc szakdolgozat*, Szeged
- MÉSZÁROS, E. 2014: A potenciális nagy aktivitású hulladéklerakó földtani környezetének pontosítása a Hh–1 fúrás reambulációjával. — *OFKD dolgozat*, Pécs
- MÉSZÁROS, E., VARGA, A., SCHUBERT, F., MÁTHÉ, Z. 2014: A Horváthertelend–1 fúrás paleozoos rétegsorának jelentősége a Nyugat-Mecsek földtani felépítésének pontosításában. — *Poszter abstract*, V. Közettani és Geokémiai Vándorgyűlés, Révfülöp, 2014.
- ORAVECZ, J. 1964: Szilur képződmények Magyarországon. — *Földtani Közlöny* **94/1**, 3–9.

- PASSCHIER, C., W., TROUW, R., A., J. 2005: *Microtectonics*. — Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- PETTIJOHN, F., J., POTTER, P., E., R., SIEVER 1987: *Sand and Sandstone*, 2nd edition — Springer-Verlag, New York
- SIBSON, R., H. 1977: Fault rocks and fault mechanism — *Journal of the Geological Society* **133**, 191–213
- SOÓS, I., JÁMBOR, Á. 1960: Növénymaradványos felsőkarbon kavicsok a Mecsek hegység helvéti kavicsösszletéből. — *Földtani Közlöny* **90/4**, pp. 456–458
- SZEDERKÉNYI, T. 1975: A Délkelet-Dunántúl ópaleozóos képződményeinek ritkaelem-kutatása. — *Kandidátusi értekezés*, Budapest
- SZEDERKÉNYI, T. 1997: Tiszai egység (Tisia összetett terrén) magyarországi részének metamorf képződményei és korrelációjuk. — In: HAAS J. (szerk.) *Fülöp József emlékkönyv*. — Akadémiai Kiadó, Budapest
- TÓTH, K. 2014: A mecseki miocén konglomerátum vörös sziliciklasztos kavicsainak közettani és geokémiai vizsgálati eredményei. — *MSc diplomadolgozat*, Budapest
- VAN DER PLUIJM, B., A., MARSHAK, S. 2004: *Earth Structure: An Introduction to Structural Geology and Tectonics*. 2nd edition — W. W. Norton & Company, New York
- VARGA, A., RAUCSIK, B., SZAKMÁNY, Gy. 2012: On possible origin of background content of heavy metals and metaloids in the subsurface pennsylvanian Téseny Metasandstones, SW Hungary — *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences* **7/3**, 211–218
- VARGA, A., SZAKMÁNY, Gy., JÓZSA, S., MÁTHÉ, Z. 2001: A nyugat-mecseki alsó-miocén konglomerátum karbon homokkő kavicsainak és a Tésenyi Homokkő Formáció képződményeinek petrográfiai és geokémiai összehasonlítása — *Földtani Közlöny* **131/1–2**, 11–36
- VARGA, R., 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
- WOODCOCK, N., H., MORT, K. 2008: Classification of fault breccias and related fault rocks. — *Geological Magazine* **145**, 435–440

Köszönetnyilvánítás

Megragadom az alkalmat, hogy köszönetet mondjak témavezetőmnek, Dr. Raucsikné Dr. Varga Andreának a rengetek segítségért és szakmai észrevételért, amelyet mindennapi munkám során kaptam tőle. Hálával tartozom témavezetőmnek Dr. Schubert Félixnek a szerkezetföldtani megfigyelések megvitatása során nyújtott hasznos tanácsaiért, észrevételeiért. Szeretnék továbbá köszönetet mondani Dr. Raucsik Bélának az XRD és Dr. Fintor Krisztiánnak a Raman-mikroszkópos mérésekért, valamint az építő beszélgetésekért.

Szeretném megköszönni Máthé Zoltánnak (Mecsekérc Zrt.) és Dr. Szakmány Györgynek (ELTE FFI Kőzettan-Geokémiai Tanszék) a Horváthertelend–1 fúrásból származó vékonycsiszolatokat és kőzetanyagot. Szeretném hálámat kifejezni az Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszéknek a műszeres, és valamennyi dolgozónak az inspiráló szellemi háttérért.

Ez a munka az Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok (OTKA) PD 83511 nyilvántartási számú téma keretein belül (vezető kutató: Raucsikné Varga Andrea), az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatásával (BO/27/11, Raucsikné Varga Andrea), valamint a Mecsekérc Zrt. engedélyével készült.

1. Függelék

KUTATÁSI FELADAT ÉS ALKALMAZOTT MÓDSZEREK

Diákköri kutatásom során a Horváthertelend–1 fúrás 720 m-től 850 m-ig terjedő szakaszának makroszkópos és mikroszkópos vizsgálatát végeztem el.

A makroszkópos vizsgálatokat megközelítőleg 35 fűrőmagon (az összes elérhető minta) végeztem, és azokat közettani és szerkezetföldtani szempontból dokumentáltam.

A makroszkópos dokumentáció mellett 81 db vékonycsiszolat polarizációs mikroszkóppal történő ásvány-közettani és mikrotektonikai vizsgálatát végeztem el. A 81 db vékonycsiszolat közül 12 db készítésére került sor az SZTE Ásványtani, Geokémiai és Közettani Tanszékén.

A vékonycsiszolatok készítéséhez a magmintákat egyrésről a közettípusok jellegzetességeinek vizsgálatára, valamint a mikroszerkezeti és szöveti bélyegek vizsgálatára jelöltem ki. Másik szempont volt a közettípusoknak és a magmintáknak az archív csiszolatokkal történő párhuzamosítása. A kijelölés után a szöveti jellegzetességek vizsgálatára a szabványtól eltérően 5x8 cm-es tárgylemezre készültek a preparátumok.

A mikroszkópos vizsgálatokhoz szükséges üledékes petrográfiai és mikrotektonikai ismereteket önművelés útján, továbbá témavezetőimmal történő konzultáció során sajátítottam el.

A témához tartozó szakirodalom gyűjtését és feldolgozását, továbbá a vizsgálati eredmények értelmezését, szintetizálását önállóan, témavezetői konzultáció mellett végeztem.

2. Függelék

Földtudomány MSc DIPLOMAMUNKA TÉMATERV

MSc Diplomamunkát készítő neve: **Mészáros Előd**

Témavezető: Dr. Raucsikné Dr. Varga Andrea

egyetemi adjunktus, SZTE TTIK, Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék

Konzulens: Dr. Schubert Félix

egyetemi adjunktus, SZTE TTIK, Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék

MSc diplomamunka témája: A Horváthertelend–1 (Hh–1) fúrás paleozoos besorolású
kőzetanyagának reambulációs vizsgálata (Dél-Dunántúl)

Célkitűzés: A Mecsek ÉNy-i előterében a Horváthertelend–1 fúrás miocén képződmények alatt olyan paleozoos(?) alaphegységi rétegsort tárt fel, amit az általánosan elfogadott álláspont szerint a szilur Szalatnaki Agyagpalával rokonítanak. Felmerült azonban annak a lehetősége is, hogy a rétegsor alsó, durvatörmelékes szakasza a felső-karbon Tésenyi Homokkő kőzetgyűjtéséhez tartozna. Ezek a korrelációk azonban nem támaszkodnak kellő mélységű és tudományos igényű anyagvizsgálatra; tényleges összehasonlítás nélkül, hipotetikus lehetőségeket képviselnek. A diplomamunka fő feladata a Horváthertelend–1 fúrásban feltárt, bizonytalan paleozoos besorolású képződmény részletes kőzettani és szerkezetföldtani (döntően mikroszerkezeti) vizsgálata a korábban készült vékonycsiszolatok, illetve archivált fúrómagminták alapján. A kőzetanyag makroszkópos és mikroszkópos dokumentációján túl a diplomamunka komplex jellegű ásványtani és kőzettani vizsgálatok integrált értelmezését célozza meg. A konvencionális petrográfiai vizsgálatokon túl a karbonátfázisok azonosítására a vékonycsiszolatok festését, valamint UV és katódlumineszcens mikroszkópi vizsgálatát tervezzük. Szükség esetén röntgen-pordiffrakciós (XRD), Raman-spektroszkópiás, illetve pásztázó elektronmikroszkópos (SEM SE/BSE/CL/EDS) analízissel kiegészítve. Az alapkőzet jellemzésén túl az érkitöltő fázisok petrográfiai vizsgálata is a munka részét képezi.

Munkaterv: 1.) A témához kapcsolódó földtani és kőzettani szakirodalom áttekintése.

2.) A mélyfúrás kőzetmintáinak makroszkópos jellemzése, dokumentálása (döntően ELTE Kőzetan-Geokémiai Tanszék gyűjteménye).

3.) Vékonycsiszolatok petrográfiai vizsgálata: a csiszolatok leírása, dokumentálása (döntően Mecsekérc Zrt. archivált minták, illetve ELTE Kőzetan-Geokémiai Tanszék gyűjteménye).

4.) A kőzetanyag szerkezetföldtani jellegű vizsgálata, értelmezése.

5.) Műszeres anyagvizsgálatok (UV/CL mikroszkópia és spektrometria; Raman-spektroszkópia; XRD; SEM).

6.) Az anyagvizsgálati eredmények szintézise, összefoglaló értékelése. Petrográfiai összehasonlítás a Tésenyi Metahomokkő és a Szalatnaki Agyagpala reprezentatív mintáival. Az eredmények regionális keretbe illesztése (ösföldrajzi és korrelációs lehetőségek felvázolása).

7.) A diplomadolgozat megírása az SZTE TTIK ÁGK Tanszék követelményeinek megfelelően.