

A BODAI ALEUROLIT FORMÁCIÓ SZÍN- ÉS CIKLICITÁSVIZSGÁLATA A BO–5- ÉS BO–6-JELŰ FÚRÁSOKBAN¹

COLOUR AND CYCLICITY ANALYSIS OF THE BODA CLAYSTONE FORMATION IN BOREHOLES BO–5 AND BO–6

HALMAI, ÁKOS² – HALÁSZ, AMADÉ³

ABSZTRAKT

A tanulmányban egy új – a földtani kutatásokban eddig nem használt – színelemzési módszert mutattunk be, melynek segítségével az üledékes kőzetekben előforduló ciklusok hatékonyabban mutathatók ki. Az eljárás gyakorlati használhatóságát a Bodai Aleurolit Formáción teszteltük. Kísérletünkben szekennelt fúrómagok színváltozásait vizsgáltuk, olyan ciklushossz-tartományokban, melyekben az emberi szem már nem teljesít jól.

Kulcsszavak: színelemzés, ciklicitás, Lomb–periodogram,; sztratigráfia, ciklussztratigráfia, BAF

ABSTRACT

In this study, we presented a new method of colour analysis—not previously used in geological research—to more efficiently detect cycles in sedimentary rocks. The practical applicability of the method was tested on the Boda Claystone Formation. In our experiment, we investigated the colour variations of scanned core samples over cycle length ranges where the human eye no longer performs well.

Keywords: colour analysis, Cyclicity, Lomb periodogram, stratigraphy, cyclostratigraphic analysis, BCF

¹ Köszönettel tartozunk a Mecsekérc Környezetvédelmi ZRt.-nek, hogy rendelkezésünkre bocsátotta az archív és a jelenleg folyó kutatások jelentéseinek kéziratos változatait. Köszönjük a Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft.-nek (RHK Kft., korábban Radioaktív Hulladékokat Kezelő Kht.), hogy engedélyt adott a kutatási anyagokba való betekintésre és azok felhasználására. A kutatás egy része az RHK Kft. támogatásával készült. Szeretnék köszönetet mondani a kutatás során nyújtott érdemi segítségért Konrád Gyulának valamint Maros Gyulának.

² MSc-hallgató, Pécsi Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Földrajzi Intézet, halmaia@gamma.ttk.pte.hu.

³ Egyetemi adjunktus, PhD, Pécsi Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Földrajzi Intézet, tade@gamma.ttk.pte.hu.

BEVEZETÉS

A földtani vizsgálatok során a kőzetek színének következetes, makroszkópos meghatározása gyakran nehézségekbe ütközik. A homogén, színeiben egyveretű, vagy csak kissé változékony színek vizuális értékelése, összehasonlító elemzése bizonytalan.

A Bodai Aleurolit Formáció (BAF) színe a barna és a vörös közötti számtalan finom átmenet bármelyike lehet, melyet nagyban befolyásol a kőzet aktuális víztartalma; ezért a BAF színének kizárólag vizuális értelmezése pontatlanságokhoz vezethet. Azonban a kőzet színének kismértékű – akár ciklikus – változása is jelentős földtani tartalmat hordoz(hat).

A digitális, raszteres képfeldolgozó- és képbeviteli eljárások fejlődésével azonban lehetővé vált a színek egyértelmű és automatizált meghatározása, mely segítségével az egyes mintákat nem csak szövegesen tudjuk jellemezni, hanem színük numerikus elemzésével több, földtani következtetést is levonhatunk. A Bodai Aleurolit Formáció színének ez irányú, digitális feldolgozása mindeddig nem történt meg.

A színfeldolgozás alapját a Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) által fejlesztett „ImaGeo” fúrómag szkennelvel készült – a fúrómagok teljes magfelületét kiterítve ábrázoló, nagy felbontású – képek adták (Maros & Pásztor, 2001).

Jelen tanulmányban a Boda-5 (Bo-5) és Boda-6 (Bo-6) jelű fúrásban harántolt Bodai Aleurolit színelemzési vizsgálatát végeztük el. A fúrómagok szkennelésre egy új földtani vizsgálati módszert építhetünk: a színelemzést. Ez egy olyan eljárás – egy olyan vizsgálati eszköz –, amely kiegészíti a dokumentáló interpretációit, a geokémiai- és geofizikai méréseket, és segítségével olyan megállapításokat tehetünk, amelyek kiegészítik a tradicionális eljárásokat.

Célunk a fúrásokban harántolt rétegösszlet objektív színminősítése, a képződmények közötti színkülönbségek számszerűsítése, valamint az összefüggések felderítése a szín és a földtani tartalom (fizikai-, kémiai jellemzők) között. Vizsgáljuk a színváltozás ciklicitását és annak okait, majd korreláljuk azokat a földtani szelvényből kiolvasható ciklicitással. A képződmény ciklicitásának felismerése és értelmezése kulcsfontosságú a keletkezési körülmények megértésében. A téma időszerűségét a nagy aktivitású radioaktív hulladékok egyik potenciális befogadó kőzetének, a Bodai Aleurolit Formációnak és földtani környezetének kutatása adja.

MÓDSZEREK

Munkánkat a Bo-5 és Bo-6 jelű fúrások maganyagának és szkennelt magfotóinak felhasználásával végeztük el, a Mecsekérc Környezetvédelmi Zrt. és a Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Non-profit Kft. engedélyével.

A színelemzési vizsgálat során a színváltozás feltételezett ciklicitását vizsgáltuk. Itt a feldolgozott képek numerikus színparamétereit értékeltük idősor-analízissel. A kőzetek szín alapján történő kategorizálására már történtek korábban kísérletek. 1959–60-ban a Pécsi Uránércbánya Vállalat Mélyfúró Üzemében végeztek már hasonló méréseket fotometriai alapon (színhőmérséklet mérés). Frolov és Kál-lai – kísérletképpen – az érchordozó szintből származó kőzetmintákat mértek és a kapott kvantitatív eredményekből próbálták következtetéseket levonni, azonban a minta-előkészítés munkaigényessége miatt ezen munkák megszakadtak. A méréseket az FM-56 típusú fotométerrel végezték (Vincze et al., 1965) és az így kapott eredmények kerültek további értékelésre. A Bodai Aleurolit átlagos (vörös-barna aleurolit) színösszetételére a következő értékeket kapták: 40,4% vörös; 26,5% zöld; 28,0% kék (Vincze et al., 1961).

A MÁFI fejlesztésével készült programmal, a „PetCore” szoftverrel is folynak színvizsgálatok (Maros & Palotás, 2000). Ez jól alkalmazható olyan kőzeteknél, ahol egy területen nagy a színváltozé-konyosság (pl. gránit), de homogén kőzetek esetében nem ad értékelhető eredményt. Ezért szükségesnek éreztük egy olyan új módszer kidolgozását, mely jól alkalmazható homogén, viszonylag egyveretű kő-zetek elemzésénél.

A színelemzés során nem a rétegek egymásra következését, hanem a kőzet színének változását vizsgáltuk, valamint azt a vastagságértéket, mely alatt a változás bekövetkezik. Ezen vastagságértékek változásai alapvető információt nyújtanak a vizsgálandó sorozatokról (Schwarzacher, 1975). Ez azt fel-tételezi, hogy a mintákat „idősorozatként” (time series), tehát eredeti sorrend szerint kell begyűjteni. Egyes kutatók szerint a mélység- vagy vastagság szerint gyűjtött adatokat „mélység sorozatnak” (depth series) kellene hívni, de a korrekt matematikai megfogalmazás miatt azokat is idősornak nevezzük (Schwarzacher, 1975; Priestly, 1981).

Az idősor-analízis bemeneti adatait folytonos mintavételezési eljárással gyűjtöttük. Ez gyakor-latilag a vizsgált kőzet egy bizonyos paraméterét (színét) egy szakaszon vizsgálja, és az egész szakaszt jellemzi matematikai eszközök segítségével. Továbbá azzal a feltételezéssel élünk, hogy a BAF azon szakasza, melyet a két fúrás harántolt, mentes jelentős fáciesváltozásoktól (Halász, 2009; 2011). A cik-licitás megállapítására a fúrásdokumentációkból létrehozott adatbázist használtuk fel.

EREDMÉNYEK

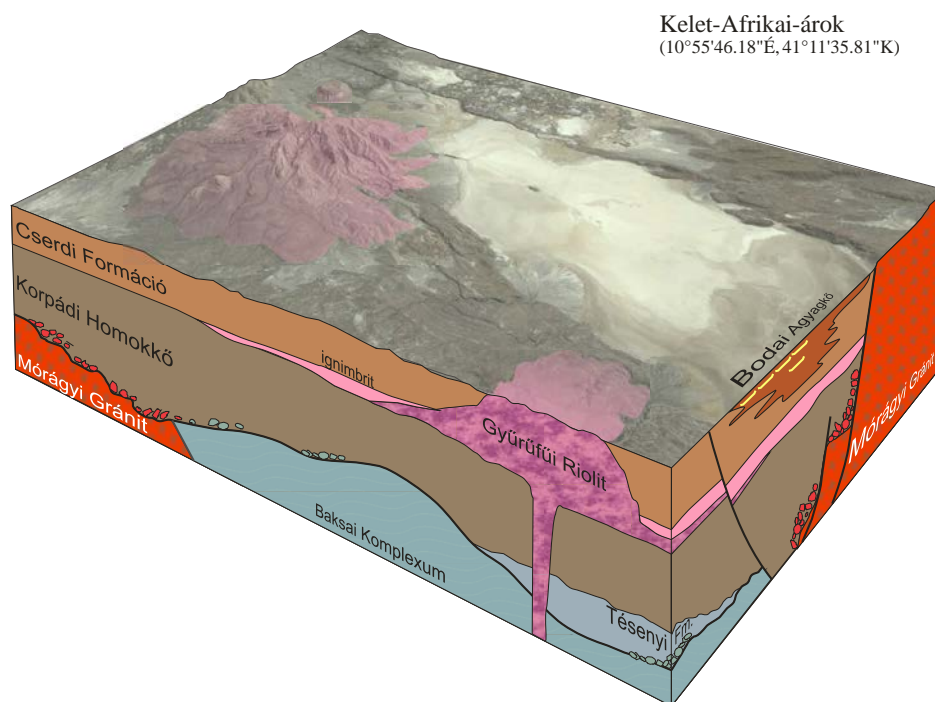
Földtani háttér

A Bodai Aleurolit Formáció a Tiszai-főegység területén a Nyugat-Mecsek, prekainozoos aljzatának jel-lemző képződménye (Jámbor, 1964), amelyet először Barabás (1956) kandidátusi értekezésében különít el, mint önálló földtani egységet. Felszíni- és felszín közeli elterjedése a keletre dőlő nyugat-mecseki

periantiklinális tengelyzónájában nyomozható, amelynek területét a legerőteljesebb kompressziós tektonikai hatás – a kialakult szakmai konszenzus szerint (Vadász, 1935; Hámor, 1966; Forgó et al., 1966; Wein, 1966; 1967; Kleb, 1973; Némédi Varga, 1983) – a kréta (ausztriai orogén fázis) időszakban érte. A Nyugat-Mecsek határai olyan oldalelmozdulással jellemezhető szerkezeti zónák, amelyek a kainozoi-kumban többször felújultak (Balla, 1988; Benkovics, 1997), de ezek a mozgások az előfordulási terület egységes tömbjén belül nem mutathatók ki (Konrád & Sebe, 2010). A formáció a Nyugat-Mecsek fő tömegét felépítő, 4 000–5 000 m vastag, perm–triász korú, konszolidált, törmelékes-, karbonátos- és vegyi üledékes rétegösszlet tagja. A Bodai Aleurolit felhalmozódásának időszakában playa tó alakult ki, amelynek környezetét lankás domborzat jellemezte a kristályos aljzat hosszú ideje tartó denudációjának következtében (Konrád et al., 2010a, Konrád et al., 2010b; 1. ábra).

1. ábra: A Bodai Aleurolit keletkezésének paleogeográfiai rekonstrukciója recens analógia alapján. (Konrád et al., 2010b; <http://old.foldrajz.ttk.pte.hu/foldtan/dk-dunantul/index.html>)

Figure 1. Paleogeographic reconstruction of the origin of the Boda Claystone based on recent analogies. (Konrád et al., 2010b; <http://old.foldrajz.ttk.pte.hu/foldtan/dk-dunantul/index.html>)



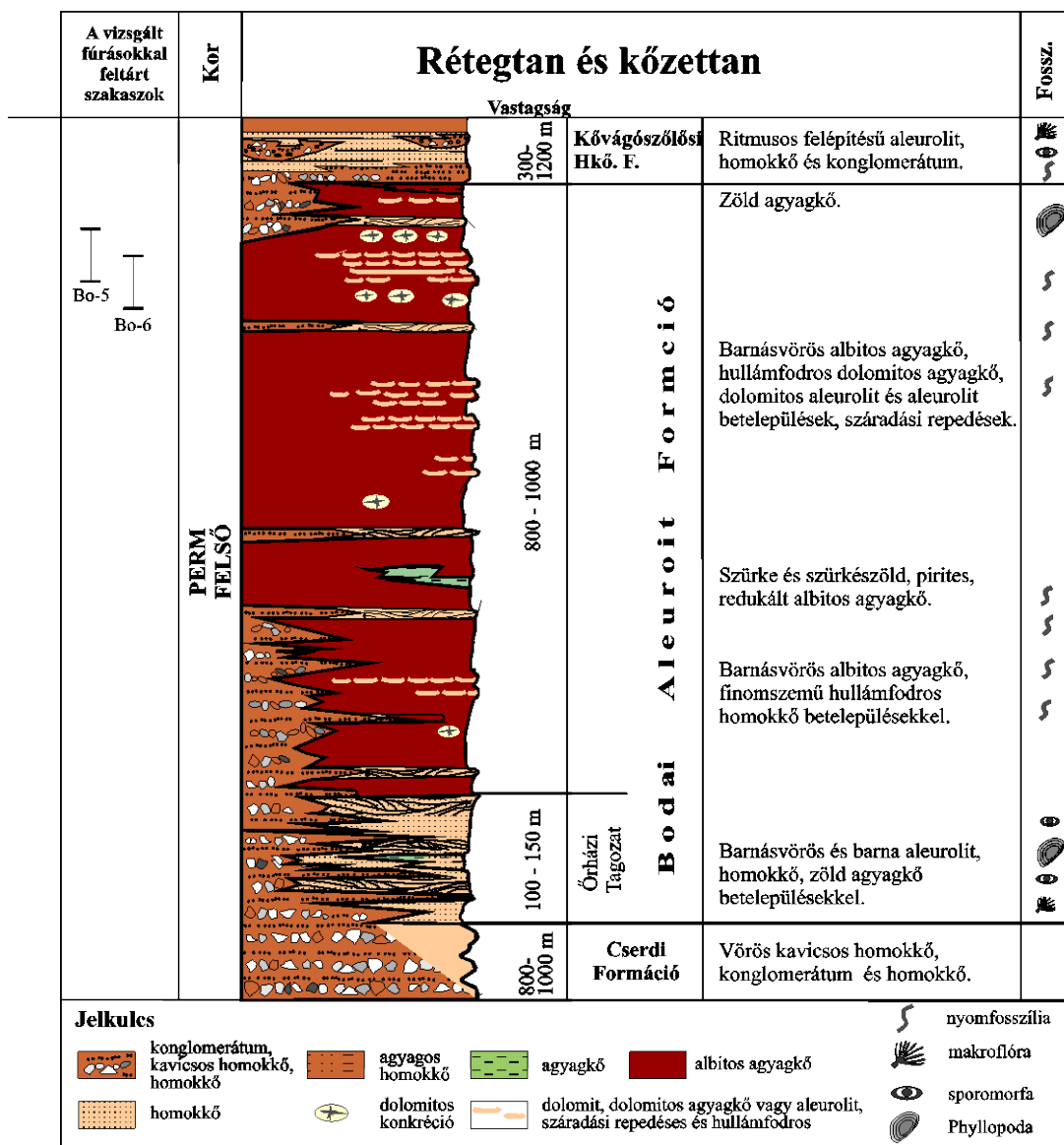
A térképezési adatok alapján a formációt három fő litosztratigráfiai alegységre lehet bontani (Konrád, 1999; 2. ábra). Az alsó, az Őrházi Tagozat, amely a korábban homokkőnek nevezett rétegeket képviseli. Erre települ folyamatos átmenettel egy albitos-, kőzetlisztes agyagkő, melyben homokkő és dolomit rétegek is települnek. A legfelső az albitos, agyagos aleurolit, valamint kőzetlisztes agyagkő, száradási repedéses dolomit betelepülésekkel és dolomit konkréciókkal.

A Bodai Aleurolit Formáció kutatási programja során (Konrád & Hámos, 2006) elvégzett részletes ásványtani-, kőzettani- és geokémiai vizsgálatok segítségével agyagkő, aleurolit, homokkő, albitolit és dolomit fő kőzettípusokat, valamint azok között számos átmeneti típust különítettek el (Barabás & Barabásné Stuhl, 1998; Konrád, 1998; Máthé, 1999; Árkai et al., 2000; Varga et al., 2006).

Az elkülönített fő litofáciesek közötti különbségek nem mindig élesek, sőt gyakoribbak az átmeneti típusok. Az agyagkő és az aleurolit keveredési típusainak elkülönítése a terepi- és a fúrás dokumentálás gyakorlatában nem könnyű feladat. Ezen típusok uradják azonban döntően a formáció rétegsorát, míg a dolomitos- és a homokkőves rétegek a vizsgált területen csak közbetelepülésként figyelhetők meg. Kivétel ez alól az Őrházi Tagozat, amelyben a homokkő a domináns, miközben a finomabb szemű frakciók képviselik a betelepülések jelentős hányadát. A tanulmányban az elemzésekhez az albitolitot nem használtuk fel, mivel az makroszkóposan nem különíthető el a többi kőzettípustól.

2. ábra: A Bodai Aleurolit elvi rétegszlopa a fedő és fekü képződmények feltüntetésével (Konrád, 1999)

Figure 2. Geological column of the Boda Claystone with covering and bedrock formations (Konrád, 1999)

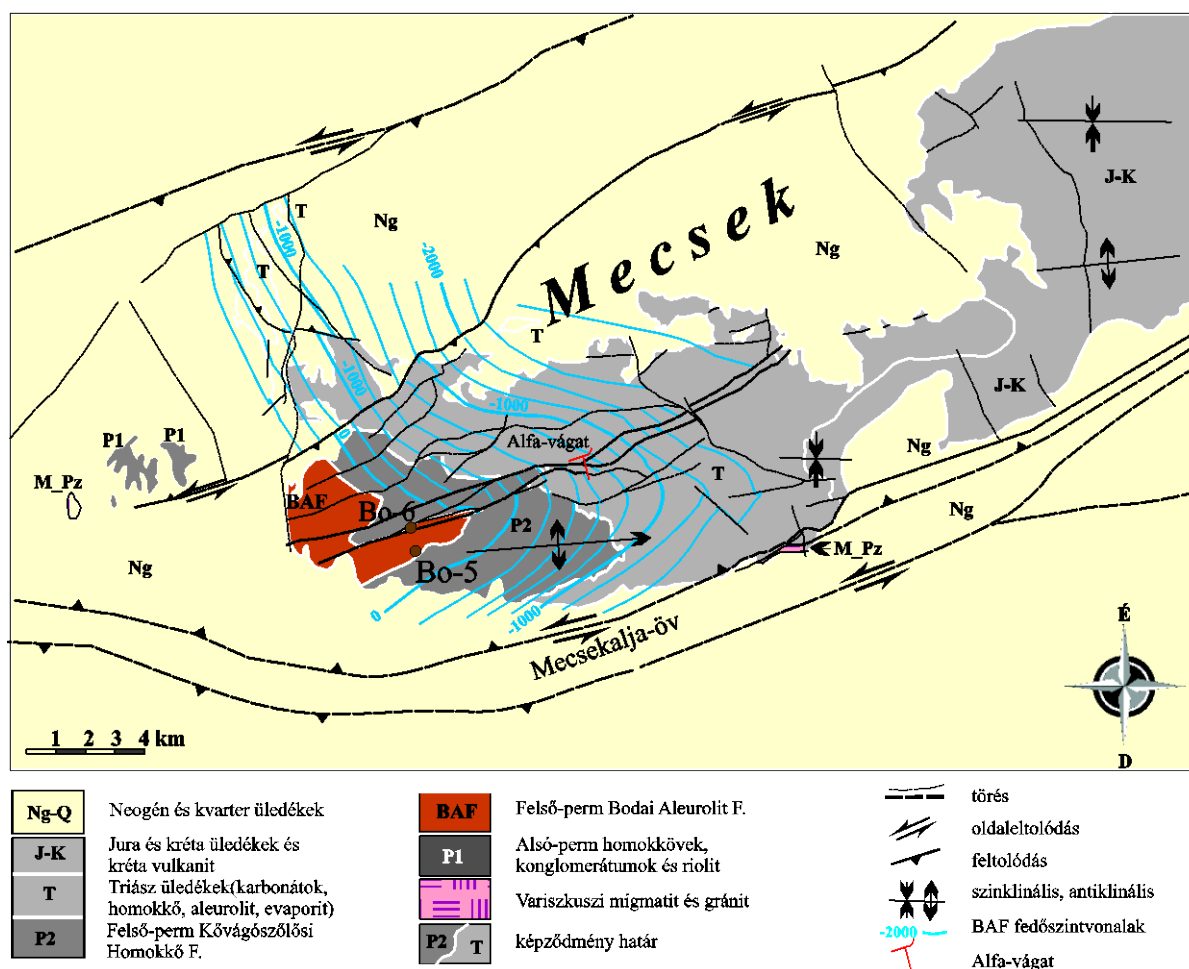


Közvetlen földtani környezet

A Nyugat-mecseki-antiklinális déli szárnyán 2009–2010-ben két Bodai Aleurolitot ért fúrás lemélyítése történt. A Bo-6 fúrás a Boda–büdöskúti-öv déli, észak felé dőlő határtörésétől északra, 150–200 méterre, a Bo-5 attól délre, mintegy 200 m távolságra mélyült (3. ábra). A Bo-5 a „dolomitkonkréciós”, legfelső szint közvetlen fekvését érte el, míg a Bo-6 rétegtani helyzete az erős tektonizáltság miatt nem határozható meg pontosan (Konrád, 2010).

3. ábra: A Nyugat-Mecsek és környékének földtani térképe a vizsgált, Bodai Aleurolitot ért fúrásokkal és feltárásokkal (készült Wéber, 1977; Chikán & Konrád, 1982; Chikán et al., 1984; Konrád, 1996; Csontos et al., 2002 valamint Konrád & Sebe, 2010 alapján).

Figure 3. Structural geological map of the Western Mecsek Mts. and surroundings with boreholes and exposures of the Boda Claystone (based on Wéber, 1977; Chikán & Konrád, 1982; Chikán et al., 1984; Konrád, 1996; Csontos et al., 2002 and Konrád & Sebe, 2010).



A vizsgált fúrások földtani jellemzése

A Bo–5 fúrás földtani jellemzése és ciklicitása

A fúrás 2009-ben mélyült Boda településtől ÉK-re és mintegy 30 méter vastagságban harántolta a Bodai Aleurolitot. A maganyag erős töredezettsége és a maghiányos szakaszok miatt a ciklussztratigráfiai vizsgálat csak egyes szakaszokra készült el. Az üledékszöveti és szerkezeti besorolásokat azonban sikerült elvégezni.

A formációt kőzetlisztes agyagkő és agyagos dolomit uralja, azonban a középső rétegösszletben tiszta agyagkő is megjelenik (4. ábra). A kőzet sötét színű, jellemzően barnászörös és vörösesbarna, a dolomitos betelepülések színe szürkés árnyalatú és világos tónusú. Az uralkodó szemcseméret agyag, a kőzetliszt arányában makroszkóposan különbség nem tehető. Szemcseméreti trend nem figyelhető meg az átfúrt összletben. A kőzetlisztes agyagkővet néhol dolomitos betelepülések tagolják, de a köteges dolomitok között „tisza” agyagkő is megfigyelhető. Csak ichnofosszíliák ismertek a fúrásból, amelyek a töredezett mag miatt nehezen azonosíthatók.

Az üledékszerkezeti- és szöveti kép alapján a harántolt rétegsor a formáció középső rétegösszletét képviseli. A fúrás által feltárt rövid szakaszon csak néhány világos színű (feltehetőleg dolomitos) betelepülést lehet vizsgálni. Homogén- és réteges dolomitos betelepülések találhatóak a fúrásban, amelyek eltérő, másodlagos üledékszerkezettel jellemezhetők: ilyenek a felcserepesedő szerkezetek és a fedő felé felszakadó rétegfoszlányok.

A Bo–6 fúrás földtani jellemzése és ciklicitása

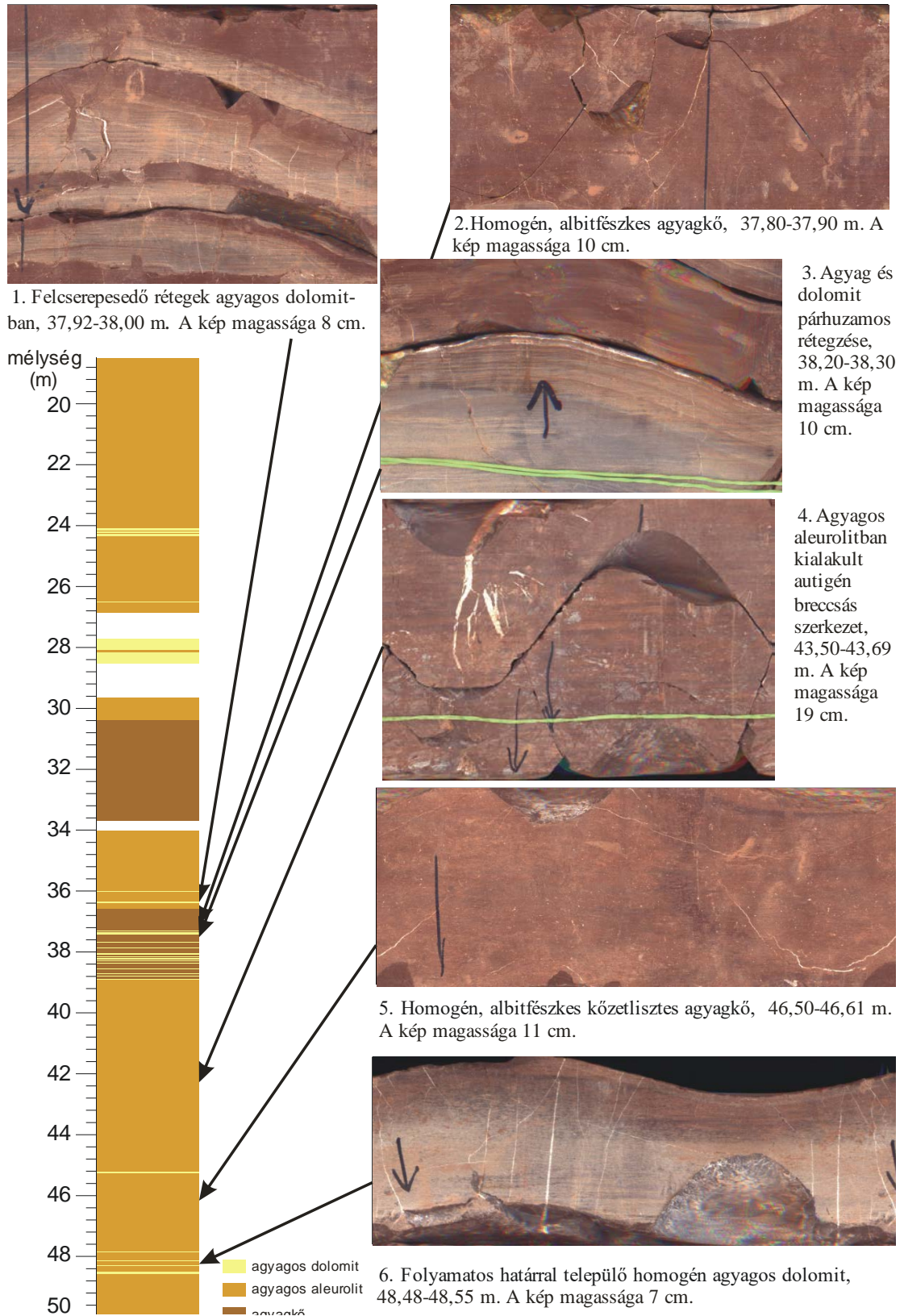
A Bo–6 számú fúrás 2010-ben mélyült a Bo–5-ös fúrástól északra, a Boda–büdöskúti-öv északi oldalán. Egyes szakaszai erősen tektonizáltak és maghiányosak. A fúrás közepétől a rétegdőlés fokozatosan növekszik és eléri a ~80-85°-ot is. Emiatt elképzelhető, hogy egyes felcserepesedő dolomitos rétegeket többször is átfúrtak. A ciklicitás vizsgálat itt csak kisebb léptékben készült, kiemelve a vékonyabb dolomitos betelepülések ciklicitását.

A legjellemzőbb kőzet az agyagos aleurolit és kőzetlisztes agyagkő (5. ábra), közte agyagos- és kőzetlisztes halvány vörösbarna, párhuzamos rétegzésű, laminált betelepülésekkel, amelyek dolomitosabb rétegeket jelölhetnek, vagy durvább szemű aleurolitot. A fúrás alján keresztlaminált aleurolit is megjelenik néhány centiméter vastagságban. A kőzet sötét színű, jellemzően barnászörös és vörösesbarna, a dolomitos betelepülések színe szürkésbarna árnyalatú és világos tónusú. A szemcseméret az agyag és az aleurolit között változik, a dolomitos betelepülésekben található laminákban inkább az agyagkő a jellemző. Homokkő a fúrásból nem ismert. Életnyomok elszórtan találhatóak a rétegsorban.

4. ábra: A Bo-5 fúrás rétegsora és a jellemző litológiai típusok (Halász, 2010)

Figure 4. Stratigraphy of the Bo-5 borehole and typical lithological types (Halász, 2010)

Bo-5 jelű fúrás rétegsora és a jellemző litológiai típusok



A Bo–5-ös fúráshoz hasonlóan a rétegsornak csak egy-egy rövidebb szakasza értékelhető. Erre a fúrásra jellemző, hogy több méteres betelepülésmentes rétegeket dolomitköteges egységek követnek. Megfigyelhető egyrészt a betelepülések és az agyagkő/aleurolit ritmusos váltakozása, valamint a párhuzamos, horizontális rétegzés szerinti dolomit és aleurolit réteglemezek ritmicitása. Az agyagos dolomitbetelepülések közti agyag/aleurolit rétegek szerkezete nem minden esetben egyezik meg a fedő és fekü szerkezetével. A betelepülések közötti agyagkő sokszor homogén, albitfészek-mentes és rétegzés nélküli. A fúrás 22,37 méterénél 0,1–10 mm vastag kőzetlisztes-, vagy dolomitos betelepülések váltakoznak kőzetlisztes agyagkővel. A betelepülések vastagsága alulról felfelé vastagszik a ritmusokon belül. A réteg középső összetételében 5 db, 0,5 cm vastag, gradált rétegzésű aleurolit–agyagkő-ritmus található.

Általánosan elmondható, hogy a két vizsgált fúrás hossza és tektonizáltsága alapján a több méter hosszú ciklusok nem, de az egy méter alatti vastagságok jól követhetők. A földtani leírás alapján tehát az agyagkő–dolomit milliméter és centiméter nagyságrendű váltakozása figyelhető meg. Az ennél vastagabb ciklusok a dolomitköteges szakaszok és homogén agyagkő/aleurolit rétegek váltakozását jelentik.

A rétegsorok ciklicitását nehéz rekonstruálni a törészónák és a maghiányos szakaszok miatt, de a vastagabb dolomitos-, betelepülésmentes kőzetlisztes agyagkövek és vékonyabb dolomitköteges rétegek elkülöníthetők egymástól. A dolomitos kötegeken belül a dolomitrétegek agyagkő betelepülésekkel váltakoznak. A kisléptékű ciklusokra a milliméteres, vagy még vékonyabb laminák jellemzők. Ezek az agyagos dolomitbetelepülésekhez köthetők. Ritkán megfigyelhető ezen ciklusok vastagságának felfelé történő csökkenése is.

A képződmény színelapú ciklicitásvizsgálata

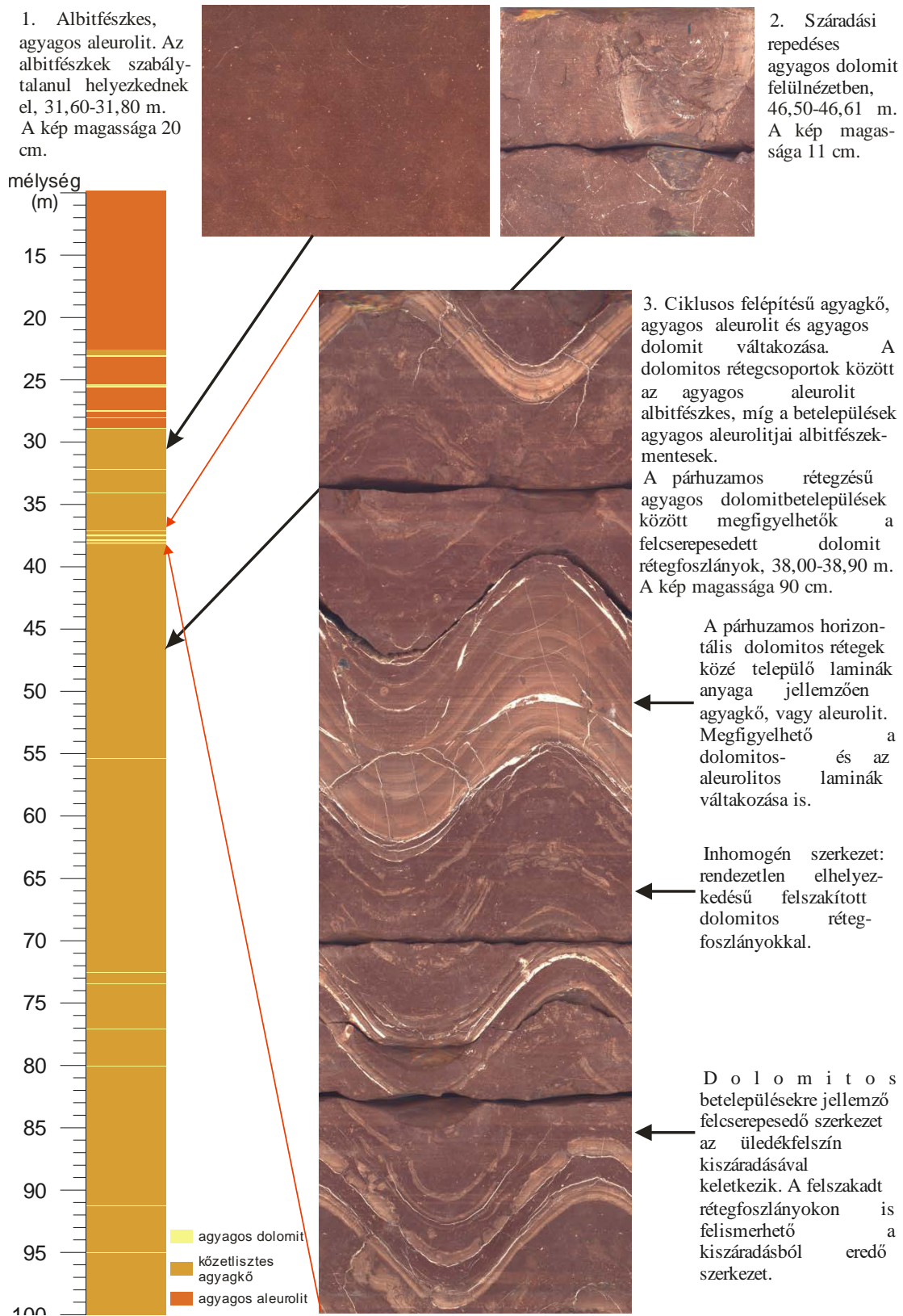
A képek feldolgozásához egy, a tudományos képelemzésben gyakran alkalmazott szabadszoftvert, az ImageJ-t használtuk. Az ImageJ beépített eszközeinek alkalmazásával először eltávolítottuk a képekről a szkennelési technológiából fakadó fekete részeket, majd a megmaradt képet 0,2 m-es szakaszokra bontottuk. A bemeneti TIFF (Tagged Image File Format) képek vörös (R), zöld (G) és kék (B) színsávokban 0–255-ös tartományban jellemzik a színintenzitást. Ezen tartományt 10 kategóriára, kategóriánként 25,5 szélességűre bontottuk. A szoftver segítségével minden 0,2 m-es szakaszon mind a három színsávban lekérdeztük, hogy az 1–10. kategóriába hány pixel esik. Az így kapott eredményeket egyszerű szövegfájlokba mentettük el.

Az elemzésnél 10 kategóriát használtunk, mert jól kezelhető és elég széles ahhoz, hogy a kőzeten látható természetes-, pillanatnyi fluktuációkat elmossa, viszont elég szűk, hogy a kőzet színváltozásának trendjeit és ciklusait kimutassa. A kategorizálásra úgy is tekinthetünk, mint egy olyan eszközre, amely a terjedelmes és statisztikailag zavaros adathalmazból a földtanilag releváns információt emeli ki.

5. ábra: A Bo-6 fúrás rétegsora és a jellemző litológiai típusok (Halász, 2010)

Figure 5. Stratigraphy of the Bo-6 borehole and typical lithological types (Halász, 2010)

Bo-6 jelű fúrás rétegsora és a jellemző litológiai típusok



A ciklusok kereséséhez a PAST-program Lomb–periodogram eszközét alkalmaztuk. Az elemzésnél a rendelkezésre álló színsávok közül a vöröset használtuk a közet jellegzetes színe miatt. Azért esett a választás a Lomb–periodogramra, mivel az idősor elemzéseknél klasszikusan alkalmazott Fourier–transzformációval ellentétben képes a nem egyenközű mintavételezésből származó adathiányt kezelni. Bár a fentebb leírt mintavételi eljárás – elvileg – adathiánymentes kimenetet szolgáltat, a fúrások erősen tektonizáltak és maghiányosak, ezért a kimeneti adatsorok mégis szakadozottak. Az ezen módszerrel kapott eredményeket az 1. táblázat, valamint a 6. és a 7. ábra mutatja be:

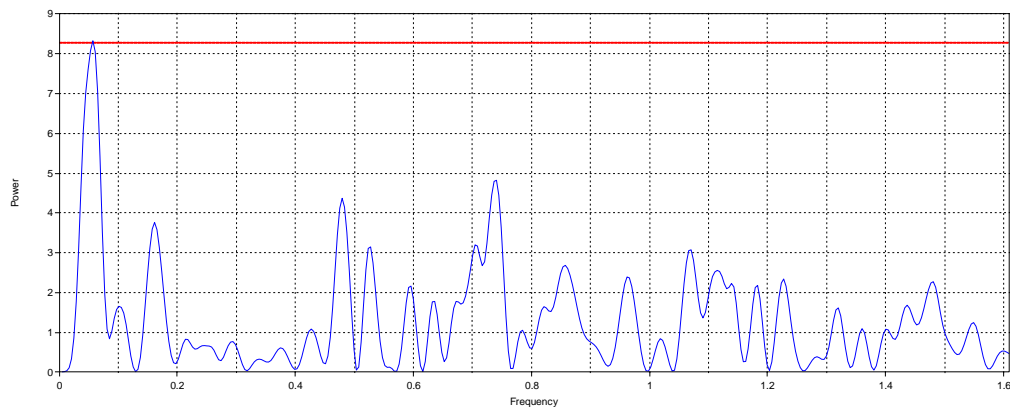
1. táblázat: Jellemző ciklusvastagságok a színelemzés alapján

Table 1. Typical cycle thicknesses based on colour analysis

		Jellemző ciklusvastagságok [m]										
Bo–5	19	6,2	–	–	–	2	1,9	–	1,4	1,2	1	0,81
Bo–6	–	6,8	4,81	3,55	3,3	2,3	1,75	1,5	1,4	1,2	1	0,91

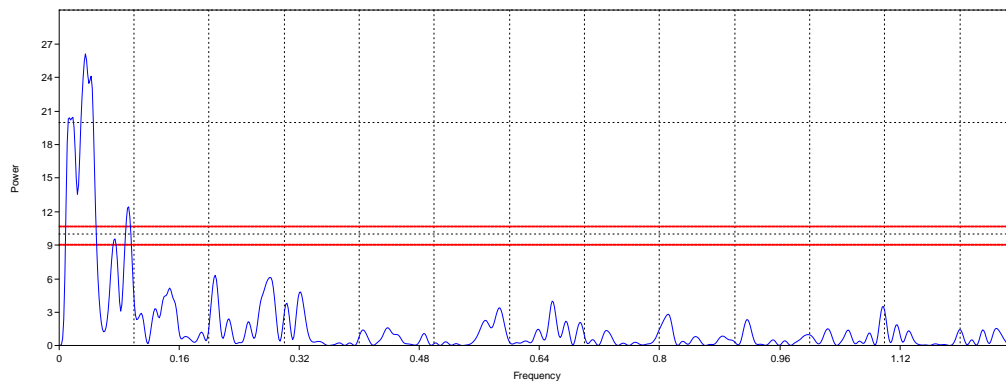
6. ábra: A Bo–5 számú fúrás ciklusainak vastagsága Lomb–periodogram alapján

Figure 6. Cycle thickness of borehole Bo–5 based on Lomb periodogram



7. ábra: A Bo–6 számú fúrás ciklusainak vastagsága Lomb–periodogram alapján

Figure 7. Cycle thickness of borehole Bo–6 based on Lomb periodogram



KÖVETKEZTETÉSEK

A tanulmányban egy új – a földtani kutatásokban eddig nem használt – színelemzési módszert mutattunk be, melyeknek alkalmazhatóságát vizsgáltuk a Bo–5 és Bo–6 számú fúrások által harántolt Bodai Aleurolit rétegsorában. A módszert főleg olyan képződmények esetében érdemes alkalmazni, amelyek színüket tekintve homogének, egyveretűek. A Bodai Aleurolit kiváló példa erre, mivel abban több méter hosszú homogén, vörösesbarnának látszó szakaszok vannak. A színelemzésen alapuló ciklicitás vizsgálata azonban ezeken a részeken alkalmazható igazán, mivel a folyamatos átmenetek, kis változások a szem számára nem minden esetben vehetők észre. A formáció ciklicitása makroszkóposan egyértelmű, ám mi a korábban homogénnek leírt rétegeken belül is találtunk ciklusos szakaszokat a színvizsgálat segítségével.

A Lomb–periodogram segítségével meghatározott ciklus vastagságok részben tükrözik a korábbi vizsgálatok (Halász, 2011) során kapott eredményeket. A Bodai Aleurolitra jellemző 1,5 m, 2,4 m és 3,5 m-es ciklusok a két fúrásban is megjelennek. A földtani dokumentáció szerint ezek az agyagkő és dolomittartalmú betelepülések váltakozását tükrözik. A 3,5 m méternél hosszabb ciklus vastagságok a fúrásban nem relevánsak, mivel, nem volt annál hosszabb ép mag. A Bo–5 és Bo–6 jelű fúrásokban végzett színelemzés eredményét a fúrások viszonylag rövid volta, a jelentős maghiány, valamint a mag töredezett, tektonizált mivolta miatt erős kritikával kell kezelni.

A bevezetésben említettük, hogy a kőzet színének folyamatos, trendszerű változására is figyelni kell. A numerikus színvizsgálattal ez a kérdés megoldódni látszik, mivel a program egy adott szint – a mesterséges-megvilágítású és a fúrás teljes hosszán átívelő, azonos szkennelési körülményeknek köszönhetően – mindig ugyanolyannak fog érzékelni.

IRODALOMJEGYZÉK

Árkai, P., Balogh, K., Máthé, Z., Demény, A., Fórizs, I. & Nagy, G. (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.

Balla, Z. (1988). On the origin of the structural pattern of Hungary. *Acta Geologica Hungarica*, 31, 53–63.

Barabás, A., & Barabásné Stuhl, Á. (1998). A Mecsek és környéke perm képződményeinek rétegtana. In Bérczi, I., & Jámbor, Á. (szerk.), *Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana*. (pp. 187–210). MOL Nyrt. & MÁFI.

Barabás, A. (1956). *A mecseki perm időszaki képződmények*. [Kandidátusi értekezés]. Magyar Állami Földtani Intézet Könyvtár.

Benkovics, L. (1997). *Etude structurale et géodynamique des Monts Buda, Mecsek et Villany (Hongrie)*. [Kandidátusi értekezés, Univ. de Lille].

- Chikán, G., & Konrád, Gy. (1982). A Nyugat-Mecseki földtani térképezés újabb eredményei. *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1980-ról*, 169–186.
- Chikán G., Chikán G.-né, & Kókai, A. 1984: *A Nyugati-Mecsek földtani térképe. 1:25 000*. Magyar Állami Földtani Intézet.
- Csontos, L., Benkovics, L., Bergerat, F., Mansy, J-L., & Wórum, G. (2002). Tertiary deformation history from seismic section study and fault analysis in a former European Tethyan margin (the Mecsek–Villány area, SW Hungary). *Tectonophysics*, 357(1–4), 81–102.
- Forgó, L., Moldvay, L., Stefanovits, P., & Wein, Gy. (1966). *Magyarászó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. L-34-XIII, Pécs*. MÁFI kiadvány.
- Halász, A. (2009). A Cycles and rhythms within the Boda Claystone in the borehole Ib-4. *Central European Geology*, 52(3–4), 325–342.
- Halász, A. (2010). *A Bodai Aleurolit Formáció szedimentológiai kérdései*. [Szakdolgozat, Szegedi Tudományegyetem, Földtani és Őslénytani Tanszék].
- Halász, A. (2011). *A Bodai Aleurolit Formáció ciklussztratigráfiai vizsgálata*. [Doktori disszertáció, Pécsi Tudományegyetem, Földtani Tanszék].
- Hámor, G. (1966). Újabb adatok a Mecsek hegység szerkezetföldtani felépítéséhez. *MÁFI évi jelentés az 1964. évről*, 193–206.
- Jámbor, Á. (1964). *A Mecsek hegység alsópermi képződményei*. Jelentés. Mecsekérc Zrt. Adattár.
- Kleb, B. (1973). A mecseki pannon földtana. *MÁFI Évkönyv*, 53(3), 750–943.
- Konrád, Gy. (1996). *Jelentés a Bodai Aleurolit Formáció 1995–96. évi földtani térképezéséről. Kutatási jelentés (J-2743)*. [Kézirat]. Mecsekérc Zrt. Adattár.
- Konrád, Gy. (1998). *Jelentés a Bodai Aleurolit Formáció 1995–98. évi kutatásáról*. [Kézirat]. Mecsekérc Zrt. Adattár.
- Konrád, Gy. (1999). The Boda Claystone Formation. In *The Geology of today for tomorrow. A satellite conference of the World Conference of Science, Excursion Guide Book*. (pp. 65–75). Budapest.
- Konrád, Gy. (2010). *Bo-5 és Bo-6 sekélyfúrások földtani összesítése*. [Kézirat]. Mecsekérc Zrt. Adattár.
- Konrád, Gy., & Hámos, G. (2006). A magyarországi nagy aktivitású radioaktív hulladéktároló telephely kijelölésének földtani szempontjai és az eddigi kutatások. *Acta Geographica, Geologica et Meteorologica*, 1, 33–39.
- Konrád, Gy., & Sebe, K. (2010). Fiatal tektonikai jelenségek új észlelései a Nyugati- Mecsekben és környezetében. *Földtani Közlemények*, 140(2), 135–162.
- Konrád, Gy., Sebe, K., Halász, A., & Babinszki, E. (2010a). Sedimentology of a Permian Playa Lake: Boda Claystone Formation, Hungary. *Geologos*, 16(1), 27–41.
- Konrád, Gy., Sebe K., Halász A., & Halmi Á. (2010b). A Délkelet-Dunántúl földtani fejlődéstörténete – recens analógiák. *Földrajzi Közlemények*, 134(3), 251–265. <http://foldrajz.ttk.pte.hu/foldtan/dk-dunantul/>
- Maros, Gy., & Palotás, K. (2000). Az üveghutai Üh-22 és Üh-23 fúrásban észlelt síkszerű jelenségek értékelése CoreDump szoftverrel. *MÁFI évi jelentése 1999-ről*, 315–339.
- Maros, Gy., & Pásztor, Sz. (2001). New and oriented core evaluation method: ImaGeo. *European Geologist*, 12, 40–43.

- Máthé, Z. (szerk.) (1999). *Ásvány-kőzettani, kőzetgeokémiai és izotóptranszport vizsgálatok*. Mecsekérc Zrt. Adattár.
- Némedi Varga, Z. (1983). A Mecsek hegység szerkezetalakulása az alpi hegységképződési ciklusban. *MÁFI évi jelentés 1981-ről*, 467–484.
- Priestly, M. B. (1981). *Spectral Analysis*. Academic Press.
- Schwarzacher, W. (1975). *Sedimentation Models and Quantitative Stratigraphy*. Elsevier.
- Vadász, E. (1935). *A Mecsek hegység – Magyar Tájak földtani leírása I*. Magyar Királyi Földtani Intézet.
- Varga, A., Raucsik, B., Szakmány, Gy., & Máté, Z. (2006). A Bodai Aleurolit Formáció törmelékes kőzettípusainak ásványtani, kőzettani és geokémiai jellemzői. *Földtani Közlöny*, 136(2), 201–231.
- Vincze, J., Elsholtz, L.-né, Klarianka, I.-né, Fazekas, V., Krasznay, O., Füzy T., & Kállai J. (1961). *Jelentés az Ásvány-Kőzettani Laboratórium 1961. évi munkájáról*. [Kézirat]. MÉV adattár TŰK sz: K-0013/72-1961.
- Vincze, J., Fazekas, V., Selmeczi, B.-né, Horváth, I., & Elsholtz L.-né (1965). *Érclencse típusok meghatározása a mecseki uránérc lelőhelyen morfológiai-, ásvány-kőzettani- és fácies- vizsgálata alapján*. [Kézirat]. MÉV Adattár.
- Wéber, B. (1977). Nagyszerkezeti szelvényvázlat a Ny-Mecsekből. *Földtani Közlöny*, 107(1), 27–37.
- Wein, Gy. (1966). Pécs hegységszerkezeti képe. MTA Dunántúli Tudományos Intézet kiadványa. *Dunántúli Tudományos Gyűjtemény*, 56, 7–16.
- Wein, Gy. (1967). Délkelet-Dunántúl hegységszerkezeti egységeinek összefüggései az óalpi ciklusban. *Földtani Közlöny*, 97, 286–293.